МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ РЕАЛЬНОГО КУРСА РУБЛЯ ОТ ЦЕНЫ И СТОИМОСТИ ЭКСПОРТА НЕФТИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

УДК 330.4:339.7 *ГСНТИ 06.75*
ББК 65в631+65.268 *Код ВАК 08.00.10, 08.00.13*
DOI: 10.22394/2304-3369-2019-4-178-190

А. В. Шумилов
Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации
Москва, Россия
AuthorID: 9630

АННОТАЦИЯ:
В исследовании по объясняющей способности сопоставляются переменные цены и стоимости экспорта нефти как альтернативные детерминанты реального эффективного обменного курса рубля в рамках трех вариантов модели коррекции ошибок. Показано, что в линейной модели в период управляемого номинального обменного курса рубля с января 1999 по октябрь 2014 г. цена на нефть и стоимость экспорта нефти по объясняющим свойствам идентичны, а в модели со структурным сдвигом в ноябре 2014 г., когда Банк России осуществил переход от режима управляемого номинального курса рубля к режиму плавающего курса и таргетированию инфляции, и в двухрежимной модели с марковскими переключениями состояний более предпочтительной является переменная цены на нефть. Данный результат можно объяснить, во-первых, тем, что в период с ноября 2014 г. экспортная нефтяная выручка изменялась в основном вследствие роста и падения цены нефти, а не физических объемов нефтяного экспорта. Кроме того, важную роль в динамике курса играл информационный канал, в рамках которого при немгновенной подстройке ценовых контрактов экспорта нефти рост или снижение мировой цены нефти формирует ожидания о будущем росте (снижении) контрактных цен на экспортируемую нефть, что ведет к мгновенному укреплению (ослаблению) номинального и реального обменных курсов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:
реальный эффективный обменный курс рубля, цены на нефть, стоимость экспорта нефти, модель коррекции ошибок, марковские переключения режимов, импульсные отклики.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ:
Андрей Валерьевич Шумилов, кандидат физико-математических наук, Лаборатория математического моделирования экономических процессов, Институт прикладных экономических исследований, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации,
119571, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 82-84, shumilov-av@ranepa.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Шумилов А. В. Модели зависимости реального курса рубля от цены и стоимости экспорта нефти: сравнительный анализ // Вопросы управления. 2019. № 4 (59). С. 178—190.

© А. В. Шумилов, 2019

Введение. Наиболее часто используемой детерминантой реального эффективного обменного курса рубля в исследованиях, посвященных эмпирическому моделированию динамики реального курса и его долгосрочного равновесия, являются цены на нефть как прокси-переменная условий торговли для российской экономики, характеризующейся высокой зависимостью от экспорта углеводородов (см., например, [1-3]). В теоретической работе Сосунова и Замулина [4] на основе построенной авто-

рами модели общего равновесия, однако, было показано, что более информативной фундаментальной переменной курса, чем цена на нефть, в периоды, когда изменения физических объемов экспорта нефти носят перманентный характер, может служить экспортная выручка от продажи нефти[1]. Из имитационного анализа работы следует, что укрепление реального обменного курса рубля в 1999-2005 гг. лучше объясняется ростом выручки от экспорта нефти (обусловленного как увеличением физических объемов экспорта, так и ростом цен на нефть), чем только ростом цен на нефть без учета изменений экспорта. Наличие коинтеграционнной взаимосвязи между реальным обменным курсом рубля и стоимостью нефтяного экспорта на выборке 1997-2005 гг. было выявлено также в эмпирическом исследовании [5].

В контексте анализа Сосунова и Замулина актуальным является вопрос эмпирического сопоставления объясняющей способности цен на нефть и стоимости нефтяного экспорта как детерминант реального обменного курса. В настоящей работе мы следуем логике исследования [6] и рассматриваем долгосрочные зависимости реального обменного курса только от одного из этих двух факторов, поскольку многие из рассматриваемых в приложениях фундаментальных переменных (таких как дифференциал производительности труда, государственные расходы, ВВП на душу населения) сильно коррелируют с ценой и стоимостью экспорта нефти, что осложняет интерпретацию коэффициентов при регрессорах. Цена и стоимость экспорта нефти сопоставляются в рамках: 1) линейной модели коррекции ошибок в период управляемого номинального обменного курса рубля (январь 1999 - октябрь 2014), 2) модели коррекции ошибок со структурным сдвигом в момент перехода Банка России к режиму плавающего курса и таргетированию инфляции (ноябрь 2014) и 3) двухрежимной модели коррекции ошибок, где процесс переключения между режимами управляется ненаблюдаемой марковской цепью.

Эконометрический анализ

Моделирование динамики реального обменного курса рубля с целью сопоставления объясняющей способности его долгосрочных детерминант проводится на месячных данных с января 1999 г. по апрель 2019 г. Основными переменными эконометрического анализа являются

$\ln(rer_t)$ – натуральный логарифм индекса реального эффективного обменного курса российского рубля (2010 год = 100 %) (источник данных: International Financial Statistics Database[2]);

$\ln(poil_t)$ – натуральный логарифм реальной цены на нефть марки Brent, полученной путем дефлирования номинальной цены (долл. США за баррель) на индекс потребительских цен США (источник данных: Federal Reserve Economic Data);

$\ln(xoil_t)$ – натуральный логарифм реальной стоимости российского экспорта сырой нефти, рассчитанной посредством деления номинального стоимостного объема экспорта (млн долл. США) на индекс потребительских цен США (источники данных: Росстат[3], Federal Reserve Economic Data).

