

Неравновесные структурные модели реального сектора российской экономики

© 2019 г. С.А. Айвазян, А.Н. Березняцкий*, Б.Е. Бродский**

ЦЭМИ РАН, Москва

* E-mail: artandtech@yandex.ru ** E-mail: bbrodsky@yandex.ru

Поступила в редакцию 20.08.2018 г.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 17-18-01080).

Цель данной статьи — описать перспективы развития российской экономики в среднесрочном сценарии, когда возможны изменения движущих сил экономического роста. Как и за счет каких факторов экономика России будет выходить из мирового экономического кризиса 2018—2019 гг., какими могут быть ориентиры экономической политики в этих условиях? В работе построена макроэкономическая модель, основанная на идеях структурного моделирования и позволяющая описывать неравновесные режимы функционирования российской экономики при различных сценариях развития. По сути модель дезагрегирует сферу материального производства в России на сектора: экспорт-ориентированный сектор (ЭОС), внутренне-ориентированный сектор (ВОС), сектор естественных монополий (СЕМ). Взаимосвязи между этими секторами отражены в финальной форме модели: система из двух разностных уравнений моделирует динамику выпуска в ЭОС и ВОС. С учетом макроэкономических факторов, выделенных на стадии теоретического анализа, строится макроэконометрическая модель, позволяющая получить оценки ценовых показателей и индексов производства в важнейших отраслях реального сектора. Новизна предложенного подхода к прикладному макроэкономическому моделированию российской экономики состоит в: 1) учете структурных особенностей российской экономики; 2) методологии моделирования, позволяющей учесть нестационарные переходные процессы в экономике России. Теперь можно будет перейти к эконометрическому моделированию нестационарной динамики ключевых макропеременных российской экономики. При эконометрическом моделировании использована процедура коинтеграционного анализа Энгла—Грейнджера.

Ключевые слова: экономика России; структурное моделирование; дезагрегированная макромодел, прикладной эконометрический анализ.

Классификация JEL: C30; C32; C51; E13.

DOI: 10.31857/S042473880004674-0

1. ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе различают три главных подхода к моделированию больших национальных экономик, основанных на идее:

- 1) общего стохастического равновесия (DSGE model, см. например, (Smets, Wouters, 2003; Fernandez-Villaverde, 2010; Colander et al., 2008; Edge, Gurkaynak, 2011));
- 2) эконометрической методологии VAR-моделирования (Sims, 1972, 1980; Paccagnini, 2011);
- 3) структурного моделирования (Cowles Commission approach; Fair, 2004, 2007).

Для российской экономики идея общего стохастического равновесия представляется неприемлемой: вряд ли можно отрицать, что экономика России работает в неравновесном режиме, а траектории трендов важнейших макропараметров нестационарны. Не меньше недостатков у VAR-моделей, в основе которых лежит идея о том, что все может статистически зависеть от любых факторов, если добавить необходимое число лагов. Проклятие размерности является ключевой идеей, ограничивающей сферу применения VAR-моделей к анализу российской экономики.

Возрождение интереса к структурному моделированию национальных экономик, обогащенному идеей дезагрегирования больших социально-экономических систем и идеей эконометри-

ческого моделирования нестационарной динамики основных макроэкономических показателей, является характерной приметой сегодняшнего дня. В работе (Айвазян, Березняцкий, Бродский, 2017) был проведен обзор современных подходов к структурному моделированию. Для российской экономики подобные модели подробно рассматриваются в работах авторов данного исследования 2005, 2014 и 2017 г. Далее мы опишем современную ситуацию с моделями DSGE¹.

Подробный исторический анализ, а также обзор подходов к макроэконометрическому моделированию приведен в (Айвазян, Березняцкий, Бродский, 2017). Здесь же отметим, что набирает обороты дискуссия по поводу адекватности DSGE-моделей, которые продолжают упорно использоваться центральными банками в различных странах мира, несмотря на их существенное расхождение с реальными данными после кризиса 2008 г., а также в последующие периоды времени. В табл. 1 приведены сведения о различных критических работах по моделям DSGE, взятым из (Heim, 2017).

Таблица 1. Обзор публикаций по вопросам качества DSGE-моделей

Источник	Основание критики
Cooley, 1997	Калибровка моделей слишком неформальна в сравнении с методами эконометрики
Fernandez-Villaverde, 2010	Подход к калибровке неудовлетворителен, требуется применение методов эконометрики
Solow, 2010	Предпосылки DSGE-моделей не соответствуют реальности; DSGE бесполезны при выработке антикризисной политики; существуют другие традиции макроэкономического моделирования с более адекватным результатом
Solow, 2016 ²	DSGE-модели худшие в объяснении наблюдаемых фактов, аналогично и в отношении в целом по VAR-моделям
Colander, 2010	DSGE-модели плохо объясняют наблюдаемые данные
Fair, 2004	Тесты отвергают гипотезу рациональных ожиданий
Edge, Gurkanyak, 2011	Smets — Wouters-DSGE-модель объясняет только 8—13% дисперсии
Mankiw, 2006	DSGE-модели провалились в качестве замены теории в духе кейнсианства

В связи с возрастающей неудовлетворенностью качеством DSGE-моделей представляет интерес тенденция возврата к традициям макроэконометрического моделирования 1970-х годов: структурного макроэконометрического моделирования.

Как отмечалось выше, основным недостатком, препятствующим широкому применению VAR-моделей к анализу больших национальных экономик, является так называемая жесткость VAR-модели и связанное с этим проклятие размерности: необходимо знать набор предикторов, влияющих на конкретный показатель, чтобы правильно подобрать набор лагов и уровень ошибки модели.

Однако построение эконометрической модели на основе принципов структурного анализа требует взаимной независимости регрессионных ошибок для каждой построенной зависимости, что наилучшим образом достигается на основе предварительного теоретического анализа.

Далее будет рассмотрен конкретный пример структурного эконометрического анализа для российской экономики, сложившейся в 1990—2000-е годы.

2. МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Общая характеристика рыночного этапа развития российской экономики (1992—2018) приведена в работе (Айвазян, Березняцкий, Бродский, 2017).

Каковы же основные признаки современного этапа развития российской экономики? Это прежде всего — ускоренное развитие нескольких новых трудоемких отраслей, ориентированных на экспорт и внутренний рынок: сельское хозяйство, оборона и высокие технологии. Рассмотрим их по порядку.

¹ Dynamic stochastic general equilibrium — динамические стохастические модели общего равновесия.

² Letter to J. Heim dated 06.29.2016 приводится по источнику (Heim, 2017).

В сельском хозяйстве все более или менее ясно: это — отрасли с традиционно массовым вовлечением трудовых ресурсов и сравнительно низкой капиталоемкостью. Именно эта черта при ускоренном развитии агропромышленного комплекса в перспективе позволит российской экономике преодолеть основную причину финансовой уязвимости 1990-х годов: капиталоемкие ресурсодобывающие отрасли поглощали чрезвычайно низкое количество трудовых ресурсов, являясь причиной системного кризиса российской экономики. Сказанное только подтверждается анализом отраслей оборонного комплекса и ИТ. Здесь также растущая вовлеченность все большего количества трудовых ресурсов приведет к преодолению кризиса в российском машиностроении.

