

С.М. Иващенко

Институт проблем региональной экономики РАН, Санкт-Петербург;
Научно-исследовательский финансовый институт Минфина РФ,
Москва; Факультет экономики СПбГУ, Санкт-Петербург

Источники долгосрочного роста секторов российской экономики¹

Аннотация. Теоретические модели обычно предполагают стационарность отраслевой структуры экономики. Отношение показателей (из шести) для произвольных двух из 14 отраслей (секторов) российской экономики в большинстве случаев оказывается нестационарным. Ранг коинтеграции показателей внутри отдельной отрасли различается кардинально. В статье построена модель динамического стохастического частичного экономического равновесия (ДСЧЭР) с пятью источниками стохастического тренда: общая производительность факторов; эффективность инвестиций; предложение труда; цены на инвестиционные товары; цены на промежуточные товары. Модель ДСЧЭР представляет собой описание фирм в стиле моделей динамического стохастического общего экономического равновесия (ДСОЭР-моделей), а остальная экономика задается экзогенными правилами. Модель была оценена для каждого из 14 секторов российской экономики. Любые два сектора значимо различаются по ключевым параметрам (коэффициенты производственной функции, выбытия капитала, эластичности спроса). С точки зрения сноса в источниках стохастического тренда лишь три из 182 или восемь из 91 (в зависимости от спецификации теста) различаются незначимо. Разложения дисперсии тренда радикально различаются по отраслям и переменным. Таким образом, использование агрегированных данных в теоретических моделях ведет к потере существенной информации.

Ключевые слова: *стохастический тренд, единичный корень, отрасль, сектор.*

Классификация JEL: C32; E32.

DOI: 10.31737/2221-2264-2020-48-44

Введение

Многие макроэкономические модели строятся на агрегированных данных. Ярким примером этого являются динамические стохастические модели общего экономического равновесия (ДСОЭР). Они широко применяются центральными банками и другими официальными организациями по всему миру (Govar, 2009). Основное достоинство ДСОЭР-моделей состоит в том, что они объясняют динамику переменных в терминах теоретической модели (основанной на предпочтениях и технологиях) и позволяют обойти проблему критики Лукаса (Lucas, 1976). Это делает ДСОЭР-модели ключевым инструментом для выработки решений государства не только в области денежной, но и фискальной политики (Андреев, Полбин, 2018; Вотинков, Елкина, 2018).

Многие временные ряды макроэкономической статистики являются переменными единичного корня, т.е. характеризуются наличием стохастического тренда в своей динамике. Если посмотреть на дезагрегированные данные, например, в разрезе по секторам, можно увидеть,

¹ Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 18-010-01185) «Структурные изменения в экономике России: роль человеческого капитала и инвестиций».

что соответствующие стохастические тренды неинтегрируемы. Это означает, что их доли могут сколь угодно далеко уходить от начального состояния и свойства стохастического тренда в агрегированных данных могут меняться.

Проблему существования тренда в ДСОЭР-моделях периодически решают эконометрическими средствами (Полбин, 2014; Ascari, Castelnuovo, Rossi, 2011; Smets, Wouters, 2003). Однако это ведет к существенному падению качества оценок параметров (Иващенко, 2019). Более правильный и аккуратный подход предполагает введение в модель стохастического тренда. Есть три основных способа введения тренда в ДСОЭР-модели: через общую производительность факторов (Иващенко, 2013; Chaudourne, Feve, Guay, 2014; Diebold, Schorfheide, Shin, 2017); через инвестиции (Schmitt-Grohe, Uribe, 2011; Justiniano, Primiceri, Tambalotti, 2011) и труд (Chang, Doh, Schorfheide, 2007). Введение трендов, специфических для отраслей в рамках ДСОЭР-моделей, чрезвычайно проблематично или вообще невозможно. Соответственно, во всех упомянутых выше моделях отношение показателей двух отраслей (где присутствует более одной отрасли производств) является стационарным процессом.

ДСОЭР-модели крайне редко используют отраслевые данные и содержат что-либо дополнительное, кроме разделения на торгуемый и неторгуемый сектора, как в (Akkoyn, Arslan, Kilinc, 2017). Изредка добавляется что-либо вроде энергетического или добывающего сектора для экономик, где он играет важную роль (Ojeda, Parra-Polania, Vargas, 2014; Tan, 2017). Лишь в нескольких работах авторы используют более дробное разбиение экономики на сектора (Иващенко, 2016; Onatski, Ruge-Murcia, 2013). Это связано с ростом сложности как построения, так и оценки параметров модели при увеличении в ней числа секторов.

Таким образом, есть признаки потери существенной информации от применения агрегированных данных, с одной стороны, а с другой, возникают существенные сложности в построении ДСОЭР-моделей, содержащих множество секторов. Решением этой проблемы является построение модели динамического стохастического частичного экономического равновесия (ДСЧЭР), т.е. модели, где поведение одного сектора описывается подробно (аналогично тому, как это делается для ДСОЭР-моделей), а остальные сектора задаются экзогенными правилами. Это позволит оценить модель для каждого сектора российской экономики, а также легко вводить в модель дополнительные стохастические тренды, которые сложно вводить в рамках стандартной ДСОЭР-модели, и можно получить ответ об источниках долгосрочного развития отраслей российской экономики.

Целью данной работы является анализ источников стохастических трендов в секторах российской экономики и сравнение отраслей с этой точки зрения. Для этого вначале будет проведен эконометрический анализ данных по секторам российской экономики с точки зрения

стохастических трендов. Затем будет построена модель динамического стохастического частичного экономического равновесия. На следующем этапе данная ДСЧЭР-модель будет оценена для каждого сектора российской экономики, после чего – проведено сравнение полученных результатов.

1. Данные и эконометрический анализ

Для расчетов были взяты ежеквартальные данные со II квартала (q2) 2003 г. по II квартал (q1) 2019 г. Для каждого сектора используются следующие ряды.

Темпы роста реальной ($obs_{dYF,t}$) и номинальной ($obs_{dPFYF,t}$) добавленной стоимости; темп роста занятости ($obs_{dLF,t}$); темп роста номинальной заработной платы ($obs_{dWF,t}$) и отношение заработной платы в данном секторе к средней заработной плате по экономике ($obs_{wW,t}$); отношение номинальных инвестиций в основной капитал к добавленной стоимости ($obs_{iFYF,t}$); индекс цен на продукцию инвестиционного назначения ($obs_{dPI,t}$).

Два ряда – общие для всех секторов: процентные ставки Mosprime 3m ($obs_{RH,t}$) и дефлятор ВВП ($obs_{dP,t}$). Отметим, что, за исключением данных о добавленной стоимости и ВВП, ряды данных начинаются с 2005_{q1} или с 2005_{q2}. Российские данные доступны в разной группировке отраслей для различных интервалов рассматриваемого периода. Соответственно, приходится использовать наиболее подробную группировку, в результате чего сформировался следующий список отраслей: сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство (*AB*); добыча полезных ископаемых (*C*); обрабатывающие производства (*D*); производство и распределение электроэнергии, газа и воды (*E*); строительство (*F*); оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования (*G*); транспорт и связь (*I*); гостиницы и рестораны (*H*); финансовая деятельность (*J*); операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг (*K*); государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование (*L*); образование (*M*); здравоохранение и предоставление социальных услуг (*N*); прочие коммунальные, социальные и персональные услуги (*O*).

В некоторые периоды данные присутствуют одновременно в разных группировках, причем информация в них не совпадает, поэтому для таких периодов производится усреднение с линейно меняющимися весами. Например, данные о номинальной добавленной стоимости за 2011 г. можно найти в данных с 2003 по 2011 г. и с 2011 по 2016 г. Темпы роста за II квартал – это 75% показателя из 2003–2011 гг. и 25% – из 2011–2016 гг., а для IV квартала 2011 г. – это уже 75% показателя 2011–2016 гг. и 25% – показателя 2003–2011 гг. Из всех рядов было устранено влияние сезонности с помощью процедуры *tramo/seats* (Gomez, Maravall, 1996).

Рассмотрим 14 отраслей и данные, позволяющие восстановить шесть рядов (оказывающихся в большинстве моделей процессами единичного корня) для каждого сектора: реальная добавленная стоимость (Y), номинальная добавленная стоимость (PY), занятость (L), заработная плата (W), номинальные инвестиции (PI), индекс цен инвестиционных товаров (P_I). Обычно предполагается, что отношение для двух отраслей каждого из показателей является стационарным процессом (Ивашенко, 2016; Petrella, Santoro, 2011; Gawthorpe, 2019). Аналогичное предположение в неявном виде содержится в моделях межотраслевого баланса при использовании траектории сбалансированного роста (Szyld, 1985; Мараховский, 2006). Проверим это при помощи теста ADF для каждой пары отраслей и каждого из шести показателей. Для выбора числа лагов применяется информационный критерий Акаике (AIC). Нулевой гипотезой ADF-теста будет подтверждение факта, что ряд является процессом единичного корня. Такой порядок гипотез (в условиях выборки умеренной длины) может способствовать выбору нулевой гипотезы. Поэтому также используется KPSS-тест, для которого нулевая гипотеза – это стационарность рассматриваемого ряда. Сводные результаты приведены в табл. 1 (более подробно см. в Приложении, табл. А1–А6).

Таблица 1

Число стационарных пар (из 91 комбинации отраслей), согласно тестам ADF и KPSS

Показатель	Тест	
	ADF	KPSS
Индекс цен инвестиционных товаров	6	29
Реальная добавленная стоимость	5	38
Номинальная добавленная стоимость	10	57
Занятость	28	37
Заработная плата	12	48
Номинальные инвестиции	21	27

Данные, представленные в табл. 1, показывают, что логарифм отношения соответствующих показателей для двух отраслей крайне редко оказывается стационарным. Согласно ADF-тесту – это наименьший показатель у занятости, и он составляет менее трети комбинаций отраслей. Если мы смотрим на KPSS-тест, то число стационарных отношений возрастает, но лишь для двух показателей чуть более половины пар отраслей будут стационарными. Это означает, что отношение любого показателя у двух отраслей скорее всего окажется процессом единичного корня, который может сколь угодно далеко уйти от начального состояния. Таким образом, данные явно отвергают пространственную теоретическую гипотезу (Gawthorpe, 2019; Petrella,

Santoro, 2011; Szyld, 1985; Иващенко, 2016; Мараховский, 2006) о наличии стационарной отраслевой структуры, вокруг которой существуют колебания. Теоретически можно было бы оценить ранг коинтеграции для всех отраслей для каждого отдельного показателя. Однако длина выборки порядка 56 периодов при 14 отраслях делает такой тест слишком ненадежным.

Рассмотрим соотношения любого из рассматриваемых показателей для нескольких отраслей по отдельности. Казалось бы, динамика добычи полезных ископаемых (C), обрабатывающих производств (D) и отрасли транспорта и связи (I) должны быть связаны, т.е. отношение показателей должно быть стационарным. Но для реальной добавленной стоимости мы не можем отвергнуть гипотезу о нестационарности (лучшее значение $p\text{-value} = 9,3\%$ для отношения у отраслей D и I). С занятостью картина аналогична: невозможно отвергнуть гипотезу, что отношение числа занятых в отраслях I и D нестационарно (эта пара отраслей имеет $p\text{-value} = 16,2\%$, а это – лучшее значение для ADF-теста). То есть даже для связанных отраслей с точки зрения теории (Gawthorpe, 2019; Petrella, Santoro, 2011; Szyld, 1985; Иващенко, 2016; Мараховский, 2006) их относительные показатели могут со временем сколь угодно далеко уходить от начального состояния.