Для сопоставления объясняющей способности фундаментальных переменных цен на нефть и стоимости нефтяного экспорта проведем три эксперимента. В первом эксперименте рассмотрим линейную модель коррекции ошибок для реального обменного курса на относительно однородном периоде управляемого номинального обменного курса рубля с января 1999 по октябрь 2014 г.:

$$\Delta\ln(rer_t) = \mu ECT_{t-1} + \sum_{i=1}^{p}\lambda_i \Delta\ln(rer_{t-i}) + \\ + \sum_{j=0}^{q}\varphi_j \Delta\ln\left(fund_{t-j}\right) + \varepsilon_t \ , \quad (1)$$

где $ECT_t = [\ln(rer_t) - \alpha \ln(fund_t) - \beta]$ – отклонение реального эффективного обменного курса от долгосрочного равновесия (слагаемое коррекции ошибок), *fund* – одна из фундаментальных переменных, *poil* или *xoil*, *p* и *q* – количество лагов для приращений обменного курса и фундаментальной переменной соответственно, ε_t – случайные ошибки.

В настоящей работе предполагается, что нефтяные цены и стоимость нефтяного экспорта являются экзогеннымы для малой открытой российской экономики, и поэтому во всех экспериментах уравнение краткосрочной динамики фундаментальной переменной мы не рассматриваем.

На первом этапе анализа проверим наличие указанных парных долгосрочных связей между реальным эффективным курсом и фундаментальными переменными с

помощью процедуры Энгла и Грейнджера [7]. Предварительно необходимо удостовериться в том, что рассматриваемые временные ряды имеют одинаковый порядок интегрируемости. Во всех использованных нами альтернативных тестах на стационарность (Дики-Фуллера, Филлипса-Перрона и KPSS) гипотезы о наличии единичного корня в рядах обменного курса, цен на нефть и стоимости нефтяного экспорта на выборке с января 1999 г по октябрь 2014 г. не отвергаются, тогда как для первых разностей этих переменных принимается гипотеза о стационарности. Таким образом, можно считать ряды обменного курса, цен на нефть и стоимости нефтяного экспорта интегрированными порядка 1.

В процедуре Энгла-Грейнджера ADF-статистика, рассчитанная на основе ряда остатков регрессии логарифма обменного курса на логарифм фундаментальной переменной и константу, сопоставляется с критическими значениями работы Маккиннона [8]. Результаты тестирования (таблица 1) показывают, что в обоих случаях нулевая гипотеза об отсутствии коинтеграции между реальным обменном курсом и фундаментальной переменной отвергается на уровне значимости не ниже 5 % в пользу альтернативы о ее наличии.

Если оценивать параметры коинтеграционных соотношений обычным методом наименьших квадратов, то полученные оценки будут состоятельными, но их асимптотическое распределение не будет нормальным. Это не позволяет делать выводы о значимости МНК-оценок на основе стандартных статистик распределения Стьюдента. Чтобы избежать такой проблемы, вместо МНК будем использовать полностью модифицированный метод наименьших квадратов (Fully Modified OLS, FMOLS), в котором осуществляются корректировки, необходимые для получения оценок, имеющих нормальное распределение.

Результаты соответствующего оценивания уравнений долгосрочной взаимосвязи между реальным эффективным обменным курсом и фундаментальными переменными представлены в таблице 2. Как видно из таблицы, коэффициенты при фундаментальных переменных имеют ожидаемый положительный знак и статистически значимы на однопроцентном уровне. Оцененная долгосрочная эластичность реального обменного курса российского рубля по цене на нефть (0.438) существенно превышает оцененную эластичность курса по стоимостному объему экспорта сырой нефти (0.323).

Таблица 1. Результаты тестов на коинтеграцию рядов реального обменного курса и фундаментальных переменных

ADF-статистика (обменный курс и цена на нефть)	**-3.39****
ADF-статистика (обменный курс и стоимость экспорта нефти)	**-4.52*****
1-процентное критическое значение	-3.96
5-процентное критическое значение	-3.37
10-процентное критическое значение	-3.07

Таблица 2. FMOLS-оценка параметров долгосрочных соотношений (1999-2014)

Модель с ценой нефти			
Параметр	**Оценка**	**Стандартная ошибка**	**P-значение**
α	0.438068	0.027546	0.0000
β	2.759918	0.104795	0.0000
R2	0.838855		
Модель со стоимостью экспорта нефти			
Параметр	**Оценка**	**Стандартная ошибка**	**P-значение**
α	0.323152	0.013269	0.0000
β	1.655824	0.113527	0.0000
R2	0.916774		

Теперь, рассчитав по оцененным моделям долгосрочной связи между реальным обменным курсом и фундаментальными переменными отклонение курса от своего долгосрочного равновесия ECT_{t-1}, мы можем оценить модель коррекции ошибок (1) с помощью МНК. На основе информационного критерия Акаике были выбраны значения лагов регрессоров $p = 2$ и $q = 0$.