В статье будет рассмотрена дезагрегированная макроэконометрическая модель российской экономики, содержащая следующие сектора: реальный сектор, включающий подсектора ЭОС (экспортно-ориентированный сектор), ВОС (внутренне-ориентированный сектор), СЕМ (сектор естественных монополий), финансовый сектор и сектор домохозяйств.

ЭОС — традиционный экспортно-ориентированный сектор российской экономики (экспорт сырьевых ресурсов): нефтедобыча; газодобыча; черные и цветные металлы (добыча); основная химия (удобрения, ядохимикаты); лесной комплекс.

ВОС — традиционные отрасли российской экономики, ориентированные на внутренний рынок: машиностроение; металлообработка; выработка электроэнергии; промышленность стройматериалов; легкая промышленность; пищевая промышленность; сельское хозяйство; пассажирский транспорт; ЖКХ.

Новый ВОС — возможность экспорта продукции: сельское хозяйство; оборонный комплекс; информационные технологии. СЕМ — естественные монополии: электро- и газораспределение; грузовой, железнодорожный и трубопроводный виды транспорта.

Для обоснованного выбора методологических подходов к моделированию российской экономики целесообразно проанализировать мировой опыт моделирования больших социально-экономических систем. Пожалуй, наиболее полный обзор макроэконометрических моделей и принципов их построения содержится в работах (Welfe, 2013; Klein et al., 1999).

Далее в модели предполагается, что продукция каждого сектора характеризуется определенными характеристиками: p — уровнем цен (базовый индекс); Y — уровнем реального выпуска; Inc — уровнем агрегированного дохода. Помимо этого, в модели будем использовать обозначения: δ — коэффициент прямых затрат; v — средняя номинальная заработная плата; ω — мировая (экспортная) цена; Ex , Im — реальный объем экспорта и импорта соответственно.

Эти переменные будут сопровождаться индексами e , d , m , обозначающими принадлежность сектору ЭОС, ВОС, СЕМ соответственно, например Y_e — реальный выпуск ЭОС, p_d — уровень цен ВОС. Часто используются двойные индексы, например Y_{em} — реальный объем поставок промежуточной продукции от сектора ЭОС (т.е. первый индекс показывает, откуда идет продукция) в сектор СЕМ (второй индекс — адрес, куда направляется продукция). Далее приведено общее описание дезагрегированной модели.

3. ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ СЕКТОРОВ

3.1. Экспортно-ориентированный сектор. Будем полагать, что реальный выпуск экспортно-ориентированного сектора складывается из экспортных поставок, а также из поставок продукции для внутренне-ориентированного сектора и сектора естественных монополий:

$$Y_e = Ex(\omega_e) + Y_{ed} + Y_{em},$$

где реальный объем экспорта ЭОС зависит от мировых цен на продукцию ЭОС (в реальной жизни имеется множество этих цен, но в рассматриваемой модели предполагается, что уровень этих цен определяется некими фундаментальными макроэкономическими факторами), а объемы поставок продукции для секторов ВОС и СЕМ связаны с текущим выпуском этих секторов коэффициентами прямых затрат:

$$Y_{ed} = \delta_{ed} Y_e, \quad Y_{em} = \delta_{em} Y_d.$$

Выпуск ЭОС связан с ресурсами труда и капитала некоторой моделью производственной функции:

$$Y_e = F_e(L_e, K_e). \quad (1)$$

Для описания взаимосвязей между секторами будем использовать показатель агрегированного дохода, который определяется как разность между доходом от поставок продукции сектора на внешний и внутренний рынок и затратами на поставки продукции от других секторов экономики и импортными поставками. Более конкретно, агрегированный доход экспортно-ориентированного сектора определяется формулой:

$$Inc_e = e\omega_e Ex(\omega_e) + p_e Y_{ed} + p_e Y_{em} - p_m Y_{me} - p_d Y_{de} - I_e + Inv_e, \quad (2)$$

где Inv_e — суммарные инвестиции в основной капитал ЭОС; переменная e справа от знака равенства означает номинальный обменный курс руб./долл.; $Y_{ed} = \delta_{ed} Y_d$, $Y_{em} = \delta_{em} Y_m$, $I_e = ep_{ei}^* Im_e$ — затраты на импорт комплектующих (далее везде p^* означает уровень цен в твердой валюте);

$$Im_e = \delta_e Y_e = \left(\delta_{e1} \frac{p_e}{ep_{ei}^*} + \delta_{i2} \right) Y_e.$$

Агрегированный доход, полученный в момент t , в следующем периоде $(t+1)$ идет на выплату заработной платы, налогов, амортизацию основного капитала и прибыль, т.е.

$$(Inc_e)_t = (v_e L_e)_{t+1} + (Tax_e)_{t+1} + (A_e)_{t+1} + (P_e)_{t+1}. \quad (3)$$

Выбор между этими направлениями использования дохода, полученного в период t , осуществляется исходя из критерия максимизации полезности экономических агентов в секторе ЭОС в периоде $(t+1)$:

$$(U_e)_{t+1} = \left(\frac{v_e L_e}{p_e} \right)_{t+1}^{l_e} \left(\frac{Tax_e}{p_e} \right)_{t+1}^{\tau_e} \left(\frac{A_e}{p_e} \right)_{t+1}^{\sigma_e} \left(\frac{P_e}{p_e} \right)_{t+1}^{\varepsilon_e} \rightarrow \max, \quad (4)$$

где l_e , τ_e , σ_e , ε_e — субъективные параметры функции полезности для ЭОС.

Решая задачу (4) при бюджетном ограничении (3), получим

$$(v_e L_e)_{t+1} = l_e (Inc_e)_t, \quad (Tax_e)_{t+1} = \tau_e (Inc_e)_t.$$

Помимо максимизации полезности следующего периода, для российских экономических агентов характерен критерий максимизации текущей прибыли производства:

$$(P_e)_t = (Inc_e)_t - (v_e L_e)_t - (Tax_e)_t - (A_e)_t.$$

Из этого критерия с учетом (2)—(3) заработная плата рассчитывается по формуле

$$\beta_e Y_e (p_e (1 - \delta_e) - \delta_{me} p_m - \delta_{de} p_d - \delta_{e2} ep_{ei}^*) = v_e L_e,$$

где $\beta_e = (\partial Y_e / \partial L_e) L_e / Y_e$ — эластичность выпуска по труду в секторе ЭОС.

3.2. Внутренне-ориентированный сектор. Характерной чертой современной ситуации является возможность заработка в твердой валюте для части предприятий ВОС (сельское хозяйство, оборонка, высокие технологии). Поэтому агрегированный доход ВОС будем записывать в виде

$$Inc_d = e\omega_d Ex(\omega_d) + p_d Y_{pd} + p_d Y_{de} + p_d Y_{dm} - p_e Y_{ed} - p_m Y_{md} - I_d + Inv_d,$$

где $Y_{ed} = \delta_{ed} Y_e$, $Y_{md} = \delta_{md} Y_m$, Y_{pd} — объем поставок продукции для населения, связанный с потребительской функцией C соотношением $C = Y_{pd} (1 + \xi p_d / ep_i)$, где ξ — коэффициент предельной склонности к потреблению импорта.

Для ВОС объемы импортных поставок задает формула $I_d = ep_{di}^* Y_d (\delta_{d1} p_d / ep_{di}^* + \delta_{d2})$; производственная функция — $Y_d = F_d(L_d, K_d)$, уравнение для заработной платы — $(v_d L_d)_{t+1} = l_d (Inc_d)_t$.