Разберем последствия нестационарности отношения показателей для пары отраслей. Критика Лукаса свидетельствует о необходимости микроэкономических оснований (Lucas, 1976). ДСОЭР-модели сочетают микроэкономические основания с высоким качеством прогнозов, что достигается благодаря формальной системе оценки параметров. Однако расчеты по ДСОЭР-моделям строятся на аппроксимации решения методом возмущения (Tovar, 2009). Это означает, что переменные модели не должны сильно отклоняться от точки, в которой строится аппроксимация. Сочетание балансовых ограничений (например, для труда) с нестационарностью отношения показателей (занятости в различных отраслях) показывает, что переменные модели могут сколь угодно далеко уходить от начальной точки, в которой строится аппроксимация. Таким образом, построение модели с микроэкономическими основаниями и использованием существующих методов аппроксимации решения, разбиением на отрасли и отражением ключевых статистических характеристик данных оказывается невозможным. Более того, эта проблема была бы существенной уже при нестационарности отношения нескольких пар показателей, а наблюдается нестационарность большинства показателей.

Можно взглянуть на рассматриваемые показатели с других позиций. Анализ показал независимое развитие большинства отраслей (отношение показателей нестационарно), но насколько связаны показатели внутри отрасли?

Попробуем получить ответ на вопрос, сколько источников единичного корня необходимо, чтобы объяснить совместную дина-

мику переменных. Для этого оценим ранг коинтеграции внутри каждой отрасли. Длина выборки, учитывая, что имеется шесть рядов на отрасль, позволяет использовать не более двух лагов в VAR-модели при тестировании на ранг коинтеграции. Результаты представлены в табл. 2. Информационный критерий Акаике (AIC) отдает предпочтение модели с одним лагом для большинства отраслей, однако приведены результаты теста Йохансана для обоих возможных вариантов числа лагов.

Ранги коинтеграции радикально различаются по отраслям российской экономики. Наибольший ранг коинтеграции равен пяти, он соответствует, например, случаю стационарности всех реальных переменных и единичного корня в ценах. Распространенная схема в ДСОЭР-моделях, когда существует единичный корень общей производительности факторов и ценовой компоненты, дал бы ранг коинтеграции, равный четырем, но в российских данных такой ранг наблюдается только в двух отраслях. А минимальный ранг коинтеграции, равный

Таблица 2

Ранг коинтеграции шести наблюдаемых рядов по каждой отрасли

Сектор	Ранг коинтеграции		AIC	
	1 лаг	2 лага	1 лаг	2 лага
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство (AВ)	5	4	-23,83	-24,20
Добыча полезных ископаемых (С)	4	4	-23,28	-23,05
Обрабатывающие производства (D)	3	4	-27,42	-28,76
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды (E)	3	6	-28,96	-29,81
Строительство (F)	2	3	-20,85	-21,94
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования (G)	2	1	-25,04	-24,61
Транспорт и связь (I)	3	3	-28,98	-29,41
Гостиницы и рестораны (H)	1	3	-24,76	-24,47
Финансовая деятельность (J)	3	3	-23,30	-23,85
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг (K)	2	1	-25,45	-25,46
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование (L)	1	4	-27,61	-28,85
Образование (M)	4	3	-29,23	-30,55
Здравоохранение и предоставление социальных услуг (N)	2	3	-26,94	-26,43
Прочие коммунальные, социальные и персональные услуги (O)	3	3	-23,45	-23,20

Примечание. В таблице полужирным шрифтом выделены лучшие значения информационного критерия.

единице, предполагает пять источников единичного корня в модели (включая ценовую компоненту), что превышает максимум, встречающийся в ДСОЭР-моделях.

2. Модель

В рамках модели ДСЧЭР подробно описываются фирмы, а остальная экономика, взаимодействующая с ними, — экзогенными соотношениями. Это позволяет вводить источники единичного корня, не согласовывая их между отраслями и другими агентами. В данной модели присутствует пять источников единичного корня: $Z_{Y,t}$ — общая производительность факторов; $Z_{L,t}$ — эффективность преобразования инвестиций в капитал; $Z_{L,t}$ — предложение труда; $Z_{Pl,t}$ — цены на инвестиционные товары; $Z_{PQ,t}$ — цены на промежуточные товары. Это соответствует минимальному рангу коинтеграции (1 — для шести переменных), наблюдающемуся у секторов G и L (см. табл. 2).

Фирмы решают задачу

$$E \left(\sum_{t=0}^{\infty} \left(\prod_{k=0}^{t-1} R_k \right)^{-1} \left(D_t - T_{Y,t} P_{ind,t} \phi_P \left(\frac{P_{F,t}}{P_{F,t-1}} - 1 \right)^2 - T_{Y,t} P_{ind,t} \phi_P \left(\frac{L_{F,t}}{L_{F,t-1}} - 1 \right)^2 \right) \right) \rightarrow \max_{D,P,Y,K,I,L,Q}, \quad (1)$$

при ограничениях:

$$Y_{F,t} = (P_{F,t} / P_{ind,t})^{-\theta_F} (Y_{D,t}), \quad (2)$$

$$D_t + P_{I,t} I_t + P_{Q,t} Q_t + W_t L_{F,t} = P_{F,t} Y_{F,t} (1 - \tau_t), \quad (3)$$

$$Y_{F,t} = Z_{YY,t} (Z_{Y,t} L_{F,t})^{\alpha_L} (K_{t-1})^{\alpha_K} (Q_t)^{1-\alpha_L-\alpha_K}, \quad (4)$$

$$K_t = (1 - \delta) K_{t-1} + Z_{I,t} I_t \left(1 - \phi_K \left[I_t / (K_{t-1} e^{t_{K,t} - (t-\bar{k}-\bar{K})}) - 1 \right]^2 \right), \quad (5)$$

где R_t — процентная ставка; $P_{ind,t}$ — уровень цен в отрасли (поскольку фирмы гомогенны, то он совпадает в равновесии с ценой, устанавливаемой каждой фирмой); $T_{Y,t}$ — стохастический тренд, соответствующий спросу и выпуску отрасли; $P_{F,t}$ — цены устанавливаемые фирмой на свою продукцию; $L_{F,t}$ — объем труда, используемого фирмой; $Y_{F,t}$ — выпуск фирмы; $P_{I,t}$ — цена инвестиционных товаров; $P_{Q,t}$ — цена промежуточных товаров; $t_{K,t}$ — отвечает за приращение стохастического тренда, соответствующего капиталу; $Z_{YY,t}$, $Z_{L,t}$, $Z_{Y,t}$ — экзогенные процессы.

Целевая функция (1) состоит из дисконтированного потока дивидендов, негибкости по Ротембергу, цен и занятости. Негибкость в целевой функции отражает расхождение целей собственника и менеджмента фирм, в то время как альтернативный подход интерпретации их в качестве реальных издержек создает проблемы сопоставления статистических данных с переменными модели. Ограничение на спрос (2) является стандартным, происходящим из CES агрегирующей функции при совокупном спросе на товары отрасли ($Y_{D,t}$). Бюджетное ограничение (3) указывает на то, что фирмы тратят средства на дивиденды

(D_t), приобретение инвестиционных товаров ($P_{I,t}$), приобретение промежуточных товаров ($P_{Q,t}$, Q_t) и заработную плату ($W_{L_{F,t}}$), а источником средств является выручка ($P_{F,t}$, $Y_{F,t}$) за вычетом налогов (τ_t). Производственная функция (4) — это функция Коба–Дугласа с тремя факторами производства: $L_{F,t}$, K_t и Q_t . Ограничение на эволюцию капитала (5) содержит негибкость инвестиций и меняющуюся во времени эффективность преобразования инвестиций в капитал, аналогичный (Schmitt-Grohe, Uribe, 2011):

Отметим, что нельзя игнорировать столь существенный фактор, как налоги. Например, в 2018 г. налоги (доходы бюджета) составили 35,6% ВВП, а для некоторых отраслей — намного больше (к сожалению, отсутствуют наблюдаемые переменные по налоговым поступлениям с разбивкой по отраслям). Игнорирование этого факта привело бы к существенному завышению прибыли и радикальному завышению мотивов для инвестирования.

Все остальные уравнения модели экзогенные. Спрос на продукцию отрасли задается уравнением

$$Y_{D,t} = (P_{Ind,t} / P_t)^{-\theta_D} \left(e^{-\theta_D \bar{P}_{Ind}} Z_{D,t} \right) e^{T_{Y,t}}, \quad (6)$$

имеющим вид, аналогичный получающемуся при CES-агрегировании. Спрос зависит от относительного уровня цен и экзогенного процесса ($Z_{D,t}$), а предложение труда описывается уравнениями:

$$(N_t - L_{F,t}) W_t = Z_{LL,t} Z_{L,t}, \quad (7)$$

$$\log(N_t / t_{L,t}) = \gamma_n \log(N_{t-1} / t_{L,t-1}) + (1 - \gamma_n) (\gamma_{nw} \log(W_{R,t}) + Z_{N,t}), \quad (8)$$

$$W_{R,t} = Z_{WtW,t}. \quad (9)$$

Уравнение (7) показывает, что спрос на свободное время (в денежном выражении) — это комбинация экзогенных процессов (стационарного $Z_{LL,t}$ и источника единичного корня $Z_{L,t}$); (8) — объем рабочей силы, применяемой в отрасли, содержит эффект сглаживания, экзогенный процесс $Z_{N,t}$ и влияние относительного уровня заработных плат (в отрасли по отношению к экономике в целом); (9) — относительный уровень заработных плат задается экзогенным процессом. Относительный уровень заработных плат, который является наблюдаемой переменной, что позволяет различать экзогенный процесс $Z_{N,t}$ и $Z_{WtW,t}$. Наблюдающееся различие в уровне заработных плат между отраслями свидетельствует об отсутствии свободного перетока рабочей силы между отраслями, вероятно, в силу различий между условиями труда и квалификационными требованиями. Соответственно, уравнение (8) описывает ограниченный переток рабочей силы.

Уравнения эволюции цен:

$$\log(P_t / P_{t-1}) = \frac{\gamma_{PF}}{1 + \gamma_{PF}} \log(P_{F,t} / P_{F,t-1}) + \frac{1}{1 + \gamma_{PF}} Z_{P,t} = \gamma_{PF} \log\left(\frac{P_{F,t} P_{t-1}}{P_t P_{F,t-1}}\right) + Z_{P,t}, \quad (10)$$

$$\log(P_{I,t} / P_t) = Z_{PI,t} Z_{PI,t}, \quad (11)$$

$$\log(P_{Q,t} / P_t) = Z_{PQQ,t} Z_{PQ,t}. \quad (12)$$

Общий уровень цен в экономике P_t задается взвешенным средним инфляции в отрасли и экзогенным процессом $Z_{P,t}$, а относительные цены инвестиционных и промежуточных товаров – комбинациями стационарного и нестационарного экзогенных процессов (стационарные – $Z_{PI,t}$, $Z_{PQQ,t}$, и источники единичного корня – $Z_{PI,t}$, $Z_{PQ,t}$).