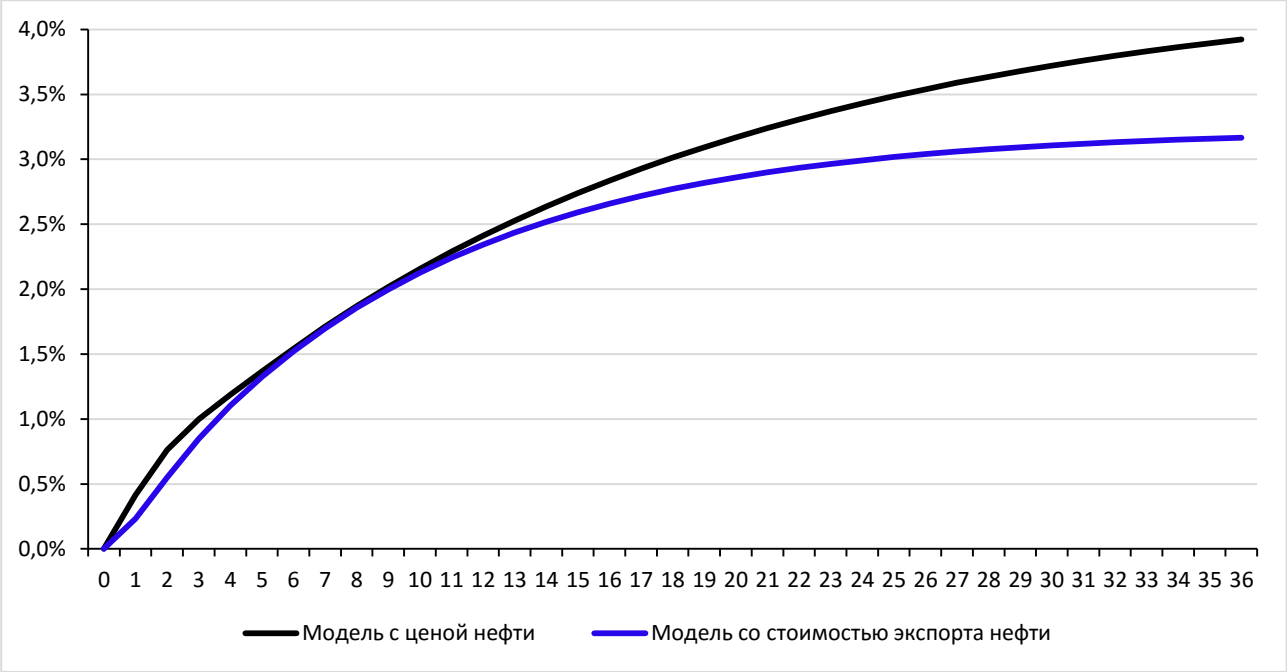
Представленные в таблице 3 результаты оценивания вариантов модели (1) с ценой и стоимостью нефти оказались аналогичны друг другу. Коэффициенты при одних и тех же переменных в разных вариантах модели статистически значимы и имеют один и тот же знак. Коэффициенты при слагаемом коррекции ошибок ECT_{t-1} отрицательны и по модулю меньше единицы, что свидетельствует о постепенной сходимости реального эффективного обменного курса рубля к долгосрочному равновесию. Скорость сходимости в обоих случаях низкая. Значения коэффициентов коррекции ошибок показывают, что для того, чтобы отклонение реального курса от равновесного значения уменьшилось в два раза, в модели с ценой нефти потребуется больше 15 месяцев (ln(0.5) / ln(1-0.044) = 15.47), а в модели со стоимостью экспорта нефти для этого понадобится 9 месяцев ((ln(0.5) / ln(1-0.073) = 9.092).

Таблица 3. Оценка параметров краткосрочной динамики (1999-2014)

Модель с ценой нефти			
Параметр	Оценка	Стандартная ошибка	P-значение
$\boldsymbol{ECT_{t-1}}$	-0.043814	0.012619	0.0006
$\boldsymbol{\Delta \ln(poil_t)}$	0.041539	0.014295	0.0041
$\boldsymbol{\Delta \ln(rer_{t-1})}$	0.420033	0.071386	0.0000
$\boldsymbol{\Delta \ln(rer_{t-2})}$	-0.167862	0.070309	0.0180
R2	0.219648		
Log likelihood	501.4763		
Модель со стоимостью экспортом нефти			
Параметр	**Оценка**	**Стандартная ошибка**	**P-значение**
$\boldsymbol{ECT_{t-1}}$	-0.073403	0.017836	0.0001
$\boldsymbol{\Delta \ln(xoil_t)}$	0.023155	0.010172	0.0240
$\boldsymbol{\Delta \ln(rer_{t-1})}$	0.426947	0.071112	0.0000
$\boldsymbol{\Delta \ln(rer_{t-2})}$	-0.148867	0.070130	0.0351
R2	0.221503		
Log likelihood	501.6989		

В качестве наглядной иллюстрации на рисунке 1 представлены импульсные отклики приспособления реального курса рубля к шоку фундаментальной переменной, построенные исходя из предположения, что в начальный период времени экономическая система находится в долгосрочном равновесии, а в следующем периоде происходит неожиданное десятипроцентное перманентное увеличение цены на нефть или стоимости нефтяного экспорта. Как видно из рисунка, траектории приспособления курса к новому равновесию после шока цены нефти и шока экспортной выручки имеют сходную форму. В обоих случаях полная сходимость не достигается даже по истечении трех лет после шока.

Значения функции правдоподобия в оцененных вариантах модели обменного курса (1) с ценой и стоимостью экспорта нефти мало отличаются друг от друга (501.4763 и 501.6989 соответственно), и поэтому по объясняющей способности в контексте первого эксперимента фундаментальные переменные цены нефти и экспортной нефтяной выручки можно считать практически идентичными.



Риснок 1. Импульсные отклики реального обменного курса рубля на 10 %-ный перманентный шок фундаментальной переменной.

Во втором эксперименте по сопоставлению объясняющей способности фундаментальных переменных цены нефти и стоимости нефтяного экспорта рассмотрим модель коррекции ошибок со структурным сдвигом в ноябре 2014 г., когда Банк России осуществил переход от режима управляемого номинального курса рубля к режиму плавающего курса и таргетированию инфляции:

$$\Delta\ln(rer_t) = \mu_k ECT_{t-1} + \sum_{i=1}^{p_k} \lambda_k^i \Delta\ln(rer_{t-i}) + \\ + \sum_{j=0}^{q_k} \varphi_k^j \Delta\ln(fund_{t-j}) + \varepsilon_t^k, \quad (2)$$

где $k = 1$ – при $t <$ m10 2014, $k = 2$ – при $t \geq$ m11 2014. Придерживаясь концепции о нейтральности денежно-кредитной политики в долгосрочной перспективе, будем считать параметры долгосрочной связи α и β между обменным курсом и фундаментальной переменной инвариантными к смене режима ДКП.