Из критерия максимизации прибыли текущего периода, как и выше, получим:

$$\beta_d Y_d (p_d (1 - \delta_{d1}) - \delta_{md} p_m - \delta_{ed} p_e - \delta_{d2} ep_{di}^*) = v_d L_d.$$

3.3. Естественные монополии. Реальный выпуск сектора естественных монополий складывается из поставок для ЭОС и ВОС:

$$Y_m = Y_{me} + Y_{md} = \delta_{me} Y_e + \delta_{md} Y_d.$$

Для сектора СЕМ запишем уравнения для заработной платы:

$$(v_m L_m)_{t+1} = l_m (Inc_m)_t.$$

Из критерия максимизации прибыли текущего периода получим:

$$\beta_m Y_m (p_m (1 - \delta_{m1}) - \delta_{dm} p_d - \delta_{em} p_e - \delta_{m2} ep_{mi}^*) = v_m L_m.$$

3.4. Сектор домохозяйств. В модели предполагается, что реальный объем потребительских расходов связан с реальными доходами населения W/p_d моделью кейнсианской потребительской функции $C = c_0 W/p_d$.

Номинальные доходы населения складываются из заработной платы в ЭОС, ВОС, СЕМ, а также суммарного объема социальных трансфертов:

$$W = v_e L_e + v_d L_d + v_e L_e + \bar{v} U,$$

где U — численность населения, получающего социальные трансферты; $\bar{v}$ — средняя ставка социального трансферта.

Объем потребления населения связан с выпуском ВОС зависимостью:

$$C = Y_{pd} \left(1 + \xi \frac{p_d}{ep_i} \right).$$

Дальнейший анализ этих уравнений позволяет утверждать, что $Y_{pd} = f(Y_e, Y_d)$, причем производные по факторам Y_e и Y_d от функции f положительны.

4. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДИНАМИКУ ОСНОВНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

Описанная структура модели, включающая основные сектора российской экономики: реальный сектор (ЭОС, ВОС, СЕМ), финансовый сектор, домохозяйства и государственный бюджет — позволяет проанализировать факторы, влияющие на динамику ключевых макроэкономических переменных.

Начинаем с уравнения для заработной платы в ЭОС:

$$(v_e L_e)_{t+1} = l_e (Inc_e)_t - \alpha_e (Inv_e)_{t-1} = l_e (e\omega_e Ex(\omega_e) + p_e \delta_{ed} Y_d + p_m \delta_{em} Y_m - (p_m \delta_{me} + p_d \delta_{de}) Y_e - Y_e (\delta_{e1} p_e + \delta_{e2} ep_{e2}^*) + Inv_e)_t - \alpha_e (Inv_e)_{t-1}.$$

Далее, используя полученное выше выражение для $(nu_e L_e)_t$, разделим обе части полученного уравнения на $(p_e)_t$ и после преобразований запишем:

$$(Y_e)_{t+1} \beta_e \alpha_{e1} (1 + (\pi_e)_{t+1}) = l_e \left(\frac{e\omega_e}{p_e} Ex(\omega_e) + Y_e \alpha_{e2} + Y_d \alpha_{e3} \right)_t + l_e (Inv_e)_t - \alpha_e (Inv_e)_{t-1},$$

где $\alpha_{e1}, \alpha_{e2}, \alpha_{e3}$ — коэффициенты, зависящие от отношений ценовых факторов: $p_d/p_e, p_m/p_e$.

Аналогично для ВОС:

$$(\cup_d L_d)_{t+1} = I_d(Inc_d)_t - \alpha_d(Inv_d)_{t-1},$$

где Inc_d задается приведенной выше формулой. После всех подстановок и преобразований имеем:

$$(Y_d)_{t+1} \beta_d \alpha_{d1} (1 + (\pi_d)_{t+1}) = I_e \left(\frac{e \omega_d}{p_d} Ex(\omega_d) + Y_d \alpha_{d2} + Y_e \alpha_{d3} \right)_t + I_d(Inv_d)_t - \alpha_d(Inv_d)_{t-1},$$

где α_{d1} , α_{d2} , α_{d3} — коэффициенты, зависящие от отношений ценовых факторов: $(p_e/p_d)_t$, $(p_m/p_d)_t$.

Полученная система уравнений позволяет прогнозировать динамику переменных Y_e , Y_d , Y_m , $Y = Y_e + Y_d + Y_m$ и анализировать факторы, влияющие на эту динамику. В частности:

- 1) рост мировых цен на нефть и энергоресурсы ω_e положительно воздействует на выпуск ЭОС и ВОС, а следовательно, и на агрегированный выпуск Y ;
- 2) рост мировых цен на экспортируемую продукцию ВОС ω_d (сельхозпродукция, вооружения, высокие технологии) приводит к росту выпуска ВОС и ЭОС;
- 3) рост реального обменного курса рубля p_d/e приводит к снижению выпуска ЭОС и ВОС;
- 4) рост дефлированных тарифов на продукцию СЕМ p_m/p_d приводит к снижению выпуска ЭОС и ВОС;
- 5) рост реальных инвестиций в основной капитал Inv/p_d приводит к росту выпуска ЭОС и ВОС. Однако завышенные ставки обслуживания кредита α_e , α_d приведут, наоборот, к росту числа банкротств предприятий реального сектора и к снижению выпуска ЭОС и ВОС.

При малой доле экспорта ВОС объем выпуска Y_d также будет мал в сравнении с Y_e и при прогнозировании динамики агрегированного выпуска можно вполне ограничиться динамикой показателя Y_e . Однако при возрастании фактора Y_d модель представляет собой систему из двух разностных уравнений, описывающих динамику показателей Y_e и Y_d . Несложно представить, что произойдет в ситуации нового мирового кризиса. Спрос на российскую нефть неизбежно упадет (вследствие роста цены), тогда как спрос на воду и первичные агроресурсы значительно возрастет. Это будет означать перелом во взаимном соотношении показателей Y_e и Y_d . Исчезает зависимое и депрессивное состояние ВОС Y_d , выпуск которого начинает расти и вскоре доминировать в динамике агрегированного продукта. Так российская экономика начнет расти и пробовать новые роли.

В условиях мирового финансового кризиса эти факторы будут по-разному проявляться, изменяя структурный портрет российской экономики. Если мировые цены на нефть и первичные энергоресурсы приобретут устойчивую тенденцию к снижению (в силу политики США), мировые цены на воду и первичные агроресурсы, напротив, будут устойчиво повышаться, что справедливо и в отношении мировых цен на вооружения и продукцию высоких технологий. Таким образом, ВОС со временем приобретет доминирующее положение в структуре экономики России, что будет означать начало фазы внутренне-ориентированного роста.

5. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ МАКРОМОДЕЛЬ

В этом разделе собраны эконометрические зависимости, в совокупности представляющие собой модель неравновесных режимов развития российской экономики. Модель Клейна — Эванса (Klein, Evans, 1968) и подход, изложенный в (Айвазян, Енюков, Мешалкин, 1985), были приняты здесь за образцы.

Следует отметить два обстоятельства.

1. Мы работаем здесь с агрегированными показателями для всей экономики. Это справедливо, поскольку модель дает прогноз выпуска по секторам экономики, в совокупности охватывающими сферу материального производства в России. Для прогноза показателей финансовой сферы ис-

пользуются *досчеты* (методология Росстата). Поэтому все макроэкономические факторы, выявленные на стадии теоретического анализа, можно использовать в качестве предикторов в эконометрической модели для всей экономики России.