В рамках ДСЧЭР динамика цен каждой отрасли не влияет на общий уровень цен напрямую. Есть как существенные аргументы в пользу такого подхода, так и против него. С недостатками все очевидно: общий уровень цен должен соответствовать усреднению всех цен, а значит, и цен товаров отдельной отрасли. А поскольку вес отрасли – ненулевой, то динамика ее цен должна влиять на инфляцию. Однако нестационарность отношения выпусков, а также цен отраслей означают, что вклад цен в отдельной отрасли в общий уровень цен будет меняться во времени (причем он может сколь угодно далеко уйти от начального). Поэтому необходимо ввести вес отрасли, являющийся процессом единичного корня (вероятно, со сносом), что сделает крайне сложным (или невозможным) преобразование переменных к стационарному виду. А без этого метод возмущения, используемый для нахождения аппроксимации поведения модели, перестанет адекватно работать. К тому же, существование импорта уменьшает влияние цен производителей отрасли на общий уровень цен. Все это стимулировало в рамках модели ДСЧЭР пренебречь прямым влиянием цен отрасли на общий уровень цен, но при этом ввести влияние изменения цен в отрасли на инфляцию.

Правила эволюции процентных ставок и эффективных ставок налогов:

$$\ln(R_t) = \gamma_R \ln(R_{t-1}) + (1 - \gamma_R) \left(Z_{R,t} + \gamma_{RP} (p_t - \bar{p}) + \gamma_{RY} (z_{D,t} - \eta_{0,D,t}) \right), \quad (13)$$

$$\tau_t = \gamma_T \tau_{t-1} + (1 - \gamma_T) \left(\gamma_{TY} (z_{D,t} - \eta_{0,D,t}) + z_{T,t} \right). \quad (14)$$

Правило (13) аналогично правилу Тейлора, но в нем применяется разрыв выпуска отрасли (а не экономики в целом). Аналогично – в правиле для налогов есть компонента сглаживания, экзогенный шок и разрыв выпуска отрасли.

Влияние выпуска отрасли на динамику процентной ставки отличается от стандартного правила Тейлор, применяемого в ДСОЭР-моделях. Во-первых, влияние всех остальных отраслей зашито в шоке денежной политики $Z_{R,t}$, так как в рамках ДСЧЭР наблюдается только одна отрасль. Более того, выпуск отрасли определяется экзогенным спросом на ее продукцию, т.е. стандартное воздействие разрыва выпуска разбивается на набор из экзогенных отраслевых разрывов. Во-вторых, процентные ставки по отраслям могут немного различаться (в связи с отраслевыми лимитами банков), а используемый наблюдаемый показатель может интерпретироваться как оценка для характер-

ной отраслевой ставки (несмещенный, но с ошибками измерений).

Все экзогенные процессы описывают процессами AR(1) с параметризацией вида

$$z_{*,t} = \eta_{1,*} z_{*,t-1} + (1 - \eta_{1,*}) \eta_{0,*} + \varepsilon_{*,t}. \quad (15)$$

Модель (1)–(15) написана в терминах нестационарных переменных. Однако задача (1)–(5) порождает условия оптимальности, содержащие рациональные ожидания. Эти задачи аналогичны возникающим при работе с ДСОЭР-моделями, для которых находится аппроксимация решения методом возмущений. Однако для этого необходимо перейти к стационарным переменным. Стационарные переменные обозначаются соответствующей малой буквой и являются логарифмами отношений переменной к соответствующему стохастическому тренду. В модели присутствует пять источников единичного корня (процессы $Z_{Y,t}$, $Z_{L,t}$, $Z_{L,t}$, $Z_{PI,t}$, $Z_{PQ,t}$) и множество стационарных экзогенных процессов (остальные $Z_{*,t}$), но многие уравнения – например бюджетное ограничение (3) или производственная функция (4) – связывают тренды различных переменных.

Уравнения взаимосвязи источников единичного корня с трендами переменных:

$$t_{I,t} = T_{Q,I} z_{I,t} + T_{Q,Y} z_{Y,t} + z_{L,t} + (1 + T_{Q,PQ}) z_{PQ,t} + (T_{Q,PI} - 1) z_{PI,t}, \quad (16)$$

$$t_{K,t} = (1 + T_{Q,I}) z_{I,t} + T_{Q,Y} z_{Y,t} + z_{L,t} + (1 + T_{Q,PQ}) z_{PQ,t} + (T_{Q,PI} - 1) z_{PI,t}, \quad (17)$$

$$t_{L,t} = (T_{Q,I} \alpha_L - \alpha_K) z_{I,t} / \alpha_L + (T_{Q,Y} - 1) z_{Y,t} + z_{L,t} + \quad (18)$$

$$+ (1 + T_{Q,PQ} - T_{W,PQ}) z_{PQ,t} + (T_{Q,PI} - T_{W,PI}) z_{PI,t},$$

$$t_{Y,t} = T_{Q,I} z_{I,t} + T_{Q,Y} z_{Y,t} + z_{L,t} + (T_{Q,PQ} + \alpha_L + \alpha_K - \alpha_L T_{W,PQ}) z_{PQ,t} + \quad (19)$$

$$+ (T_{Q,PI} - \alpha_K - \alpha_L T_{W,PI}) z_{PI,t},$$

$$t_{W,t} = \alpha_K z_{I,t} / \alpha_L + z_{Y,t} + (T_{W,PQ}) z_{PQ,t} + (T_{W,PI} - 1) z_{PI,t}, \quad (20)$$

$$t_{Q,t} = T_{Q,I} z_{I,t} + T_{Q,Y} z_{Y,t} + z_{L,t} + T_{Q,PQ} z_{PQ,t} + T_{Q,PI} z_{PI,t}, \quad (21)$$

$$t_{PQ,t} = z_{PQ,t}, \quad (22)$$

$$t_{PI,t} = z_{PI,t}, \quad (23)$$

$$t_{PF,t} = (1 - \alpha_L - \alpha_K + \alpha_L T_{W,PQ}) z_{PQ,t} + (\alpha_K + \alpha_L T_{W,PI}) z_{PI,t}. \quad (24)$$

Уравнения связи наблюдаемых переменных (описаны в разд. 1) с переменными модели:

$$obs_{dYF,t} = \log \left(\frac{e^{p_{F,t-1} + y_{F,t} + t_{Y,t}} - e^{p_{Q,t-1} + q_t + t_{Q,t}}}{e^{p_{F,t-1} + y_{F,t-1}} - e^{p_{Q,t-1} + q_{t-1}}} \right), \quad (25)$$

$$obs_{dPFYF,t} = \log \left(\frac{e^{p_{F,t} + y_{F,t}} - e^{p_{Q,t} + q_t}}{e^{p_{F,t-1} + y_{F,t-1}} - e^{p_{Q,t-1} + q_{t-1}}} \right) + p_t + t_{PF,t} + t_{Y,t}, \quad (26)$$

$$obs_{IFYF,t} = p_{I,t} + i_{F,t} - \log \left(e^{p_{F,t} + y_{F,t}} - e^{p_{Q,t} + q_t} \right), \quad (27)$$

$$obs_{dPIF,t} = p_{I,t} - p_{I,t-1} + p_t + t_{PI,t}, \quad (28)$$

$$obs_{dLF,t} = l_{F,t} - l_{F,t-1} + t_{L,t}, \quad (29)$$

$$obs_{dWF,t} = w_t - w_{t-1} + p_t + t_{W,t}, \quad (30)$$

$$obs_{wiW,t} = w_{R,t}, \quad (31)$$

$$obs_{RH,t} = r_t, \quad (32)$$

$$obs_{dP,t} = p_t. \quad (33)$$

3. Результаты

Параметры модели были оценены для 14 секторов российской экономики, для чего численно был найден максимум апостериорной плотности. Стандартные отклонения вычислены на основе нормальной аппроксимации. Расчет проводился при помощи пакета *dynare* на основе аппроксимации первого порядка (Adjemian, Bastani, Juillard et al., 2011). Априорные распределения для всех отраслей одинаковы и приведены в Приложении, табл. А7. Для стандартных отклонений шоков используется обратное γ -распределение, а для остальных параметров – распределение Гаусса. Ключевые параметры, характеризующие производственную функцию, приведены в табл. 3, а все оценки – в Приложении в табл. А8.

Таблица 3

Оценки отдельных параметров модели

Сектор	α_K %	α_L %	δ_K %	θ_D	θ_F
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство (АВ)	2,53	21,44	2,45	4,00	8,08
Добыча полезных ископаемых (С)	1,44	33,69	1,46	5,71	7,98
Обрабатывающие производства (D)	14,05	28,01	2,36	4,00	8,26
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды (E)	1,00	18,06	2,43	4,00	10,32
Строительство (F)	40,42	25,11	2,37	4,00	8,57
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования (G)	22,21	33,73	2,31	8,80	9,25
Транспорт и связь (I)	35,53	18,49	2,07	4,00	10,15
Гостиницы и рестораны (H)	32,17	24,11	1,39	4,00	9,84
Финансовая деятельность (J)	32,33	37,89	0,69	4,00	11,28
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг (K)	41,56	32,87	1,82	4,00	8,41
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование (L)	63,24	1,00	1,54	5,82	11,47
Образование (M)	29,30	31,79	2,00	4,00	8,57
Здравоохранение и предоставление социальных услуг (N)	44,87	41,67	1,79	6,02	7,99
Прочие коммунальные, социальные и персональные услуги (O)	44,09	41,07	1,23	4,14	10,11

Некоторые оценки коэффициентов заметно отличаются от получающихся, исходя из доли расходов на соответствующий фактор производства. Это связано с негибкостью факторов производства, и в частности с капиталом, принадлежащим фирмам, со стоимостью инвестиционных товаров, имеющих иную детерминированную компоненту тренда, а не цены продукции фирм. Прямые оценки коэффициентов производственной функции дают намного более широкие доверительные интервалы, в которые подобные оценки легко попадают.

Можно заметить, что рассматривая только наиболее ключевые параметры модели, отрасли экономики выглядят непохожими. Фактически доля капитала в производственной функции колеблется от 1 до 63,24%; доля труда – от 1 до 41,67%. Две наиболее похожие отрасли – отрасли *N* и *O*. Для этой пары тест Вальда на равенство коэффициентов (α_K и α_L) между отраслями дает значение $p\text{-value} = 8,32\%$. Следующая по близости пара – *AB* и *E*, она дает $p\text{-value} = 0,16\%$ теста Вальда. Если добавить коэффициенты θ_F и θ_D , то значение $p\text{-value}$ у пары *AB–E* возрастает до 1,98%, но все равно остается незначимым, а у пары *N–O* падает фактически до 0.

В данном случае применялся тест на равенство коэффициентов в первой отрасли (*N* или *AB*) коэффициентам во второй отрасли (*O* или *E* соответственно), т.е. использовалась дисперсия оценок для первой рассматриваемой отрасли (*N* или *AB*). Если изменить порядок отраслей, то $p\text{-value}$ будут заметно ближе к 0. Если бы оценки параметров можно было считать независимыми, то дисперсии складывались бы и тогда наиболее схожими отраслями оказались бы *AB* и *E*. И в таком случае $p\text{-value}$ составит 6,10%, т.е. гипотеза о равенстве пяти пар параметров не отвергается. Однако для любой другой пары отраслей она отвергается. Таким образом, уже на стадии оценок параметров можно заметить статистически значимое различие двух любых отраслей (за одним исключением).