Модель (2) оценивается методом максимального правдоподобия, где параметры долгосрочной связи между реальным обменным курсом и фундаментальной переменной рассчитываются так, чтобы сумма логарифмических функций правдоподобия для уравнения краткосрочной динамики обменного курса в каждом из подпериодов (получаемых с помощью МНК-оценивания) была максимальной.

В соответствии с линейной моделью коррекции ошибок до октября 2014 г. количество запаздывающих разностей модели (2) в первом режиме было выбрано равным $p_1 = 2$ и $q_1 = 0$, а для второго режима взяты минимальные лаговые значения $p_2 = 1$ и $q_2 = 0$, исходя из соображений малости выборки. Глобальный максимум функции правдоподобия для выбранной спецификации в случае, когда в качестве фундаментальной берется цена на нефть, достигается при $\alpha = 0.278921$, $\beta = 3.425291$, а в модели со стоимостью экспорта нефти – при $\alpha = 0.2800539$, $\beta = 2.048198$, т.е. оцененные долгосрочные эластичности обменного курса по цене нефти и по экспортной выручке практически идентичны.

Представленные в таблице 4 результаты оценивания параметров краткосрочной динамики обменного курса и построенные на рисунке 2 отклики курса на перманентный 10 %-ный шок фундаментальной переменной в альтернативных моделях с ценой и стоимостью экспорта нефти качественно аналогичны друг другу. В обоих случаях, согласно оценкам коэффициентов при переменной коррекции ошибок, второй режим плавающего курса и таргетирования инфляции отличается от первого режима управляемого номинального обменного курса рубля гораздо более быстрой сходимостью реального обменного курса к равновесию.

В первом режиме процесс приспособления реального курса к долгосрочному равновесию в ответ на шок фундаментальной переменной происходит в основном за счет механизма коррекции ошибок. В модели со стоимостью экспорта требуется восемь месяцев, чтобы наполовину сократить разрыв между курсом и его долгосрочным равновесием, а в модели с ценой на нефть – год. В условиях сдерживания Банком России изменений номинального обменного курса рубля в ответ на нефтяные шоки такое приспособление происходило главным образом за счет изменения внутренних цен на отечественные товары и услуги.

Во втором режиме реальный обменный курс рубля сразу резко реагирует на шок фундаментальной переменной счет быстрого изменения номинального обменного курса национальной валюты. По истечении короткого периода времени возникает эффект "перелета" курса (он более четко выражен в модели с ценой нефти): при положительном шоке фундаментальной переменной обменный курс укрепляется слишком сильно по сравнению с новым долгосрочным уровнем, а в ответ на отрицательный шок детерминанты курса происходит излишняя девальвация. Далее реальный обменный курс достаточно быстро приближается к своему новому долгосрочному равновесию.

Что касается непосредственно объясняющей способности альтернативных моделей со структурным сдвигом в ноябре 2014 г., то значение функции правдоподобия в случае фундаментальной переменной цены нефти равно 610.3072, а в случае стоимости нефтяного экспорта оно составляет 605.1401, т.е. модель с ценой нефти является более предпочтительной. Отметим, что в первом режиме значения функции правдоподобия моделей мало отличаются друг от друга, и преимущество в объясняющей способности модели с ценой нефти достигается главным образом за счет второго режима. Это можно объяснить тем, что, во-первых, в период с ноября 2014 г. экспортная нефтяная выручка изменялась в основном вследствие роста и падения цены нефти, а не физических объемов экспорта. Во-вторых, важную роль в динамике курса играл информационный канал, в рамках которого при немгновенной подстройке ценовых контрактов экспорта российской нефти рост (снижение) мировой цены нефти формирует ожидания будущего роста (снижения) контрактных цен на экспортируемую нефть, что приводит к мгновенному укреплению (ослаблению) номинального и, соответственно, реального обменного курса. И роль информационного канала усилилась именно в период гибкого курса.

Таблица 4. Оценка параметров краткосрочной динамики (1999-2019; переключение режима в ноябре 2014 г.)

Параметр			Оценка	Стандартная ошибка	P-значение
Модель с ценой нефти	Режим 1	ECT_{t-1}	-0.034850	0.008884	0.0001
		$\Delta\ln(poil_t)$	0.033625	0.014130	0.0184
		$\Delta\ln(rer_{t-1})$	0.399489	0.071402	0.0000
		$\Delta\ln(rer_{t-2})$	-0.196599	0.070411	0.0058
		R2	0.232757		
		Log likelihood	503.0604		
	Режим 2	ECT_{t-1}	-0.190506	0.063773	0.0043
		$\Delta\ln(poil_t)$	0.227685	0.048442	0.0000
		$\Delta\ln(rer_{t-1})$	0.403014	0.106463	0.0004
		R2	0.493288		
		Log likelihood	107.2468		
		Log likelihood (1+2)	610.3072		
Модель со стоимостью экспорта нефти	Режим 1	ECT_{t-1}	-0.070386	0.015107	0.0000
		$\Delta\ln(xoil_t)$	0.018955	0.009897	0.0570
		$\Delta\ln(rer_{t-1})$	0.405341	0.070728	0.0000
		$\Delta\ln(rer_{t-2})$	-0.175338	0.069540	0.0125
		R2	0.239647		
		Log likelihood	503.9038		
	Режим 2	ECT_{t-1}	-0.160855	0.066666	0.0195
		$\Delta\ln(poil_t)$	0.138341	0.045685	0.0039
		$\Delta\ln(rer_{t-1})$	0.412933	0.122450	0.0014
		R2	0.366948		
		Log likelihood	101.2363		
		Log likelihood (1+2)	605.1401		