2. Тема статьи — эконометрическая модель реального сектора российской экономики. Поэтому мы интересуемся здесь индексами выпуска в промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, торговле и на транспорте России. Во избежание феномена *spurious regression* (Granger, Newbold, 1974) тест Дэвидсона — МакКиннона (Davidson, MacKinnon, 1993) был построен на остатках исходной регрессии.

Начнем с промышленности в России. Для эконометрического анализа использован тест на коинтеграцию, коррекцию остатками Энгла—Грейнджера (Engle, Granger, 1987). Цены в теоретической модели предполагаются экзогенными. Эконометрический анализ позволяет выявить зависимость темпа роста цен производителей промышленной продукции от темпа роста номинального обменного курса доллара, темпа роста цен на электроэнергию, газ и воду и темпа роста цен на сырую нефть в России (табл. 2—10, рис. 1—9).

Таблица 2. Темп роста цен производителей промышленной продукции в РФ

Объясняющая переменная	Значение коэффициента
Константа	−0,1283*** (0,0275)
Темп роста номинального обменного курса доллара США	0,1279*** (0,02579)
Темп роста тарифов естественных монополий	0,4778*** (0,0400)
Темп роста цен на сырую нефть в России	0,3107*** (0,00266)

Примечание. Зависимая переменная — темп роста цен производителей промышленной продукции в РФ. Объем выборки 96 наблюдений, II квартал 1994 — I квартал 2018 г.; $R^2 = 0,78$. Ряд остатков стационарен: значение $t_{adf} = -7,49914$ (MacKinnon critical values $-3,5006$ (1%); $-2,8920$ (5%); $-2,5022$ (10%)). В скобках указаны значения стандартных ошибок: “***”, “**”, “*” — значимость на уровне 1, 5, 10% соответственно.

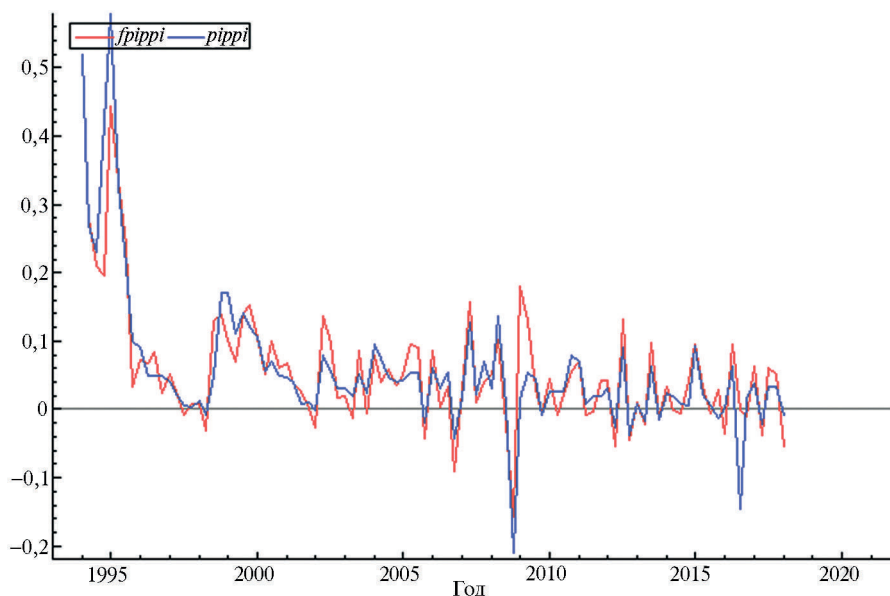
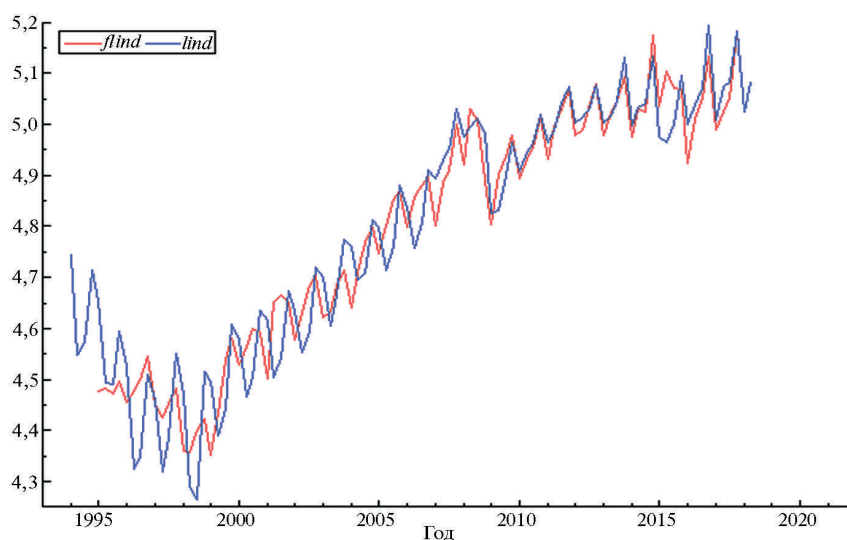


Рис. 1. Темп роста цен производителей промышленной продукции (*fippi* — модельные значения, *pippi* — наблюдаемые значения)

Таблица 3. Индекс физического объема промышленного производства (зависимая переменная — логарифм базового индекса физического объема промышленного производства)

Объясняющая переменная	Значение коэффициента
Константа	3,1224 ^{***} (0,0843)
Логарифм экспортной цены на российскую нефть	0,1851 ^{***} (0,0182)
Логарифм дефлированных тарифов естественных монополий	−0,0884 ^{**} (0,0428)
Логарифм базового индекса физического объема инвестиций в основной капитал с лагом в 4 квартала	0,1163 ^{***} (0,0257)
Фиктивная переменная структурного изменения в налоговой политике 2001 г.	0,0896 ^{***} (0,0261)
Фиктивная переменная геополитического и экономического шока 2014 г.	0,0827 ^{***} (0,0245)

Примечание. Объем выборки 92 наблюдения, I квартал 1994 — IV квартал 2017 г.; $R^2 = 0,92$. Ряд остатков стационарен: значение $t_{adf} = -4,6759$ (MacKinnon critical values $-2,5657$ (1%), $-1,9409$ (5%), $-1,6166$ (10%)). В скобках указаны значения стандартных ошибок: “***”, “**”, “*” — значимость на уровне 1, 5, 10% соответственно.