Аналогично можно взглянуть на детерминированную составляющую трендов (снос), представленных в табл. 4. Тут также наблюдаются существенные различия отраслей – отличия затрагивают даже знак сноса. Например, в *F* объем рабочей силы быстро снижается, а в секторе *E* или *O* – быстро растет. Эффективность преобразования инвестиций в капитал в секторе *C* или *F* растет, а в секторе *H* или *O* – быстро снижается.

Однако можно найти пару отраслей, где различия в параметрах сноса статистически незначимы. Это отрасли *K* и *I* с $p\text{-value} = 46,17\%$. В данном варианте теста порядок пары отраслей имеет значение (используется дисперсия ошибок первой отрасли). При обратном порядке – $p\text{-value} = 0,04\%$, т.е. дело в высокой дисперсии оценок отрасли *K*. Однако учитывая, что рассматривается 182 пары отраслей, и если потребовать не 5%-ного уровня значимости в отдельном тесте, а иметь 5%-ную вероятность и ошибочно отвергнуть нулевую гипотезу (о равен-

Таблица 4

Оценки сноса источников единичного корня, %

Сектор	$\eta_{0,I}$	$\eta_{0,L}$	$\eta_{0,PI}$	$\eta_{0,PQ}$	$\eta_{0,Y}$
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство (AB)	0,055	0,021	-0,926	5,629	2,306
Добыча полезных ископаемых (C)	0,718	-0,185	-0,306	0,471	-0,135
Обрабатывающие производства (D)	-0,746	-0,171	-0,900	0,591	0,311
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды (E)	-0,242	0,360	-0,575	0,183	0,589
Строительство (F)	1,118	-0,287	-0,124	10,080	-0,922
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования (G)	-0,986	0,028	-0,796	-11,226	-0,518
Транспорт и связь (I)	0,061	-0,184	-0,839	0,633	0,999
Гостиницы и рестораны (H)	-1,840	0,130	-0,254	1,190	1,686
Финансовая деятельность (J)	-0,603	-0,038	-0,315	2,595	0,184
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг (K)	-0,639	0,052	-0,737	0,406	1,637
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование (L)	0,022	0,316	-0,247	-2,139	-1,462
Образование (M)	-0,170	0,138	-0,706	-1,053	-0,402
Здравоохранение и предоставление социальных услуг (N)	-0,488	0,160	0,419	-0,903	-0,871
Прочие коммунальные, социальные и персональные услуги (O)	-1,805	0,447	-0,803	0,992	0,534

стве параметров между отраслями), то уровень значимости для индивидуального теста смещается к значению $1 - 0,95^{182} > 0,999$. И в таком случае даже эта пара будет незначимой. Если считать, что оценки параметров не зависимы между отраслями, то число статистически неразличимых пар отраслей возрастает до семи (AB-I, AB-K, D-E, D-I, E-I, E-K, I-K). При этом максимальный p -value = 87,08% (у пары I-K). При корректировке уровня значимости на число тестов он возрастает до $1 - 0,95^{91} \approx 0,99$. Таким образом, с точки зрения детерминированной компоненты источников тренда, почти все пары отраслей оказываются значимо различными.

Посмотрим на вклад каждого источника стохастического тренда в дисперсию тренда отдельной переменной. Подобное разложение дисперсии для тренда реальной добавленной стоимости представлено в табл. 5.

Из данных, представленных в табл. 5, следует, что основной источник стохастического тренда в ДСОЭР-моделях — общая производительность факторов производства. В условиях наличия множества

Таблица 5

Разложение дисперсии для тренда реальной добавленной стоимости

Сектор	ε_I	ε_L	ε_{pl}	ε_{pQ}	ε_γ
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство (<i>AB</i>)	0,21	0,97	0,90	97,92	0,00
Добыча полезных ископаемых (<i>C</i>)	3,29	94,98	0,87	0,86	0,00
Обрабатывающие производства (<i>D</i>)	71,39	0,08	0,03	28,49	0,00
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды (<i>E</i>)	0,02	0,00	9,62	90,36	0,00
Строительство (<i>F</i>)	0,10	0,39	33,70	65,81	0,00
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования (<i>G</i>)	98,47	1,53	0,00	0,00	0,00
Транспорт и связь (<i>I</i>)	17,06	81,56	0,41	0,95	0,02
Гостиницы и рестораны (<i>H</i>)	62,33	17,97	19,68	0,01	0,01
Финансовая деятельность (<i>J</i>)	75,70	23,23	1,07	0,00	0,00
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг (<i>K</i>)	1,42	63,70	34,87	0,01	0,00
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование (<i>L</i>)	0,00	98,81	0,28	0,91	0,00
Образование (<i>M</i>)	86,27	11,99	1,73	0,00	0,01
Здравоохранение и предоставление социальных услуг (<i>N</i>)	0,01	0,00	0,00	99,99	0,00
Прочие коммунальные, социальные и персональные услуги (<i>O</i>)	28,38	71,62	0,00	0,00	0,00

источников тренда общая производительность факторов оказывается наименее важным фактором для всех отраслей. Так же можно заметить существенные различия между отраслями. В одной части отраслей ключевыми факторами являются стоимость промежуточных товаров (для *N* и *AB*), а в других – эффективность преобразования инвестиций в капитал (для *D*, *J* и *M*), также есть отрасли, где нет доминирующего воздействия одного из факторов на динамику тренда реального выпуска (*H*).

Если посмотреть на реальные инвестиции, данные по которым представлены в табл. 6, можно увидеть некоторое смещение факторов. Например, инвестиции в сельском хозяйстве объясняются в основном доступностью рабочей силы и немного – эффективностью инвестиций. А цены промежуточных товаров, определяющие доминирующую долю дисперсии тренда выпуска, объясняют лишь небольшую долю динамики тренда инвестиций. Так, например, для сектора добычи полезных ископаемых ключевую роль и в выпуске, и в инвестициях играет объем предложения труда.

Можно ожидать, что доля тренда инвестиций, вызванная шоками цен инвестиционных товаров или эффективности инвести-

Таблица 6

Разложение дисперсии для тренда реальных инвестиций

Сектор	ε_I	ε_L	ε_{pl}	ε_{pQ}	ε_Y
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство (AВ)	17,03	77,41	3,56	1,99	0,00
Добыча полезных ископаемых (С)	3,27	94,35	2,37	0,00	0,00
Обрабатывающие производства (D)	55,76	0,06	0,01	44,17	0,00
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды (E)	0,82	0,08	46,78	52,25	0,06
Строительство (F)	0,23	0,94	97,68	1,15	0,00
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования (G)	98,46	1,53	0,01	0,00	0,00
Транспорт и связь (I)	11,66	55,74	31,90	0,69	0,01
Гостиницы и рестораны (H)	40,90	11,79	47,28	0,02	0,01
Финансовая деятельность (J)	74,24	22,78	2,97	0,00	0,00
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг (K)	0,92	41,40	57,66	0,02	0,00
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование (L)	0,00	90,31	4,54	5,14	0,00
Образование (M)	86,29	12,00	1,71	0,00	0,01
Здравоохранение и предоставление социальных услуг (N)	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Прочие коммунальные, социальные и персональные услуги (O)	28,37	71,61	0,01	0,00	0,00

ций, должна возрасти. Однако лишь для четырех отраслей объясняющая способность эффективности инвестиций увеличилась (при переходе от выпуска к объему инвестиций). Для цен инвестиционных товаров увеличение затронуло большинство секторов (11 из 14). То есть в случае трендов влияние факторов не столь прямо связано с их источниками. Рассмотрим факторы, задающие динамику тренда занятости, представленные в табл. 7.

Можно ожидать, что доминирующую роль в тренде занятости будут играть шоки объема рабочей силы. Для многих отраслей это так, но для пары отраслей данный шок объясняет лишь малую часть тренда занятости, и это – отрасли D, E и N. Проанализируем эти три случая подробнее.

В случае сектора N доминирующую роль в тренде занятости играют шоки цен промежуточных товаров. Это связано с высокой дисперсией и автокорреляцией соответствующего шока. И для данного сектора легко представить пример, иллюстрирующий реализацию подобной механики. Цены на проведение ДНК-тестов и сложных медикаментов снижаются, но это отражается в снижении стоимости проме-

Таблица 7

Разложение дисперсии для тренда занятости

Сектор	ε_I	ε_L	ε_{PI}	ε_{PQ}	ε_Y
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство (АВ)	31,84	48,02	10,46	9,67	0,01
Добыча полезных ископаемых (С)	3,52	94,23	0,19	2,06	0,00
Обрабатывающие производства (D)	11,70	0,16	0,18	87,72	0,24
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды (E)	0,30	0,09	13,26	86,35	0,00
Строительство (F)	2,22	1,15	95,06	1,56	0,00
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования (G)	10,28	89,26	0,00	0,00	0,45
Транспорт и связь (I)	50,70	35,88	5,05	8,34	0,04
Гостиницы и рестораны (H)	11,97	49,73	38,29	0,01	0,00
Финансовая деятельность (J)	44,48	55,14	0,35	0,00	0,02
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг (K)	10,12	50,97	38,88	0,01	0,01
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование (L)	15,69	62,42	2,14	19,74	0,01
Образование (M)	71,46	26,96	1,49	0,02	0,06
Здравоохранение и предоставление социальных услуг (N)	0,81	0,00	0,00	99,19	0,00
Прочие коммунальные, социальные и персональные услуги (O)	3,99	96,01	0,00	0,00	0,00

жуточных товаров. Это снижение стоимости стимулирует увеличение как объема услуг сектора здравоохранения, так и закупку оборудования (для анализа ДНК) и увеличение персонала для новых видов медицинских анализов.

В случае сектора *D* механика другая. Тут ключевую роль играют цены промежуточных товаров и эффективность инвестиций, что легко объяснимо. В зависимости от цен на промежуточные товары происходит разная степень их обработки, что влияет на необходимый объем персонала и капитала (более 40% тренда инвестиций объясняется ценами промежуточных товаров). Однако эффективность инвестиций существенно влияет на добавленную стоимость и, конечно, на объем самих инвестиций.

Для сектора *E* естественно доминирующее влияние промежуточных товаров, включая газ и нефтепродукты.

Таким образом, у различных секторов и характеризующих их переменных оказываются различные источники стохастического тренда. Объединение же данных со столь различной динамикой должно приводить к существенной потере информации.

4. Заключение

Теоретические модели обычно предполагают стационарность отраслевой структуры экономики. Были рассмотрены данные по секторам российской экономики. Отношение показателей для двух отраслей в большинстве случаев оказывается нестационарным. Взаимосвязь показателей внутри отдельной отрасли также кардинально различается, в частности с точки зрения ранга коинтеграции.

Была построена модель ДСЧЭР с пятью источниками стохастического тренда. Модель оценена для 14 секторов российской экономики. Оказалось, что два любых сектора значимо различаются с точки зрения ключевых параметров (коэффициенты производственной функции, выбытия капитала, эластичности спроса). С точки зрения сноса в источниках стохастического тренда лишь три из 182 или восемь из 91 (в зависимости от спецификации теста) различаются незначимо.