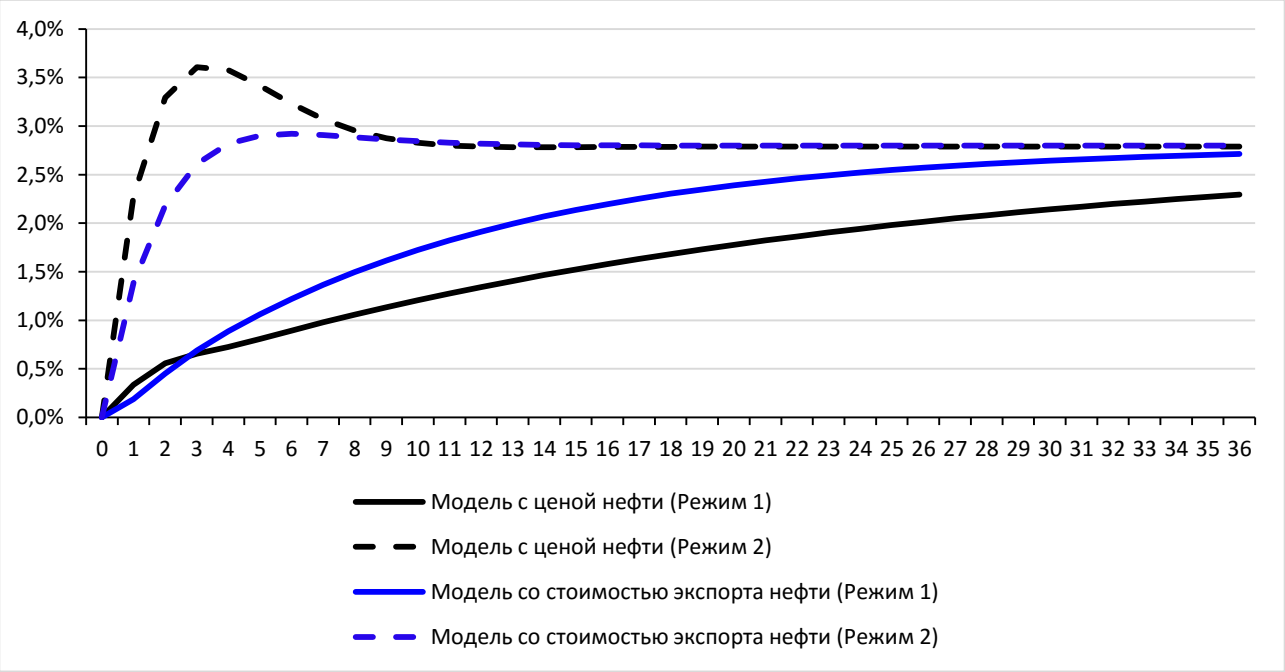


Рисунок 2. Импульсные отклики реального обменного курса рубля на 10 %-ный перманентный шок фундаментальной переменной.

В третьем эксперименте будем использовать более гибкую методику учета возможной нелинейности подстройки реального обменного курса к равновесному вследствие структурных изменений в экономике – двухрежимную модель коррекции ошибок с марковскими переключениями состояний, в которой все параметры краткосрочной динамики и дисперсия ошибок регрессии могут изменяться при смене режимов:

$$\Delta\ln(rer_t) = \mu_{s_t} ECT_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{s_t}^{i} \Delta\ln(rer_{t-i}) + \\ + \sum_{j=0}^{q} \varphi_{s_t}^{j} \Delta\ln(fund_{t-j}) + \sigma_{s_t} \varepsilon_t, \quad (3)$$

где s_t – ненаблюдаемая переменная режима модели в момент времени t, принимающая значения 0 или 1, $ECT_t = [\ln(rer_t) - \alpha \ln(fund_t) - \beta]$ – отклонение реального обменного курса от инвариантного к изменению режима долгосрочного равновесия, p и q – количество лагов приращений реального эффективного обменного курса и фундаментальной переменной соответственно, ε_t – независимые нормально распределенные случайные величины с нулевым средним значением и единичной дисперсией. Ненаблюдаемый стохастический процесс генерации режимов является марковской цепью первого порядка с постоянными вероятностями перехода из состояния i в момент времени (t–1) в состояние j в момент t: $P(s_t = j | s_{t-1} = i) = p_{ij}, p_{ij} > 0, \sum_{j=0}^{1} p_{ij} = 1$ $(i, j \in \{0,1\})$.

Модель коррекции ошибок с марковскими переключениями режимов оценивается следующим образом. При фиксированном наборе параметров долгосрочной связи (α, β) вектор параметров уравнения краткосрочной динамики (3) (μ, λ, φ, σ, p_{00}, p_{11}) оценивается методом максимального правдоподобия. Осуществив перебор долгосрочных коэффициентов по сетке, где на каждом шаге рассчитывается соответствующее значение функции правдоподобия, получим глобальный максимум функции правдоподобия и оптимальные оценки параметров модели.