**Рис. 2.** Индекс физического объема промышленного производства (*f lind* — модельные значения, *l inf* — наблюдаемые значения)**Таблица 4.** Индекс физического объема промышленного производства. Добыча полезных ископаемых в РФ

Объясняющая переменная	Значение коэффициента
Константа	2,8299 ^{***} (0,2486)
Логарифм экспортной цены на российскую нефть	0,0583 ^{***} (0,0133)
Логарифм экспортной цены на никель	0,0423 ^{***} (0,0116)
Логарифм дефлированных тарифов естественных монополий	0,2501 ^{***} (0,0672)
Логарифм базового индекса физического объема инвестиций в основной капитал с лагом в 4 квартала	0,0685 ^{***} (0,0111)
Фиктивная переменная структурного изменения в налоговой политике 2001 г.	0,0851 ^{***} (0,0197)
Фиктивная переменная геополитического и экономического шока 2014 г.	0,1478 ^{***} (0,0109)

Примечание. Зависимая переменная — логарифм базового индекса физического объема промышленного производства “Добыча полезных ископаемых в РФ”. Объем выборки 76 наблюдений, I квартал 1999 — IV квартал 2017 г.; $R^2 = 0,96$. Ряд остатков стационарен: значение $t_{adf} = -3,6759$ (MacKinnon critical values $-2,5657$ (1%), $-1,9409$ (5%), $-1,6166$ (10%)). В скобках указаны значения стандартных ошибок: “***”, “**”, “*” — значимость на уровне 1, 5, 10% соответственно.

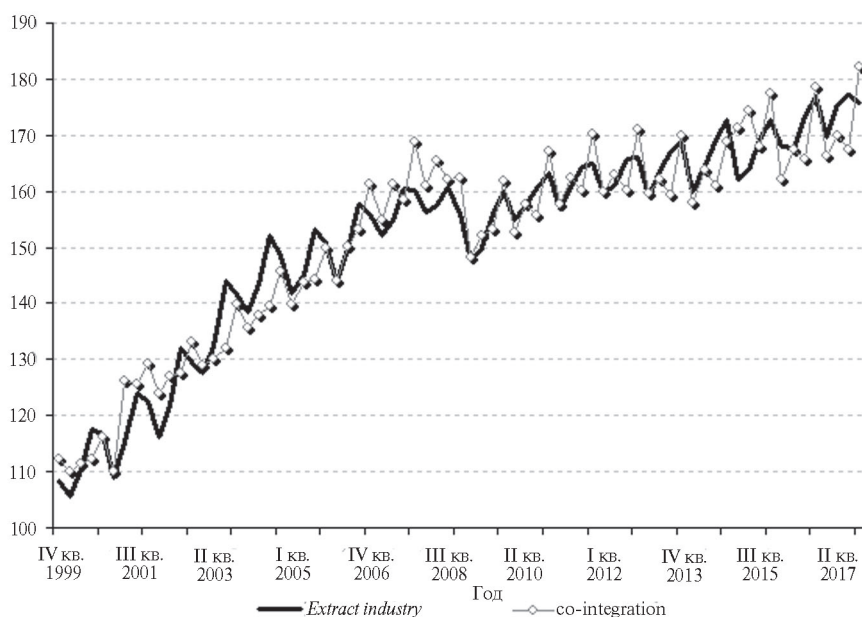


Рис. 3. Индекс физического объема промышленного производства — добыча полезных ископаемых (*Extract industry* — фактические значения индекса, *co-integration* — расчет по модели коинтеграции)

Таблица 5. Сельское хозяйство

Объясняющая переменная	Значение коэффициента
Константа	4,3494*** (0,1785)
Логарифм мировых цен на зерновые	0,2313*** (0,0387)
Фиктивная переменная сезонности	-0,9505*** (0,0327)
Фиктивная переменная сезонности	-0,4708*** (0,0326)
Фиктивная переменная сезонности	0,5582*** (0,0326)
Фиктивная переменная структурного изменения в налоговой политике 2001 г.	0,0982*** (0,0310)
Фиктивная переменная геополитического и экономического шока 2014 г.	0,2867*** (0,0359)

Примечание. Зависимая переменная — логарифм базового индекса физического объема сельскохозяйственного производства в РФ. Объем выборки 92 наблюдения, I квартал 1995 — IV квартал 2017 г.; $R^2 = 0,97$. Ряд остатков стационарен: значение $t_{adf} = -5,9288$ (MacKinnon critical values $-2,5657$ (1%); $-1,9409$ (5%); $-1,6166$ (10%)). В скобках указаны значения стандартных ошибок: “***”, “**”, “*” — значимость на уровне 1, 5, 10% соответственно.

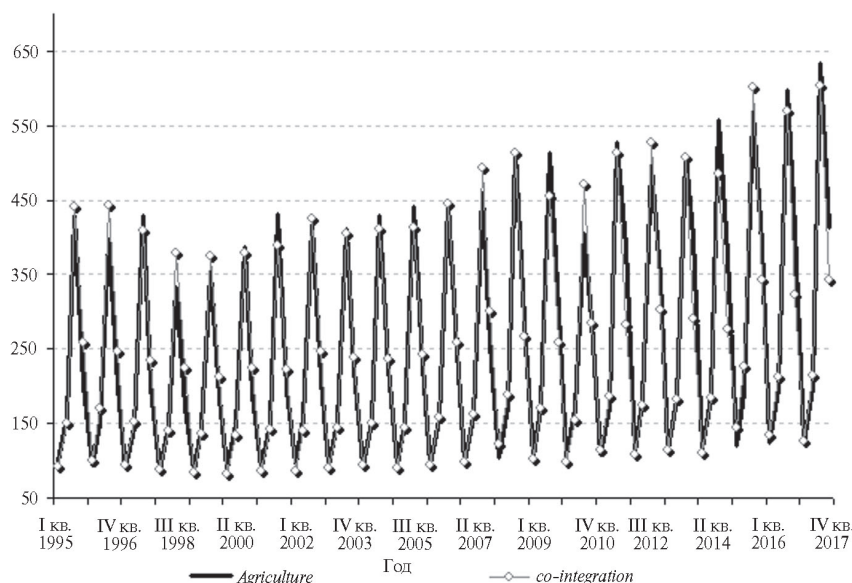


Рис. 4. Индекс физического объема сельскохозяйственного производства (*Agriculture* — фактические значения индекса, *co-integration* — расчет по модели)

Таблица 6. Темп роста цен в строительной отрасли РФ

Объясняющая переменная	Значение коэффициента
Константа	−0,0020 (0,0038)
Темп роста в строительной отрасли с лагом 1 (ценовые ожидания)	0,7834*** (0,0387)
Темп роста цен на бензин	0,0821*** (0,0158)

Примечание. Зависимая переменная — темп роста цен в строительной отрасли РФ. Объем выборки 96 наблюдений, II квартал 1994 — I квартал 2018 г.; $R^2 = 0,84$. Ряд остатков стационарен: значение $t_{adf} = -6,7031$ (MacKinnon critical values $-3,5006$ (1%), $-2,8920$ (5%), $-2,5832$ (10%)). В скобках указаны значения стандартных ошибок: “***”, “**”, “*” — значимость на уровне 1, 5, 10% соответственно.