Отрасли существенно различаются с точки зрения объясняющей способности различных источников стохастического тренда отдельного показателя. Более того, для разных переменных соответствующие разложения кардинально различаются, как, например, для здравоохранения. Таким образом, использование агрегированных данных влечет за собой потери существенной информации и поэтому необходимо развивать многосекторные теоретические модели (сохраняя требования наличия микроэкономических оснований и отражения ключевых свойств временных рядов).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Для таблиц А1–А6 выше диагонали приведены *p*-value ADF-теста, ниже диагонали – статистика KPSS-теста (5% – критическое значение 0,146).

Таблица А1

ADF- и KPSS-тесты для логарифма отношения индексов цен инвестиционных товаров

	<i>AB</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>H</i>	<i>J</i>	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>O</i>
<i>AB</i>		0,256	0,036	0,486	0,874	0,254	0,583	0,030	0,121	0,256	0,877	0,003	1,000	0,841
<i>C</i>	0,197		0,487	0,267	0,053	0,098	0,547	0,843	0,151	0,014	0,041	0,656	0,965	0,367
<i>D</i>	0,046	0,196		0,577	0,533	0,501	0,123	0,035	0,635	0,663	0,656	0,083	0,977	0,274
<i>E</i>	0,201	0,126	0,214		0,426	0,627	0,835	0,420	0,235	0,202	0,172	0,694	0,914	0,342
<i>F</i>	0,223	0,119	0,221	0,211		0,352	0,773	0,840	0,363	0,210	0,906	0,540	0,978	0,520
<i>G</i>	0,143	0,174	0,166	0,146	0,202		0,873	0,088	0,198	0,416	0,639	0,521	0,927	0,207
<i>I</i>	0,099	0,163	0,130	0,175	0,235	0,117		0,103	0,083	0,501	0,499	0,218	0,767	0,053
<i>H</i>	0,049	0,222	0,058	0,208	0,250	0,135	0,112		0,459	0,689	0,547	0,351	1,000	0,381
<i>J</i>	0,146	0,160	0,182	0,142	0,217	0,082	0,094	0,191		0,294	0,086	0,922	1,000	0,538
<i>K</i>	0,202	0,120	0,202	0,152	0,114	0,187	0,203	0,233	0,181		0,143	0,656	0,860	0,312
<i>L</i>	0,196	0,118	0,203	0,118	0,219	0,169	0,204	0,244	0,176	0,163		0,655	0,876	0,246

Окончание таблицы А1

	<i>AB</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>H</i>	<i>J</i>	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>O</i>
<i>M</i>	0,077	0,186	0,134	0,217	0,224	0,141	0,115	0,065	0,176	0,199	0,205		0,983	0,516
<i>N</i>	0,216	0,234	0,236	0,250	0,250	0,229	0,244	0,230	0,256	0,241	0,247	0,253		1,000
<i>O</i>	0,082	0,187	0,120	0,199	0,235	0,115	0,091	0,097	0,210	0,205	0,211	0,120	0,250	

Таблица А2

ADF- и KPSS-тесты для логарифма отношения реальной добавленной стоимости

	<i>AB</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>H</i>	<i>J</i>	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>O</i>
<i>AB</i>		0,409	0,617	0,785	0,484	0,740	0,461	0,582	0,512	0,592	0,672	0,423	0,466	0,373
<i>C</i>	0,111		0,591	0,013	0,727	0,942	0,825	0,845	0,526	0,319	0,006	0,574	0,333	0,145
<i>D</i>	0,096	0,140		0,211	0,675	0,936	0,093	0,511	0,894	0,854	0,152	0,070	0,097	0,536
<i>E</i>	0,106	0,228	0,114		0,597	0,778	0,059	0,583	0,734	0,831	0,027	0,455	0,009	0,650
<i>F</i>	0,169	0,158	0,152	0,146		0,768	0,517	0,506	0,731	0,460	0,509	0,448	0,529	0,554
<i>G</i>	0,127	0,225	0,245	0,219	0,118		0,831	0,996	0,375	0,011	0,656	0,733	0,631	0,971
<i>I</i>	0,101	0,202	0,200	0,185	0,135	0,236		0,421	0,812	0,702	0,266	0,508	0,299	0,966
<i>H</i>	0,101	0,188	0,202	0,165	0,125	0,257	0,151		0,740	0,515	0,393	0,491	0,454	0,935
<i>J</i>	0,115	0,206	0,207	0,189	0,103	0,074	0,190	0,171		0,257	0,789	0,734	0,603	0,948
<i>K</i>	0,116	0,196	0,197	0,175	0,128	0,200	0,160	0,122	0,121		0,924	0,979	0,953	0,995
<i>L</i>	0,111	0,067	0,135	0,144	0,163	0,240	0,213	0,207	0,218	0,226		0,355	0,251	0,261
<i>M</i>	0,107	0,127	0,084	0,122	0,163	0,249	0,200	0,207	0,201	0,226	0,138		0,899	0,308
<i>N</i>	0,110	0,131	0,111	0,096	0,159	0,240	0,206	0,197	0,208	0,220	0,146	0,116		0,374
<i>O</i>	0,094	0,104	0,174	0,126	0,175	0,248	0,198	0,234	0,234	0,230	0,108	0,102	0,115	

Таблица А3

ADF- и KPSS-тесты для логарифма отношения номинальной добавленной стоимости

	<i>AB</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>H</i>	<i>J</i>	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>O</i>
<i>AB</i>		0,475	0,173	0,224	0,759	0,386	0,438	0,240	0,099	0,435	0,169	0,434	0,268	0,337
<i>C</i>	0,135		0,039	0,163	0,599	0,561	0,010	0,475	0,091	0,491	0,079	0,301	0,169	0,083
<i>D</i>	0,156	0,081		0,200	0,936	0,856	0,046	0,844	0,320	0,751	0,218	0,326	0,202	0,150
<i>E</i>	0,141	0,088	0,087		0,283	0,104	0,620	0,286	0,380	0,393	0,539	0,347	0,530	0,223
<i>F</i>	0,227	0,166	0,176	0,104		0,489	0,821	0,724	0,557	0,368	0,209	0,244	0,534	0,870
<i>G</i>	0,174	0,126	0,203	0,063	0,137		0,651	0,009	0,099	0,222	0,002	0,078	0,009	0,895
<i>I</i>	0,133	0,077	0,066	0,138	0,187	0,212		0,355	0,431	0,971	0,916	0,814	0,684	0,409
<i>H</i>	0,176	0,122	0,200	0,057	0,137	0,082	0,240		0,031	0,046	0,037	0,300	0,015	0,088
<i>J</i>	0,170	0,145	0,188	0,083	0,107	0,111	0,204	0,101		0,064	0,170	0,133	0,151	0,297
<i>K</i>	0,184	0,136	0,170	0,099	0,101	0,121	0,240	0,143	0,089		0,438	0,567	0,293	0,983
<i>L</i>	0,166	0,105	0,121	0,084	0,117	0,044	0,212	0,092	0,137	0,182		0,554	0,127	0,770
<i>M</i>	0,165	0,115	0,133	0,072	0,113	0,069	0,214	0,055	0,092	0,131	0,139		0,185	0,663
<i>N</i>	0,160	0,097	0,122	0,066	0,126	0,044	0,207	0,070	0,139	0,205	0,086	0,151		0,467
<i>O</i>	0,135	0,060	0,067	0,126	0,173	0,208	0,115	0,272	0,209	0,240	0,180	0,208	0,193	

Таблица А4

ADF- и KPSS-тесты для логарифма отношения занятости

	AB	C	D	E	F	G	I	H	J	K	L	M	N	O
AB		0,018	0,083	0,823	0,088	0,053	0,030	0,015	0,417	0,024	0,276	0,009	0,214	0,000
C	0,151		0,181	0,110	0,043	0,000	0,667	0,001	0,012	0,253	0,059	0,000	0,000	0,000
D	0,128	0,210		0,899	0,870	0,970	0,162	0,787	0,522	0,030	0,144	0,238	0,861	0,766
E	0,249	0,219	0,209		0,136	0,635	0,617	0,855	0,133	0,731	0,248	0,916	0,920	0,632
F	0,165	0,128	0,224	0,085		0,074	0,492	0,517	0,001	0,108	0,136	0,556	0,226	0,072
G	0,151	0,048	0,234	0,197	0,133		0,840	0,551	0,042	0,009	0,024	0,029	0,526	0,208
I	0,061	0,142	0,101	0,220	0,206	0,142		0,174	0,803	0,009	0,543	0,104	0,658	0,577
H	0,110	0,121	0,219	0,216	0,185	0,155	0,138		0,417	0,000	0,787	0,004	0,363	0,000
J	0,190	0,167	0,249	0,061	0,092	0,194	0,223	0,228		0,334	0,044	0,577	0,498	0,074
K	0,074	0,133	0,176	0,208	0,214	0,141	0,097	0,086	0,241		0,559	0,000	0,086	0,518
L	0,192	0,172	0,182	0,159	0,067	0,133	0,176	0,169	0,067	0,168		0,741	0,000	0,423
M	0,119	0,120	0,194	0,229	0,162	0,123	0,124	0,084	0,192	0,074	0,206		0,705	0,000
N	0,181	0,161	0,230	0,182	0,089	0,145	0,174	0,206	0,129	0,180	0,110	0,244		0,016
O	0,147	0,069	0,201	0,204	0,120	0,072	0,172	0,134	0,152	0,148	0,157	0,148	0,093	

Таблица А5

ADF- и KPSS-тесты для логарифма отношения номинальной заработной платы

	AB	C	D	E	F	G	I	H	J	K	L	M	N	O
AB		0,170	0,283	0,755	0,020	0,158	0,073	0,000	0,150	0,346	0,684	0,152	0,531	0,630
C	0,183		0,100	0,453	0,088	0,000	0,158	0,634	0,001	0,554	0,961	0,640	0,277	0,730
D	0,151	0,180		0,518	0,720	0,374	0,224	0,083	0,001	0,442	0,485	0,118	0,011	0,628
E	0,099	0,239	0,185		0,049	0,286	0,375	0,167	0,098	0,304	0,807	0,044	0,160	0,637
F	0,088	0,224	0,202	0,108		0,478	0,254	0,282	0,029	0,536	0,435	0,137	0,052	0,520
G	0,219	0,225	0,212	0,190	0,170		0,090	0,468	0,419	0,377	0,591	0,122	0,745	0,652
I	0,105	0,180	0,119	0,140	0,172	0,218		0,301	0,001	0,397	0,888	0,253	0,182	0,646
H	0,147	0,146	0,083	0,152	0,158	0,225	0,067		0,001	0,301	0,824	0,892	0,000	0,464
J	0,102	0,173	0,121	0,145	0,220	0,216	0,080	0,054		0,623	0,882	0,677	0,193	0,686
K	0,196	0,220	0,211	0,181	0,142	0,111	0,181	0,201	0,186		0,309	0,306	0,207	0,456
L	0,128	0,203	0,181	0,125	0,117	0,110	0,157	0,175	0,154	0,086		0,879	0,971	0,504
M	0,101	0,166	0,124	0,067	0,091	0,133	0,104	0,126	0,108	0,154	0,209		0,655	0,273
N	0,061	0,125	0,076	0,065	0,086	0,155	0,057	0,059	0,060	0,176	0,194	0,153		0,106
O	0,111	0,159	0,134	0,085	0,086	0,112	0,108	0,127	0,114	0,176	0,090	0,081	0,127	