На основе информационных критериев Акаике (AIC) и Шварца (BIC) на выборке январь 1999 г. – апрель 2019 г. была выбрана спецификация модели с одной запаздывающей разностью реального обменного курса ($p = 1$) и первой разностью фундаментальной переменной ($q = 0$)[4]. Глобальный максимум функции правдоподобия для этой спецификации в случае взятой в качестве фундаментальной переменной цены нефти достигается при $\alpha = 0.2740066$, $\beta = 3.451959$, а в случае стоимостного объема нефтяного экспорта как детерминанты курса – при $\alpha = 0.2640861$, $\beta = 2.194332$. Таким образом, как и в предыдущем эксперименте, полученные значения долгосрочных эластичностей обменного курса по цене нефти и по экспортной выручке близки друг к другу.

Как видно из таблицы 5, в которой представлены оценки параметров, характеризующих зависящую от режима краткосрочную динамику реального обменного курса, режимы марковской модели коррекции ошибок в обоих вариантах фундаментальной переменной имеют следующие ключевые особенности. Во-первых, в первом режиме волатильность изменений реального эффективного обменного курса рубля значительно выше, чем во втором, поскольку оценки стандартного отклонения ошибок σ_0 и σ_1 в варианте с ценой нефти равны 0.024 и 0.0146 соответственно, а в модели со стоимостью экспорта нефти – 0.0385 и 0.0155. Во-вторых, скорости сходимости курса к равновесию в состояниях 1 и 2 существенно отличаются друг от друга: значения коэффициентов коррекции ошибок показывают, что отклонение реального эффективного обменного курса от своего равновесного значения в режиме 1 модели с ценой нефти (стоимостью экспорта нефти) уменьшается наполовину в среднем менее чем за два месяца (три месяца), в то время как в состоянии 2 для этого в среднем понадобится почти год и одиннадцать месяцев (год и два месяца).

Таблица 5. Результаты оценивания моделей коррекции ошибок с марковскими переключениями режимов (1999-2019)

Модель с ценой нефти			
Параметр	**Оценка**	**Стандартная ошибка**	**P-значение**
Режим 1			
$\boldsymbol{ECT_{t-1}}$	-0.029778	0.007307	0.0000
$\boldsymbol{\Delta\ln(poil_t)}$	0.016962	0.012565	0.1771
$\boldsymbol{\Delta\ln(rer_{t-1})}$	0.274679	0.054777	0.0000
$\boldsymbol{\ln(\sigma)}$	-4.227620	0.057826	0.0000
R2	0.2448		
Режим 2			
$\boldsymbol{ECT_{t-1}}$	-0.433268	0.065769	0.0000
$\boldsymbol{\Delta\ln(poil_t)}$	0.421806	0.048912	0.0000
$\boldsymbol{\Delta\ln(rer_{t-1})}$	0.380536	0.085496	0.0000
$\boldsymbol{\ln(\sigma)}$	-3.728227	0.118135	0.0000
R2	0.7889		
$\boldsymbol{p_{00}}$	0.9673		
$\boldsymbol{p_{11}}$	0.8696		
Log likelihood	628.0676		
Модель со стоимостью экспорта нефти			
Параметр	**Оценка**	**Стандартная ошибка**	**P-значение**
Режим 1			
$\boldsymbol{ECT_{t-1}}$	-0.051322	0.012422	0.0000
$\boldsymbol{\Delta\ln(xoil_t)}$	0.003716	0.009559	0.6975
$\boldsymbol{\Delta\ln(rer_{t-1})}$	0.325850	0.065774	0.0000
$\boldsymbol{\ln(\sigma)}$	-4.169260	0.055529	0.0000
R2	0.2132		
Режим 2			
$\boldsymbol{ECT_{t-1}}$	-0.250818	0.088424	0.0046
$\boldsymbol{\Delta\ln(xoil_t)}$	0.257352	0.065843	0.0001
$\boldsymbol{\Delta\ln(rer_{t-1})}$	0.375368	0.129812	0.0038
$\boldsymbol{\ln(\sigma)}$	-3.256492	0.131887	0.0000
R2	0.5837		
$\boldsymbol{p_{00}}$	0.9861		
$\boldsymbol{p_{11}}$	0.9173		
Log likelihood	619.5696		

Оцененные значения переходных вероятностей режимов ($p_{00} = 0.97$ и $p_{11} = 0.87$ в варианте модели с ценой нефти и $p_{00} = 0.99$ и $p_{11} = 0.91$ в варианте со стоимостью экспорта) указывают на то, что оба состояния системы являются устойчивыми. На рисунке 3 представлены графики сглаженной вероятности $P(s_t = i|I_T)$, основанной на информационном множестве I_T для всей рассматриваемой выборки наблюдений. Будем считать режим i действующим в момент времени t, если сглаженная вероятность $P(s_t = i|I_T) > 0.5$. Можно видеть, что состояние негибкого курсообразования (режим 1) в основном наблюдалось в те временные промежутки, когда скачки номи-

нального обменного курса рубля сдерживались валютными интервенциями Банка России, и реальный эффективный обменный курс приспосабливался к своему долгосрочному равновесию в большей степени за счет инфляции внутренних цен ([10], [11]), а для интервалов действия режима гибкого курсообразования хараактерна высокая волатильность номинального обменного курса. Модель с ценой нефти отличается от модели со стоимостью экспорта несколько более широким диапазоном превалирования режима гибкого курсообразования, дополнительно включающего в себя период с августа 2011 г. по июль 2012 г.

Тот факт, что, несмотря на переход Банка России в ноябре 2014 г. к плавающему номинальному обменному курсу рубля и таргетированию инфляции, в период с февраля 2017 г. по апрель 2019 г. в обоих вариантах модели (3) идентифицируется состояние негибкого курсообразования можно объяснить введением в 2017-м году нового бюджетного правила, снижающего зависимость реального эффективного курса рубля от колебаний цен на нефть. Согласно этому правилу с февраля 2017 г. Минфином России стали проводиться операции по покупке иностранной валюты в объеме превышения фактических поступлений нефтегазовых доходов над уровнем нефтегазовых доходов федерального бюджета, сформированного при цене на нефть марки «Юралс» 40 долларов США за баррель (с ежегодной индексацией с 2018 г. на 2 %).