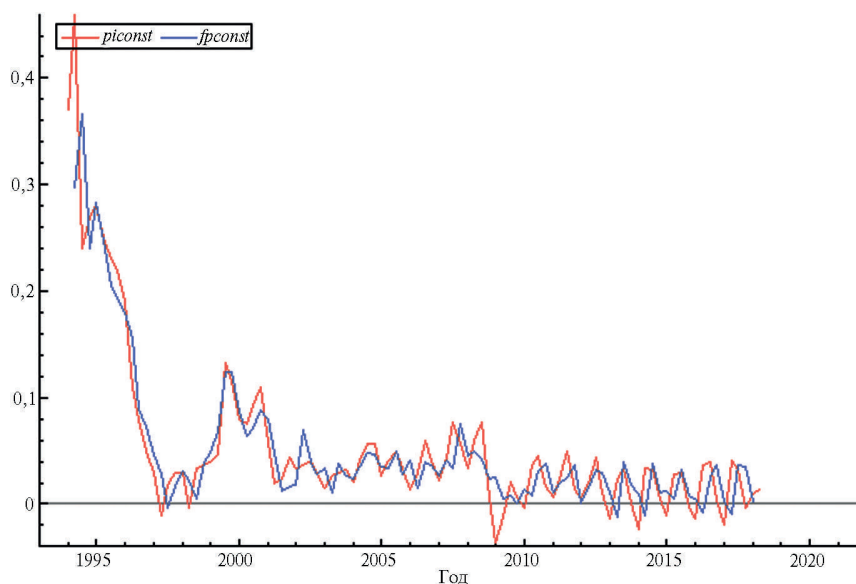


Рис. 5. Темп роста цен в строительной отрасли (*piconst* — фактические значения, *fpconst* — расчет по модели регрессии)

Таблица 7. Индекс физического объема по виду деятельности “Строительство” в РФ

Объясняющая переменная	Значение коэффициента
Константа	1,6321*** (0,6710)
Логарифм базового индекса реальных доходов населения	1,9481*** (0,1335)
Логарифм дефлированных тарифов естественных монополий	−1,0867*** (0,2272)
Фиктивная переменная структурного изменения в налоговой политике 2001 г.	0,1846* (0,0975)
Фиктивная переменная геополитического и экономического шока 2014 г.	−0,1162** (0,0521)

Примечание. Зависимая переменная — логарифм базового индекса физического объема по виду деятельности “Строительство” в РФ. В скобках указаны значения стандартных ошибок: “***”, “**”, “*” — значимость на уровне 1, 5, 10% соответственно. Объем выборки 76 наблюдений, I квартал 1999 — IV квартал 2017 г.; $R^2 = 0,94$. Ряд остатков стационарен: значение $t_{adf} = -4,6334$ (MacKinnon critical values $-2,5657$ (1%), $-1,9409$ (5%), $-1,6166$ (10%)).

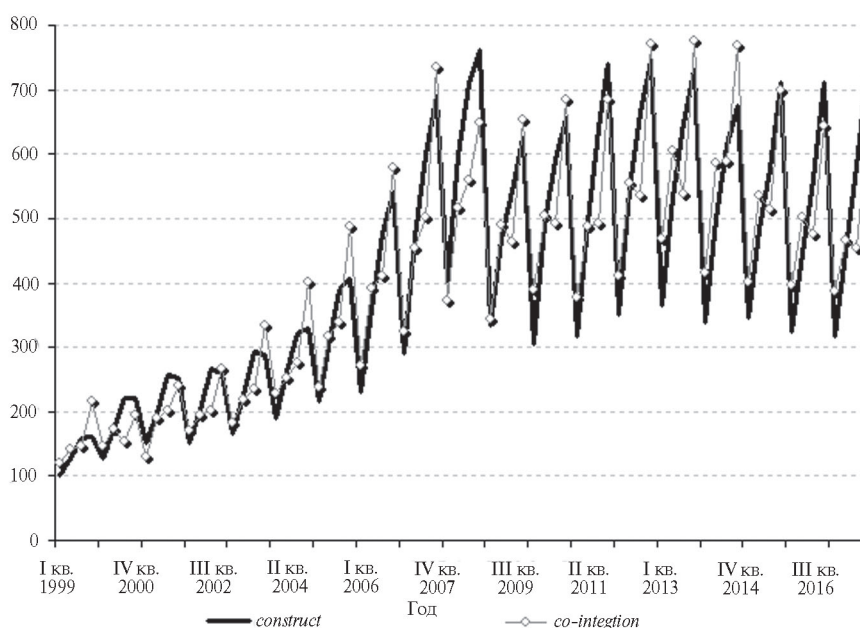


Рис. 6. Индекс физического объема производства по виду деятельности “Строительство” (*construct* — фактические значения индекса, *co-integration* — модельные значения)

Таблица 8. Индекс оборота розничной торговли в сопоставимых ценах в РФ

Объясняющая переменная	Значение коэффициента
Константа	−0,0002 (0,1178)
Логарифм базового индекса реальных доходов населения	1,0594*** (0,0268)
Фиктивная переменная структурного изменения в налоговой политике 2001 г.	0,1534*** (0,033)
Фиктивная переменная сезонности	0,0899*** (0,0174)

Примечание. Зависимая переменная — логарифм базового индекса оборота розничной торговли в РФ. В скобках указаны значения стандартных ошибок: “***”, “**”, “*” — значимость на уровне 1, 5, 10% соответственно. Объем выборки 76 наблюдений, I квартал 1999 — IV квартал 2017 г.; $R^2 = 0,94$. Ряд остатков стационарен: значение $t_{adf} = -4,6334$ (MacKinnon critical values $-2,5657$ (1%), $-1,9409$ (5%), $-1,6166$ (10%)).

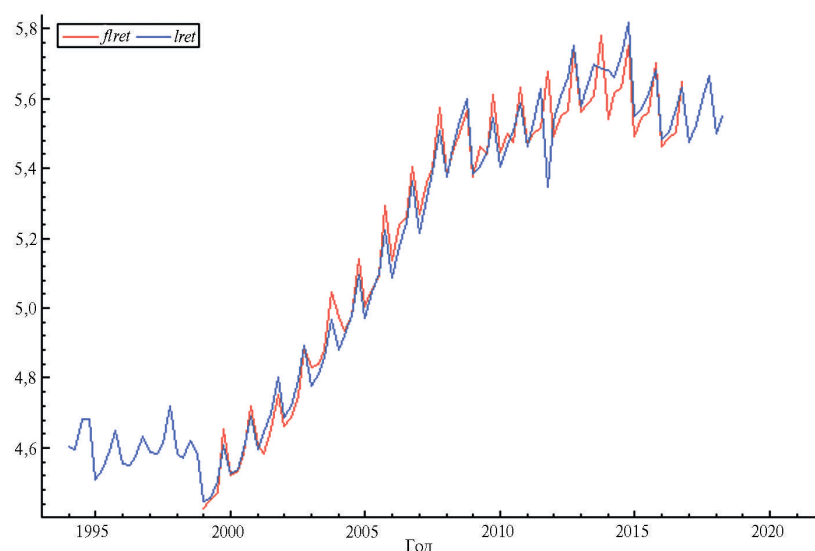


Рис. 7. Индекс оборота розничной торговли
(*lret* — фактические значения индекса, *fret* — модельные значения)

Таблица 9. Темп роста цен коммерческого грузового транспорта в РФ

Объясняющая переменная	Значение коэффициента
Константа	$-0,3244^{***}$ (0,0363)
Темп роста номинального обменного курса долл. США	$0,1534^{***}$ (0,0339)
Темп роста тарифов естественных монополий	$0,7339^{***}$ (0,0691)
Темп роста цен на сырую нефть в России	$0,8928^{***}$ (0,0114)

Примечание. Зависимая переменная — темп роста цен производителей промышленной продукции в РФ. Объем выборки 96 наблюдений, II квартал 1994 — I квартал 2018 г., $R^2 = 0,64$. Ряд остатков стационарен: значение $t_{adf} = -9,4321$ (MacKinnon critical values $-3,5006$ (1%), $-2,8920$ (5%), $-2,5832$ (10%)). В скобках указаны значения стандартных ошибок: “***”, “**”, “*” — значимость на уровне 1, 5, 10% соответственно.