Таблица А6

ADF- и KPSS-тесты для логарифма отношения номинальных инвестиций

	AB	C	D	E	F	G	I	H	J	K	L	M	N	O
AB		0,103	0,031	0,234	0,387	0,768	0,499	0,125	0,119	0,774	0,435	0,165	0,000	0,999
C	0,060		0,477	0,236	0,944	0,960	0,649	0,001	0,037	0,982	0,868	0,292	0,000	0,649
D	0,052	0,072		0,760	0,509	0,959	0,822	0,122	0,065	0,902	0,365	0,268	0,001	1,000

Окончание таблицы А6

	AB	C	D	E	F	G	I	H	J	K	L	M	N	O
E	0,193	0,194	0,210		0,631	0,996	0,075	0,044	0,587	0,791	0,648	0,270	0,000	0,918
F	0,169	0,186	0,171	0,219		0,722	0,427	0,390	0,003	0,056	0,001	0,533	0,350	0,879
G	0,183	0,172	0,204	0,253	0,094		0,999	0,824	0,063	0,328	0,000	0,963	0,910	1,000
I	0,194	0,172	0,247	0,118	0,206	0,247		0,000	0,484	0,873	0,490	0,001	0,000	0,937
H	0,156	0,126	0,166	0,105	0,182	0,212	0,068		0,285	0,580	0,483	0,000	0,000	0,000
J	0,105	0,103	0,096	0,200	0,177	0,086	0,196	0,141		0,246	0,000	0,896	0,000	0,743
K	0,150	0,193	0,164	0,211	0,115	0,071	0,190	0,196	0,078		0,000	0,547	0,341	0,992
L	0,146	0,165	0,152	0,214	0,110	0,086	0,194	0,169	0,148	0,095		0,596	0,687	0,733
M	0,196	0,176	0,215	0,081	0,195	0,241	0,083	0,077	0,169	0,222	0,186		0,000	0,994
N	0,174	0,143	0,219	0,083	0,201	0,257	0,085	0,082	0,201	0,208	0,192	0,109		0,990
O	0,231	0,231	0,244	0,171	0,215	0,244	0,199	0,186	0,206	0,235	0,207	0,232	0,180	

Таблица А7

Априорное распределение параметров

Параметр	LB	UB	E	std	Параметр	LB	UB	E	std
std ε_D	0	100	0,001	∞	$\eta_{0,P}$	0	0,05	0,015	0,01
std ε_I	0	100	0,001	∞	$\eta_{0,PI}$	-5	5	0	1,25
std ε_L	0	100	0,001	∞	$\eta_{0,PLI}$	-0,05	0,05	0	0,01
std ε_{LL}	0	100	0,001	∞	$\eta_{0,PQ}$	-5	5	0	1,25
std ε_N	0	100	0,001	∞	$\eta_{0,PQQ}$	-0,05	0,05	0	0,01
std ε_P	0	100	0,001	∞	$\eta_{0,R}$	0	0,05	0,015	0,01
std ε_{PI}	0	100	0,001	∞	$\eta_{0,T}$	0	1	0,18	1,25
std ε_{PII}	0	100	0,001	∞	$\eta_{0,WiW}$	-5	5	0	1,25
std ε_{PQ}	0	100	0,001	∞	$\eta_{0,Y}$	-0,05	0,05	0	0,01
std ε_{PQQ}	0	100	0,001	∞	$\eta_{0,YY}$	-5	5	0	1,25
std ε_R	0	100	0,001	∞	$\eta_{1,D}$	-0,999	0,999	0	0,25
std ε_T	0	100	0,001	∞	$\eta_{1,I}$	-0,999	0,999	0	0,25
std ε_{WiW}	0	100	0,001	∞	$\eta_{1,L}$	-0,999	0,999	0	0,25
std ε_Y	0	100	0,001	∞	$\eta_{1,LL}$	-0,999	0,999	0	0,25
std ε_{YY}	0	100	0,001	∞	$\eta_{1,N}$	-0,999	0,999	0	0,25
α_K	0,01	0,99	0,3	0,05	$\eta_{1,P}$	-0,999	0,999	0	0,25
α_L	0,01	0,99	0,3	0,05	$\eta_{1,PI}$	-0,999	0,999	0	0,25
δ_K	0	0,05	0,025	0,01	$\eta_{1,PII}$	-0,999	0,999	0	0,25
φ_K	0	1000	10	125,00	$\eta_{1,PQ}$	-0,999	0,999	0	0,25
φ_L	0	1000	10	125,00	$\eta_{1,PQQ}$	-0,999	0,999	0	0,25
φ_P	0	1000	10	125,00	$\eta_{1,R}$	-0,999	0,999	0	0,25
γ_{mv}	-5	5	0	1,25	$\eta_{1,T}$	-0,999	0,999	0	0,25

Окончание таблицы А7

Параметр	LB	UB	E	std	Параметр	LB	UB	E	std
γ_n	-0,999	0,999	0,8	0,25	$\eta_{1,wiw}$	-0,999	0,999	0	0,25
γ_{PF}	0	0,5	0,1	0,25	$\eta_{1,y}$	-0,999	0,999	0	0,25
γ_{RP}	0	5	1	0,63	$\eta_{1,yy}$	-0,999	0,999	0	0,25
γ_{RY}	-5	5	0	1,25	θ_D	4	20	8	2,00
γ_R	-0,999	0,999	0,8	0,25	θ_F	4	20	8	2,00
γ_{TY}	-5	5	0	1,25	$T_{Q,I}$	-5	5	0	1,25
γ_T	-0,999	0,999	0,8	0,25	$T_{Q,PI}$	-5	5	0	1,25
\bar{l}	-5	5	-0,1	1,25	$T_{Q,PQ}$	-5	5	0	1,25
$\eta_{0,D}$	-5	5	0	1,25	$T_{Q,Y}$	-5	5	0	1,25
$\eta_{0,I}$	-0,05	0,05	0	0,01	$T_{w,PI}$	-5	5	0	1,25
$\eta_{0,L}$	-0,05	0,05	0	0,01	$T_{w,PQ}$	-5	5	0	1,25
$\eta_{0,N}$	-5	5	0	1,25					

Примечание. В табл. А7–А8 приняты следующие обозначения: std – стандартное отклонение; LB и UB – нижняя и верхняя границы соответственно, E – математическое ожидание.

Таблица А8

Оценки параметров

Параметр	AB	C	D	E	F	G	I
std ϵ_D	6,646E-02	5,687E-01	2,037E-02	1,816E-02	5,680E-02	4,126E-02	2,859E-02
std ϵ_I	6,171E-02	1,994E-03	3,315E-02	2,703E-02	8,751E-03	8,764E-02	3,962E-04
std ϵ_L	2,315E-02	5,965E-03	4,608E-04	4,580E-04	7,142E-04	6,698E-03	1,954E-02
std ϵ_{LL}	4,607E-04	4,610E-04	4,607E-04	4,565E-04	4,608E-04	4,607E-04	4,622E-04
std ϵ_N	4,607E-04	4,607E-04	4,607E-04	4,604E-04	4,607E-04	4,607E-04	4,610E-04
std ϵ_P	2,808E-02	2,806E-02	2,526E-02	2,873E-02	7,384E-03	2,639E-02	3,056E-02
std ϵ_{pl}	3,052E-02	3,383E-02	4,604E-04	2,479E-02	2,902E-02	4,609E-04	3,072E-02
std ϵ_{pll}	4,604E-04	4,617E-04	3,218E-02	1,574E-02	4,507E-04	3,118E-02	4,604E-04
std ϵ_{pQ}	3,075E-01	7,522E-03	5,398E-03	1,340E-01	6,429E-01	4,607E-04	5,132E-03
std ϵ_{pQQ}	1,139E-02	3,129E-02	4,045E-02	4,611E-04	4,607E-04	4,213E-02	1,752E-02
std ϵ_R	1,248E-02	7,495E-03	9,714E-03	1,173E-02	1,240E-02	1,018E-02	1,072E-02
std ϵ_T	4,599E-04	4,434E-04	4,607E-04	4,607E-04	4,606E-04	4,607E-04	4,607E-04
std ϵ_{wiw}	1,430E-02	1,030E-02	1,362E-02	9,374E-03	1,819E-02	1,866E-02	1,525E-02
std ϵ_Y	4,622E-04	4,615E-04	4,616E-04	4,601E-04	4,608E-04	4,606E-04	4,623E-04
std ϵ_{YY}	4,598E-04	4,601E-04	1,601E-02	5,905E-03	5,078E-02	1,833E-02	1,311E-02
α_K	2,533E-02	1,441E-02	1,405E-01	1,000E-02	4,042E-01	2,221E-01	3,553E-01
α_L	2,144E-01	3,369E-01	2,801E-01	1,806E-01	2,511E-01	3,373E-01	1,849E-01
δ_K	2,448E-02	1,455E-02	2,356E-02	2,435E-02	2,372E-02	2,312E-02	2,072E-02
φ_K	7,375E+01	3,653E-01	1,379E+00	7,977E+01	2,067E-01	3,998E+01	5,005E-01
φ_L	1,843E-11	1,351E+02	2,741E-12	6,764E-02	6,524E-01	3,365E-11	1,618E-11
φ_P	8,360E-02	3,326E-09	5,700E-01	4,098E-02	3,265E-10	3,430E-11	7,392E+00