Для наглядной иллюстрации полученного ранее важного результата о быстрой и медленной корректировке реального обменного курса рубля к равновесному в различных состояниях системы на рисунке 4 представлены функции импульсного отклика обменного курса рубля на 10 %-ный перманентный шок фундаментальной переменной (предполагается, что режимы на горизонте отклика неизменны). Построенные отклики можно описать аналогично откликам модели со структурным сдвигом из предыдущего эксперимента.

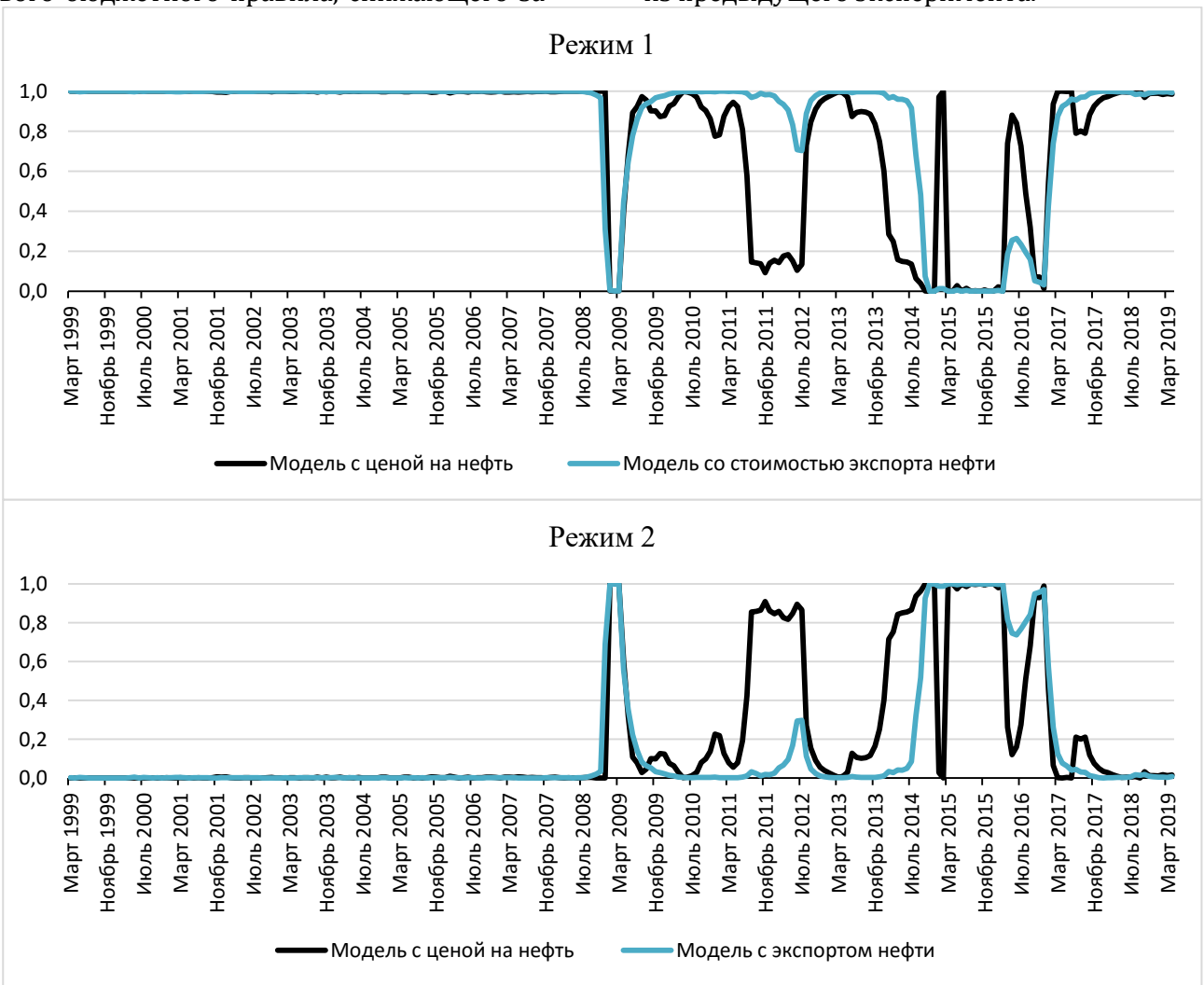


Рисунок 3. Сглаженная вероятность режимов.