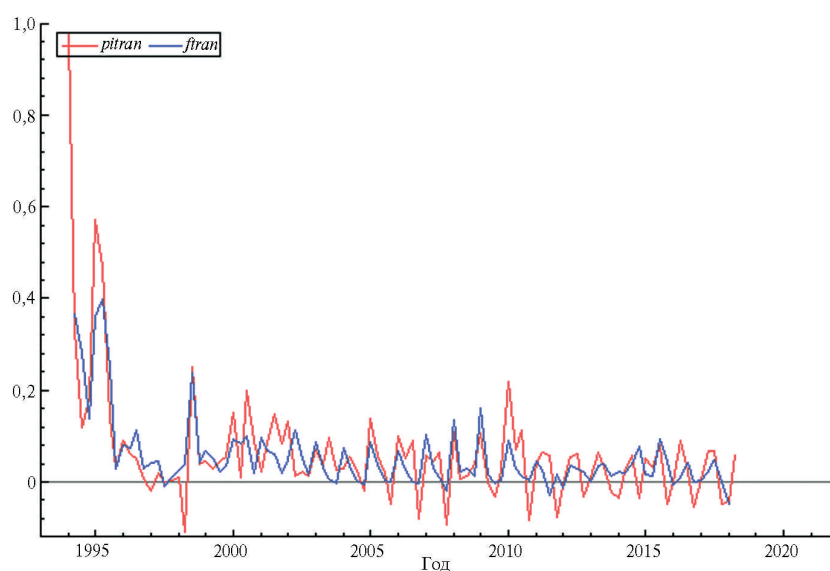


Рис. 8. Темп роста цен коммерческого транспорта в РФ
(*pitran* — фактические значения индекса, *ftran* — расчет по модели регрессии)

Таблица 10. Индекс физического объема коммерческого грузооборота транспорта в РФ

Объясняющая переменная	Значение коэффициента
Константа	1,0586*** (0,1651)
Логарифм базового индекса коммерческого грузооборота транспорта в РФ с лагом в I кв. (ожидания экономических агентов, инерция)	0,5591*** (0,0530)
Логарифм базового индекса физического объема ВВП РФ (индикатор экономической активности)	0,2702*** (0,0301)
Логарифм базового индекса дефлированных тарифов на грузовые перевозки	−0,0730*** (0,0211)
Фиктивная переменная структурного изменения в налоговой политике 2001 г.	0,0360*** (0,0133)

Примечание. Зависимая переменная — логарифм базового индекса коммерческого грузооборота транспорта в РФ. Объем выборки 84 наблюдений, I квартал 1997 — IV квартал 2017 г., $R^2 = 0,97^{**}$. Значение $t_{adf} = -4,6940$ (MacKinnon critical values 2,5657 (1%), −1,9409 (5%), −1,6166 (10%)). В скобках указаны значения стандартных ошибок: “***”, “**”, “*” — значимость на уровне 1, 5, 10% соответственно.

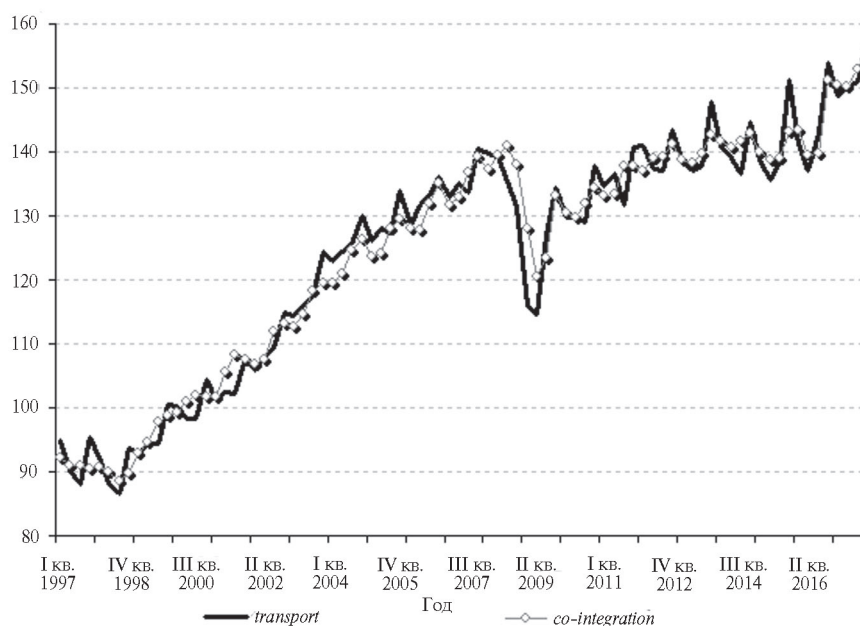


Рис. 9. Индекс объема перевозок коммерческим грузовым транспортом (*transport* — фактические значения индекса, *co-integration* — модельные значения)

6. ВЫВОДЫ

Мировой экономический кризис, разворачивающийся у нас на глазах, по всей видимости, окажется наиболее значимым и масштабным за всю историю Человечества. Два фактора обуславливают неизбежность этого кризиса. Первый фактор — окончание эпохи дешевых денег и титанических усилий Федеральной резервной системы США (ФРС), направленных на закачку ликвидности в американскую экономику с целью преодоления последствий кризиса 2008 г. Повышение ключевых процентных ставок неизбежно приведет к оттоку ликвидности с развивающихся рынков, прежде всего в направлении США, и падению цен на базовые сырьевые ресурсы. Второй фактор — торговые войны, развязанные США против остального мира (прежде всего Китая, Турции). В эпоху торговых войн приоритет отдается *политике* в сравнении с *экономикой*.

В данной работе была построена неравновесная структурная модель реального сектора российской экономики, которая дает описание факторов, в перспективе претендующих на замену главной структурной переменной экспорт-ориентированного сектора — мировой цены на сырую нефть.