Продолжение таблицы А8

Параметр	<i>AB</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>I</i>
γ_{mw}	1,964E+00	-9,628E-01	9,518E-01	6,453E-01	-1,146E+00	3,230E-01	-6,863E-01
γ_n	9,492E-01	9,608E-01	8,128E-01	6,102E-01	2,303E-01	9,319E-01	3,389E-01
γ_{PF}	2,712E-01	9,566E-02	5,000E-01	1,647E-09	5,000E-01	5,000E-01	5,000E-01
γ_{RP}	2,723E-12	1,013E-10	1,116E-11	1,079E-11	1,250E-10	3,852E-11	5,997E-11
γ_{RY}	1,133E-02	-9,132E-03	-2,042E-01	6,799E-02	-1,062E-02	-4,019E-02	-1,265E-01
γ_R	5,887E-01	4,220E-01	5,102E-01	5,600E-01	5,804E-01	5,049E-01	5,462E-01
γ_{TY}	3,024E-01	1,816E-02	2,461E+00	3,014E+00	-3,302E+00	8,751E-01	2,764E+00
γ_T	1,160E-01	-3,075E-02	5,846E-01	7,864E-01	1,151E-01	3,624E-01	8,525E-01
\bar{l}	2,193E-01	-1,266E+00	-5,006E-02	-6,106E-01	-1,385E+00	-6,322E-02	-1,205E+00
$\eta_{0,D}$	1,339E-04	-1,165E+00	7,353E-04	1,375E-04	4,215E-03	1,389E-06	2,210E-03
$\eta_{0,I}$	5,480E-04	7,179E-03	-7,455E-03	-2,416E-03	1,118E-02	-9,862E-03	6,081E-04
$\eta_{0,L}$	2,094E-04	-1,851E-03	-1,711E-03	3,599E-03	-2,867E-03	2,813E-04	-1,843E-03
$\eta_{0,N}$	2,193E-01	1,208E+00	-5,006E-02	5,105E-01	1,284E+00	-6,322E-02	1,105E+00
$\eta_{0,P}$	2,479E-02	2,230E-02	2,427E-02	2,403E-02	2,032E-02	2,475E-02	1,871E-02
$\eta_{0,PI}$	-9,263E-03	-3,062E-03	-8,996E-03	-5,753E-03	-1,241E-03	-7,965E-03	-8,388E-03
$\eta_{0,PII}$	2,714E-09	-6,598E-05	1,797E-08	-1,363E-08	1,102E-06	1,184E-08	1,010E-08
$\eta_{0,PQ}$	5,629E-02	4,710E-03	5,908E-03	1,833E-03	1,008E-01	-1,123E-01	6,329E-03
$\eta_{0,PQQ}$	3,691E-09	-1,145E-03	4,740E-08	3,807E-08	1,142E-07	-1,770E-08	1,113E-07
$\eta_{0,R}$	1,880E-02	2,059E-02	1,911E-02	1,956E-02	1,993E-02	1,875E-02	1,908E-02
$\eta_{0,T}$	7,140E-11	8,915E-01	5,242E-02	4,626E-12	1,344E-10	6,293E-12	3,873E-11
$\eta_{0,WI}$	-5,610E-01	7,452E-01	-6,252E-02	1,084E-01	-3,829E-02	-2,286E-01	1,991E-01
$\eta_{0,Y}$	2,306E-02	-1,353E-03	3,110E-03	5,886E-03	-9,217E-03	-5,181E-03	9,992E-03
$\eta_{0,YY}$	-1,408E-04	2,083E-01	-7,381E-04	-1,374E-04	-8,130E-03	1,835E-06	-2,259E-03
$\eta_{1,D}$	9,674E-01	6,140E-01	3,807E-01	2,761E-01	7,786E-01	9,347E-01	6,942E-01
$\eta_{1,I}$	4,096E-01	9,929E-01	3,305E-01	7,639E-01	1,823E-01	9,039E-04	9,990E-01
$\eta_{1,L}$	-8,042E-03	9,983E-01	-1,874E-04	-1,903E-03	9,990E-01	2,398E-01	5,441E-01
$\eta_{1,LL}$	5,286E-10	-4,081E-04	2,267E-07	3,217E-03	-5,514E-04	2,626E-08	-1,473E-03
$\eta_{1,N}$	4,054E-07	-9,596E-06	-6,973E-06	7,390E-04	-2,270E-04	1,037E-05	-5,406E-04
$\eta_{1,P}$	2,157E-01	3,183E-01	3,787E-01	2,543E-01	7,958E-01	2,890E-01	6,429E-01
$\eta_{1,PI}$	2,289E-01	1,486E-01	-7,718E-04	3,517E-01	2,787E-01	2,775E-04	1,657E-01
$\eta_{1,PII}$	6,286E-05	-5,435E-04	9,292E-01	9,692E-01	6,192E-03	9,007E-01	9,523E-04
$\eta_{1,PQ}$	1,793E-01	-1,128E-01	-8,527E-02	-1,921E-02	1,724E-01	3,872E-06	3,693E-01
$\eta_{1,PQQ}$	9,524E-01	8,840E-01	9,105E-01	-4,292E-04	-2,766E-05	8,117E-01	8,156E-02
$\eta_{1,R}$	3,793E-01	5,481E-01	5,459E-01	4,382E-01	3,662E-01	4,450E-01	3,456E-01
$\eta_{1,T}$	-3,050E-03	1,797E-02	6,097E-08	-1,633E-05	3,749E-05	5,685E-06	6,332E-06
$\eta_{1,WI}$	9,938E-01	9,947E-01	8,946E-01	9,945E-01	9,503E-01	9,412E-01	9,501E-01
$\eta_{1,Y}$	4,688E-04	1,298E-04	-3,230E-04	1,138E-03	1,358E-04	1,776E-03	-3,206E-04
$\eta_{1,YY}$	-3,413E-04	5,707E-04	6,336E-01	5,127E-01	9,990E-01	8,994E-01	9,990E-01
θ_D	4,000E+00	5,706E+00	4,000E+00	4,000E+00	4,000E+00	8,795E+00	4,000E+00

Продолжение таблицы А8

Параметр	<i>AB</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>I</i>
θ_F	8,079E+00	7,979E+00	8,264E+00	1,032E+01	8,574E+00	9,246E+00	1,015E+01
T_{QI}	-1,605E-01	-1,141E+00	3,896E-01	3,475E-02	-8,883E-01	6,318E-01	-1,202E+00
T_{QPI}	8,416E-01	5,234E-01	6,116E-01	1,414E+00	-4,395E+00	-1,085E-01	4,345E-01
T_{QPO}	-9,881E-01	-9,514E-01	1,247E+00	-9,136E-01	-9,729E-01	-1,032E+00	-5,323E-01
T_{QY}	1,747E-01	5,521E-01	-2,145E-01	8,653E-01	1,086E+00	-6,241E-02	-7,434E-01
T_{WPI}	4,971E-01	6,591E-01	-4,602E-01	1,199E+00	4,175E-01	1,686E-03	7,148E-01
T_{WPO}	-2,135E-02	2,059E+00	2,599E-01	-2,211E-02	-1,511E-03	-8,404E-02	2,500E+00
Параметр	<i>H</i>	<i>J</i>	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>O</i>
$std \epsilon_D$	9,794E-03	1,234E-01	1,362E-02	2,838E-02	6,215E-03	2,003E-01	5,213E+00
$std \epsilon_I$	1,883E-02	2,045E-02	1,020E-02	2,050E-04	1,312E-02	1,017E-03	2,516E-02
$std \epsilon_L$	1,850E-02	1,951E-02	2,264E-02	6,110E-02	1,651E-02	4,070E-04	6,693E-02
$std \epsilon_{LL}$	4,606E-04	4,611E-04	4,625E-04	4,579E-04	4,856E-04	4,600E-04	4,609E-04
$std \epsilon_N$	4,606E-04	4,615E-04	4,638E-04	4,605E-04	4,654E-04	4,244E-04	4,611E-04
$std \epsilon_P$	2,503E-02	3,275E-02	2,656E-02	3,018E-02	3,111E-02	2,874E-02	3,331E-02
$std \epsilon_{pl}$	2,904E-02	2,983E-02	2,999E-02	2,933E-02	3,054E-02	4,337E-04	4,585E-04
$std \epsilon_{pll}$	4,602E-04	4,600E-04	4,584E-04	4,591E-04	4,710E-04	3,737E-02	3,052E-02
$std \epsilon_{pO}$	4,607E-04	4,607E-04	4,606E-04	1,131E-03	4,619E-04	3,147E-02	4,612E-04
$std \epsilon_{pOQ}$	4,335E-02	1,363E-01	1,635E-01	2,740E-02	3,589E-02	4,604E-04	8,447E-02
$std \epsilon_R$	1,072E-02	1,146E-02	1,150E-02	1,351E-02	1,495E-02	1,308E-02	1,233E-02
$std \epsilon_T$	4,613E-04	4,607E-04	4,607E-04	4,606E-04	4,607E-04	4,611E-04	4,607E-04
$std \epsilon_{wW}$	2,306E-02	4,079E-02	3,562E-02	2,652E-02	1,693E-02	2,542E-02	2,804E-02
$std \epsilon_Y$	4,614E-04	4,617E-04	4,612E-04	4,592E-04	4,719E-04	3,908E-04	4,609E-04
$std \epsilon_{YY}$	2,256E-02	2,794E-02	3,549E-02	8,826E-03	1,468E-02	4,891E-03	3,162E-02
α_K	3,217E-01	3,233E-01	4,156E-01	6,324E-01	2,930E-01	4,487E-01	4,409E-01
α_L	2,411E-01	3,789E-01	3,287E-01	1,001E-02	3,179E-01	4,167E-01	4,107E-01
δ_K	1,391E-02	6,872E-03	1,816E-02	1,543E-02	2,003E-02	1,793E-02	1,231E-02
Φ_K	8,239E-02	1,046E-01	1,706E-01	1,530E-01	3,712E-01	1,170E+00	1,612E-01
Φ_L	8,290E-03	1,071E+00	7,573E-02	1,033E+01	3,781E-11	5,234E-02	3,660E-01
Φ_P	1,854E-01	3,308E+01	8,720E+00	7,285E+00	1,058E+01	1,175E-10	2,355E+01
γ_{mw}	-5,069E-01	-5,170E-01	-8,754E-01	-5,334E-01	-3,732E-01	-2,634E-01	-9,559E-01
γ_n	5,872E-01	6,821E-02	-5,568E-02	6,847E-01	3,813E-01	5,439E-01	-8,988E-02
γ_{PF}	5,000E-01	5,000E-01	5,000E-01	5,000E-01	5,000E-01	5,939E-11	1,754E-01
γ_{RP}	1,528E-11	3,368E-11	2,507E-11	6,876E-10	4,422E-11	3,592E-09	4,413E-10
γ_{RY}	1,223E-02	4,434E-04	2,840E-02	8,108E-02	3,681E-02	2,722E-03	-9,239E-05
γ_R	5,023E-01	5,392E-01	5,387E-01	6,109E-01	6,462E-01	6,021E-01	5,751E-01
γ_{TY}	-2,478E+00	1,055E+00	-3,176E+00	3,027E+00	3,842E+00	2,069E-04	3,522E+00
γ_T	-3,064E-02	9,967E-01	4,061E-01	6,828E-01	5,649E-01	9,932E-01	9,051E-01