Смена ориентиров экономического развития в эпоху нового мирового кризиса выведет Россию на авансцену мировой экономической политики и будет способствовать преодолению деградации и отсталости внутренне-ориентированного сектора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. (1985). Прикладная статистика. Исследование зависимостей. М.: Финансы и статистика.
- Айвазян С.А., Березняцкий А.Н., Бродский Б.Е. (2017). Макроэкономическое моделирование российской экономики // *Прикладная эконометрика*. Т. 47. С. 5—27.
- Colander D., Howitt P., Kirman A., Leijonhufved A., Mehrling P. (2008). Beyond DGSE Models. Toward an Empirically Based Macroeconomics // *American Economic Review. Papers and Proceedings*. Vol. 98 (2). P. 236—240.
- Colander D. (2010). Testimony Presented to U.S. House of Representatives Science and Technology Committee Hearing Entitled “Building a Science of Economics for the Real World”. Serial No. 111—106, July 20, 2010.
- Cooley T. (1997). Calibrated Models // *Oxford Review of Economic Policy*. Vol. 13 (3). P. 55—69.
- Davidson R., MacKinnon J.G. (1993). Estimation and Inference in Econometrics. New York: Oxford University Press.
- Edge R., Gurkaynak R. (2011). How Useful are Estimated DSGE Model Forecasts for Central Banks? Brookings Papers on Economic Activity, Fall 2010.
- Engle R.F., Granger C.W.J. (1987). Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing // *Econometrica*. Vol. 55. P. 251—276.
- Fair R.C. (2004). Estimating How the Macroeconomy Works. Cambridge: Harvard University Press.
- Fair R.C. (2007). Evaluating Inflation Targeting Using a Macroeconomic Model, Economics // *The Open Access Journal*. Vol. 1—52, 2007—2008.
- Fernandez-Villaverde J. (2010). The Econometrics of DSGE Models // *Journal of the Spanish Economic Association*. Vol. 1. P. 3—49.
- Granger C.W.J., Newbold P. (1974). Spurious Regressions in Econometrics // *Journal of Econometrics*. Vol. 35. P. 143—159.
- Heim J. (2017). An Econometric Model of the US Economy. London: Palgrave-MacMillan.
- Klein L., Welfe A., Welfe W. (1999). Principles of Macroeconometric Modeling. Advanced Textbooks in Economics. Vol. 36. Elsevier.
- Klein L., Evans M. (1968). The Wharton Econometric Forecasting Model. Wharton School of Finance and Commerce. Philadelphia: University of Pennsylvania.
- Mankiw N.G. (2006). The Macroeconomist as Scientist and Engineer // *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 20 (4). P. 29—46.
- Paccagnini A. (2011). DSGE Model Evaluation and Hybrid Models: A Comparison. European University working paper, 2011/11.
- Sims C. (1972). Money, Income, and Causality // *The American Economic Review*. Vol. 62 (4). P. 540—552.
- Sims C. (1980). Macroeconomics and Reality // *Econometrica*. Vol. 48 (1). P. 1—48.
- Smets F., Wouters R. (2003). An Estimated Dynamic General Equilibrium Model of the Euro Area // *Journal of the European Economic Association*. Vol. 1 (5). P. 1123—1175.
- Solow R.M. (2010). Testimony Presented to U.S. House of Representatives Science and Technology Committee Hearing Entitled “Building a Science of Economics for the Real World”. Serial. No. 111—106. July 20.
- Welfe W. (2013). Macroeconometric Models. Advanced Studies in Theoretical and Applied Econometrics. Vol. 47. Springer.

REFERENCES (with English translation or transliteration)

- Aivazian S.A., Bereznyskiy A.N., Brodsky B.E. (2017). Macroeconomic Modeling of the Russian Economy. *Applied Econometrics*, 47, 5—27.
- Aivazian S.A., Enjukov I.S., Meshalkin L.D. (1985). Applied Statistics. Study of Relationships. Moscow: Finansy i statistika (in Russian).

- Colander D., Howitt P., Kirman A., Leijonhufved A., Mehrling P.** (2008). Beyond DGSE Models. Toward an Empirically Based Macroeconomics. *American Economic Review. Papers and Proceedings*, 98 (2), 236—240.
- Colander D.** (2010). Testimony Presented to U.S. House of Representatives Science and Technology Committee Hearing Entitled “Building a Science of Economics for the Real World”. Serial No. 111—106, July 20.
- Cooley T.** (1997). Calibrated Models. *Oxford Review of Economic Policy*, 13 (3), 55—69.
- Davidson R., MacKinnon J.G.** (1993). Estimation and Inference in Econometrics. New York: Oxford University Press.
- Edge R., Gurkaynak R.** (2011). How Useful are Estimated DSGE Model Forecasts for Central Banks? Brookings Papers on Economic Activity, Fall 2010.
- Engle R.F., Granger C.W.J.** (1987). Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica*, 55, 251—276.
- Fair R.C.** (2004). Estimating How the Macroeconomy Works. Cambridge: Harvard University Press.
- Fair R.C.** (2007). Evaluating Inflation Targeting Using a Macroeconomic Model, Economics. *The Open Access Journal*, 1—52, 2007—2008.
- Fernandez-Villaverde J.** (2010). The Econometrics of DSGE Models. *Journal of the Spanish Economic Association*, 1, 3—49.
- Granger C.W.J., Newbold P.** (1974). Spurious Regressions in Econometrics. *Journal of Econometrics*, 35, 143—159.
- Heim J.** (2017). An Econometric Model of the US Economy. London: Palgrave-MacMillan.
- Klein L., Welfe A., Welfe W.** (1999). Principles of Macroeconometric Modeling. Advanced Textbooks in Economics, 36. Elsevier.
- Klein L., Evans M.** (1968). The Wharton Econometric Forecasting Model. Wharton School of Finance and Commerce. Philadelphia: University of Pennsylvania.
- Mankiw N.G.** (2006). The Macroeconomist as Scientist and Engineer. *Journal of Economic Perspectives*, 20 (4), 29—46.
- Paccagnini A.** (2011). DSGE Model Evaluation and Hybrid Models: A Comparison. European University. Working paper, 2011/11.
- Sims C.** (1972). Money, Income, and Causality. *The American Economic Review*, 62 (4), 540—552.
- Sims C.** (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, 48 (1), 1—48.
- Smets F., Wouters R.** (2003). An Estimated Dynamic General Equilibrium Model of the Euro Area. *Journal of the European Economic Association*, 1 (5), 1123—1175.
- Solow R.M.** (2010). Testimony Presented to U.S. House of Representatives Science and Technology Committee Hearing Entitled “Building a Science of Economics for the Real World”. Serial No. 111—106, July 20.
- Welfe W.** (2013). Macroeconometric Models. Advanced Studies in Theoretical and Applied Econometrics, 47. Springer.

Non-Equilibrium Structural Models of the Real Sector of the Russian Economy

S.A. Aivazian, A.N. Bereznyatskiy*, B.E. Brodsky**

Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

* E-mail: artandtech@yandex.ru ** E-mail: bbrodsky@yandex.ru

Received 20.08.2018

This study was financially supported by the Russian Science Foundation (project 17-18-01080).

This paper aims at description of prospects of the Russian economy in the middle-term scenario, when changes of the drivers of the economic growth are possible. How and due to which factors the Russian economy will go out the world economic crisis of 2019, what is the role of the economic policy in this situation? In this paper we consider a macroeconomic model created upon the main ideas of the structural modeling, which enables us to describe the main trajectories of economic development in different scenarios. In its essence this model disaggregates the sphere of the real production of the Russian economy into the following sectors: E.O.M. (export-oriented markets), D.O.M. (domestic-oriented markets), N.M. (natural monopolies). Interactions between these sectors are reflected of the final form of the model: the system of two first difference equations describes dynamics of the output in E.O.M.

and D.O.M. sectors. Since the dynamics of output in the N.M. sector is determined from the outputs of E.O.M. and D.O.M. sectors and the total output of the Russian economy depends on the total output of the real sector, we can consider the aggregated values in subsequent stages of econometric modeling. With account of conjuncture factors revealed by theoretical analysis, we create the macroeconomic model, which gives estimates of price indicators and production indices in the main branches of the real sector. The novelty of the proposed approach to applied macroeconomic modeling of the Russian economy, thus, consists in taking into account the inner structure of the Russian economy, on the one hand, and the specific methodology of modeling for description of nonstationary transitional dynamics of the real data, on the other. In this manner, we arrive at the stage of econometric modeling, where the method of cointegration analysis of Engle-Granger is used.

Keywords: economy of Russia; structural modeling; disaggregated macromodel, applied econometric analysis.

JEL Classification: C30, C32, C51, E13.

DOI: 10.31857/S042473880004674-0