Окончание таблицы А8

Параметр	<i>H</i>	<i>J</i>	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>O</i>
\bar{l}	-3,780E-01	-4,442E-01	-1,002E+00	-1,777E+00	-1,994E+00	-2,239E-01	-1,176E+00
$\eta_{0,D}$	2,800E-04	-1,151E-01	2,190E-03	-6,383E-01	-1,264E-02	6,390E-03	-1,269E+00
$\eta_{0,I}$	-1,840E-02	-6,028E-03	-6,388E-03	2,228E-04	-1,702E-03	-4,881E-03	-1,805E-02
$\eta_{0,L}$	1,303E-03	-3,757E-04	5,246E-04	3,161E-03	1,377E-03	1,598E-03	4,468E-03
$\eta_{0,N}$	2,746E-01	3,899E-01	9,010E-01	1,943E+00	1,900E+00	-1,921E-01	1,511E+00
$\eta_{0,P}$	2,547E-02	2,483E-02	2,298E-02	2,358E-02	2,114E-02	2,356E-02	2,420E-02
$\eta_{0,PI}$	-2,542E-03	-3,148E-03	-7,371E-03	-2,469E-03	-7,059E-03	4,185E-03	-8,031E-03
$\eta_{0,PII}$	-2,537E-08	-3,528E-06	7,719E-08	-3,647E-04	-2,480E-06	-1,021E-06	-2,006E-04
$\eta_{0,PQ}$	1,190E-02	2,595E-02	4,062E-03	-2,139E-02	-1,053E-02	-9,035E-03	9,923E-03
$\eta_{0,PQQ}$	-3,013E-08	-3,729E-06	1,253E-07	-1,931E-04	-6,428E-07	2,869E-06	-6,046E-05
$\eta_{0,R}$	1,981E-02	2,040E-02	1,959E-02	2,239E-02	2,523E-02	1,878E-02	2,022E-02
$\eta_{0,T}$	1,313E-11	4,893E-11	5,938E-01	2,244E-11	2,181E-01	9,999E-01	2,069E-10
$\eta_{0,WIW}$	-4,125E-01	8,363E-01	1,789E-01	1,777E-01	-3,365E-01	-2,358E-01	-2,069E-01
$\eta_{0,Y}$	1,686E-02	1,836E-03	1,637E-02	-1,462E-02	-4,021E-03	-8,711E-03	5,337E-03
$\eta_{0,YY}$	-2,154E-04	1,204E-01	-2,198E-03	5,607E-01	2,725E-02	-7,201E-03	5,750E-01
$\eta_{1,D}$	9,950E-01	9,975E-01	2,591E-01	9,990E-01	9,990E-01	7,711E-01	-2,644E-01
$\eta_{1,I}$	-2,391E-01	-1,755E-01	2,898E-01	9,096E-01	7,356E-01	9,990E-01	3,207E-01
$\eta_{1,L}$	-1,963E-01	-5,285E-02	3,848E-03	-1,704E-01	2,227E-01	8,938E-02	-3,973E-02
$\eta_{1,LL}$	-1,800E-04	-5,178E-04	-1,386E-03	6,906E-04	-1,723E-02	5,849E-04	-1,277E-04
$\eta_{1,N}$	-6,990E-05	-1,274E-03	-2,376E-03	1,161E-06	-3,054E-03	4,212E-02	-1,563E-04
$\eta_{1,P}$	2,228E-01	1,788E-01	3,945E-01	1,955E-01	6,746E-01	3,516E-01	2,671E-01
$\eta_{1,PI}$	1,817E-01	2,449E-01	6,375E-02	1,401E-01	1,679E-01	4,870E-02	-2,120E-04
$\eta_{1,PII}$	-4,008E-04	2,389E-04	5,501E-04	1,924E-03	-4,377E-03	9,960E-01	9,259E-01
$\eta_{1,PQ}$	2,072E-04	4,953E-05	5,140E-04	9,990E-01	7,141E-04	9,990E-01	-8,350E-04
$\eta_{1,PQQ}$	6,607E-01	3,990E-01	8,433E-01	2,176E-01	7,540E-01	2,051E-04	2,220E-01
$\eta_{1,R}$	3,705E-01	3,665E-01	3,391E-01	3,463E-01	3,635E-01	3,878E-01	3,539E-01
$\eta_{1,T}$	1,177E-04	-5,107E-09	-1,646E-05	-2,523E-05	1,446E-05	-4,088E-02	8,312E-07
$\eta_{1,WIW}$	9,590E-01	8,567E-01	8,243E-01	8,848E-01	9,697E-01	9,313E-01	8,977E-01
$\eta_{1,Y}$	4,438E-04	-1,768E-05	-2,630E-04	-2,166E-04	-1,695E-03	1,322E-01	-7,061E-05
$\eta_{1,YY}$	9,977E-01	9,946E-01	9,990E-01	9,614E-01	6,440E-01	8,248E-01	9,164E-01
θ_D	4,000E+00	4,000E+00	4,000E+00	5,818E+00	4,000E+00	6,024E+00	4,141E+00
θ_F	9,841E+00	1,128E+01	8,408E+00	1,147E+01	8,570E+00	7,990E+00	1,011E+01
$T_{Q,I}$	1,812E+00	1,698E+00	3,176E-01	1,492E-01	2,346E+00	1,820E-01	1,588E+00
$T_{Q,PI}$	-2,789E-01	7,706E-01	1,110E-01	5,305E-01	7,939E-01	3,196E-02	-1,065E+00
$T_{Q,PQ}$	6,315E-01	-6,594E-01	8,566E-02	-4,149E-01	-4,967E-01	1,874E-01	1,441E-01
$T_{Q,Y}$	8,622E-01	1,219E-01	3,326E-01	-5,675E-01	-7,335E-01	-3,693E-01	3,804E-01
$T_{W,PI}$	2,816E-01	8,212E-01	7,689E-01	9,183E-01	9,225E-01	6,808E-01	-1,117E+00
$T_{W,PQ}$	1,011E+00	1,784E-01	3,434E-01	-7,938E-01	-5,221E-01	8,667E-01	1,416E+00

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Андреев М.Ю., Полбин А.В.** (2018). Влияние фискальной политики на макроэкономические показатели в DSGE-моделях // *Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал*. № 3. С. 21–33. [**Andreev M.Yu., Polbin A.V.** (2018). Influence of fiscal policy on macroeconomic performance within DSGE-models. *Financial Research Institute. Financial Journal*, 3, 21–33 (in Russian).]
- Вотинов А.И., Елкина М.А.** (2018). Фискальное стимулирование российской экономики: оценка в рамках простой DSGE-модели с фискальным блоком // *Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал*. № 6. С. 83–96. [**Votinov A.I., Elkina M.A.** (2018). Estimation of fiscal stimulus efficiency in Russian economy: Simple DSGE model with government sector. *Financial Research Institute. Financial Journal*, 6, 83–96 (in Russian).]
- Иващенко С.М.** (2013). Динамическая стохастическая модель общего экономического равновесия с банковским сектором и эндогенными дефолтами фирм // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 3 (19). С. 27–50. [**Ivashchenko S.** (2013). Dynamic stochastic general equilibrium model with banks and endogenous defaults of firms. *Journal of the New Economic Association*, 3 (19), 27–50 (in Russian).]
- Иващенко С.М.** (2016). Многосекторная модель динамического стохастического общего экономического равновесия Российской экономики // *Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 6. Экономика*. Вып. 3. С. 176–202. [**Ivashchenko S.M.** (2016). Multiple sectors DSGE model of Russia. *St. Petersburg University Journal of Economic Studies. Series 6. Economic Studies*, 3, 176–202. DOI: 10.21638/11701/spbu05.2016.310 (in Russian).]
- Иващенко С.М.** (2019). Модели ДСОЭР: проблема трендов // *Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал*. № 2. С. 81–95. DOI: 10.31107/2075-1990-2019-2-81-95 [**Ivashchenko S.M.** (2019). DSGE models: Problem of trends. *Financial Research Institute. Financial Journal*, 2, 81–95. DOI: 10.31107/2075-1990-2019-2-81-95 (in Russian).]
- Мараховский А.С.** (2006). Межотраслевая балансовая модель как эффективный инструмент индикативного планирования сбалансированного роста // *Вестник Ставропольского государственного университета*. Вып. 44. С. 49–56. [**Marahovsky A.S.** (2006). Input-output balance model as efficient instrument of indicative planning of balance growth. *Vestnik of Stavropol State University*, 44, 49–56 (in Russian).]
- Полбин А.В.** (2014). Эконометрическая оценка структурной макроэкономической модели российской экономики // *Прикладная эконометрика*. № 33 (1). С. 3–29. [**Polbin A.V.** (2014). Econometric estimation of a structural macroeconomic model for the Russian economy. *Applied Econometrics*, 33, 1, 3–29 (in Russian).]
- Adjemian S., Bastani H., Juillard M., Karame F., Mihoubi F., Perendia G., Pfeifer J., Ratto M., Villemot S.** (2011). Dynare: Reference manual, version 4. *Dynare Working Papers*, 1, CEPREMAP.
- Akkoyun H., Arslan Y., Kilinc M.** (2017). Risk sharing and real exchange rates: The

- role of non-tradable sector and trend shocks. *Journal of International Money and Finance*, 73, PA, 232–248.
- Ascari G., Castelnuevo E., Rossi L.** (2011). Calvo vs. Rotemberg in a trend inflation world: An empirical investigation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35, 11, 1852–1867.
- Chang Y., Doh T., Schorfheide F.** (2007). Non-stationary hours in a DSGE model. *Journal of Money, Credit and Banking*, 39, 6, 1357–1373.
- Chaudourne J., Feve P., Guay A.** (2014). Understanding the effect of technology shocks in SVARs with long-run restrictions. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 41, C, 154–172.
- Diebold F.X., Schorfheide F., Shin M.** (2017). Real-time forecast evaluation of DSGE models with stochastic volatility. *Journal of Econometrics*, 201, 2, 322–332.
- Gawthorpe K.** (2019). Input-output DSGE model for the Czech Republic. *Prague Economic Papers 2019*, 5, 612–630.
- Gomez V., Maravall A.** (1996). Programs TRAMO and SEATS, instruction for user. *Banco de España*, 1–133.
- Justiniano A., Primiceri G., Tambalotti A.** (2011). Investment shocks and the relative price of investment. *Review of Economic Dynamics*, 14, 1, 101–121.
- Lucas R.E.** (1976). Econometric policy evaluation: A critique. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1, 1, 19–46.
- Ojeda J., Parra-Polania J., Vargas C.** (2014). Natural-resource booms, fiscal rules and welfare in a small open economy. *Borradores de Economía from Banco de la República de Colombia*, 807, 1–32.
- Onatski A., Ruge-Murcia F.** (2013). Factor analysis of a large DSGE model. *Journal of Applied Econometrics*, 28, 6, 903–928.
- Petrella I., Santoro E.** (2011). Input-output interactions and optimal monetary policy. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35, 11, 1817–1830.
- Schmitt-Grohe S., Uribe M.** (2011). Business cycles with a common trend in neutral and investment-specific productivity. *Review of Economic Dynamics*, 14, 1, 122–135.
- Smets F., Wouters R.** (2003). An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area. *Journal of the European Economic Association*, 1, 5, 1123–1175.
- Szyld D.B.** (1985). Conditions for the existence of a balance growth solution for the Leontief dynamic input-output model. *Econometrica*, 53, 6, 1411–1419.
- Tan H.B.** (2017). Monetary policy and energy price shocks. *The B.E. Journal of Macroeconomics*, 17, 2, 27.
- Tovar C.E.** (2009). DSGE models and central banks. *Economics. The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 3 (16), 1–31.

Поступила в редакцию 17.11.2019

Received 17.11.2019

S.M. Ivashchenko

The Institute of Regional Economy Problems (Russian Academy of Sciences), Saint Petersburg; Financial Research Institute, Ministry of Finance, Russian Federation, Moscow; Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Long-term growth sources for sectors of Russian economy

Abstract. Theoretical models suggest stationary structure of sectors. Sometimes this suggestion is hidden (balanced growth). The ratio of variables for 2 sectors is unit root at the most cases (for 14 Russian sectors and 6 variables per sector). The lowest share of stationary ratios is 5/91 for real value added with ADF test (KPSS test for the same variable leads to 38/91 stationary ratios). The cointegration rank differs across sectors in wide ranges (from 1 for trade (G) or government administration (L) till 5 for agriculture (AB)). The dynamic stochastic partial equilibrium (DSPE) model is created. It is model of firms in DSGE-style and description of the rest economy by exogenous rules. The model is estimated for each of 14 sectors. The model includes 5 sources of stochastic trends: TFP; labor supply; investments efficiency; investments prices; prices of intermediate goods. Any 2 sectors significantly differ by key parameters (production function shares, capital depreciation, and demand elasticity). The drift of unit root sources differs across sectors (including sign). Only few pairs of sectors differ insignificantly (3/182 or 8/91 depending on test specification). The variance decomposition of trends (for various variables) is computed. It varies in wide ranges across sectors and variables. Thus, usage of aggregate data in theoretical model leads to loose of large amount of information.

Keywords: *stochastic trend, unit root, industry, sector.*

JEL Classification: C32, E32.

DOI: 10.31737/2221-2264-2020-48-44