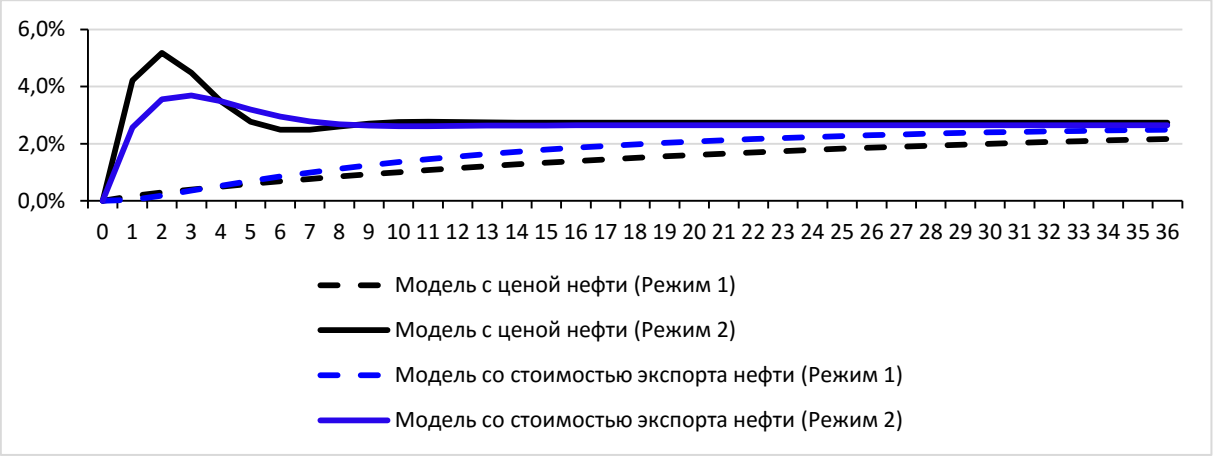


Рисунок 4. Функции импульсных откликов реального обменного курса рубля на 10 %-ный перманентный шок фундаментальной переменной.

В режиме 2 (гибкое курсообразование) реальный обменный курс резко реагирует на фундаментальный шок за счет быстрого изменения номинального курса национальной валюты. При этом возникает описанный нами ранее эффект «перелета» курса. После достижения пика реальный эффективный обменный курс достаточно быстрыми темпами приближается к своему долгосрочному равновесному уровню. Для полной сходимости требуется примерно год как после шока цены на нефть, так и после шока стоимости нефтяного экспорта.

В состоянии негибкого курсообразования (режим 1) процесс приспособления реального обменного курса к своему новому долгосрочному равновесию в ответ на шок фундаментальной переменной происходит в основном за счет механизма коррекции ошибок. Для полной подстройки курса к равновесию требуется промежуток времени, занимающий более трех лет.

Отклики в альтернативных моделях с ценой и стоимостью экспорта нефти отличаются друг от друга тем, что в режиме гибкого курсообразования эффект перелета курса более сильный в модели с ценой нефти, а в состоянии 1 обменный курс в модели со стоимостью экспорта нефти сходится к новому равновесию несколько быстрее, чем в модели с ценой нефти.Завершая анализ третьего эксперимента, отметим, что значение логарифмической функции правдоподобия в варианте марковской модели с ценой нефти, как и в предыдущем эксперименте, несколько выше, чем в варианте со стоимостью нефтяного экспорта (628.0676 против 619.5696), и поэтому с точки зрения объясняющей способности цена на нефть в данном случае является более предпочтительной фундаментальной переменной обменного курса, чем стоимость экспорта нефти.

Заключение

В настоящей работе по своим объясняющим свойствам были сопоставлены альтернативные фундаментальные факторы реального эффективного обменного курса рубля – цена и стоимость экспорта нефти – в рамках трех вариантов модели коррекции ошибок для реального обменного курса. Результаты оценивания показали, что в линейной модели в период управляемого номинального обменного курса рубля с января 1999 по октябрь 2014 г. цена на нефть и стоимость экспорта нефти по объясняющей способности практически идентичны. В модели коррекции ошибок со структурным сдвигом в ноябре 2014 г., когда Банк России осуществил переход от режима управляемого номинального курса рубля к режиму плавающего курса и таргетированию инфляции, и в двухрежимной модели с макровскими переключениями состояний более предпочтительной является переменная цены на нефть. Этот результат можно объяснить тем, что, во-первых, в период с ноября 2014 г. экспортная нефтяная выручка изменялась в основном вследствие роста и падения цены нефти, а не физических объемов экспорта. Во-вторых, важную роль в динамике курса играл информационный канал, в рамках которого при не мгновенной подстройке ценовых контрактов экспорта российской нефти рост (снижение) мировой цены нефти формирует ожидания о будущем росте (снижении) контрактных цен на экспортируемую нефть, что приводит к мгновенному укреплению (ослаблению) номинального и,

соответственно, реального обменного курса. И роль информационного канала усилилась именно в период гибкого курса.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. Механизм долгосрочного воздействия на реальный обменный курс (определяемый как мера относительной дороговизны внутренних товаров по сравнению с импортируемыми) нефтяной экспортной выручки можно описать по аналогии с воздействием на курс условий торговли. Неожиданный приток "нефтедолларов" в российскую экономику, как и увеличение цены на нефть, дает возможность отечественным потребителям приобретать больше импортных товаров. Вследствие эффекта дохода, повышается спрос на все виды товаров, включая отечественные. Поскольку цены на импортные товары экзогенно определяются мировыми рынками, растут только цены внутренней продукции, и, соответственно, реальный обменный курс рубля укрепляется.

2. http://data.imf.org/ – Сайт МВФ

3. В исходных данных по экспорту нефти были исправлены явные ошибки и учтена торговля с Казахстаном за 2010 г. после отмены таможенного оформления товаров на российско-казахстанской границе.

4. Вариант модели коррекции ошибок с марковскими переключениями режимов, где в качестве фундаментального фактора реального обменного курса берется цена нефти, был ранее оценен на чуть более короткой выборке с января 1999 г. по август 2018 г. в работе Полбина и др. [9]. Численные результаты оценивания этого варианта в настоящей работе мало отличаются от результатов исследования указанных авторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сосунов К. А., Шумилов А. В. Оценивание равновесного реального обменного курса российского рубля // Экономический журнал ВШЭ. 2005. Т. 9. № 2. С. 216-229.

2. Сосунов К. А., Ушаков Н. Ю. Определение реального курса рубля и оценка политики долгосрочного таргетирования реального курса валюты // Журнал Новой экономической ассоциации. 2009. Т. 3-4. С. 97-122.

3. Божечкова А. В., Трунин П. В. Анализ факторов динамики реального валютного курса рубля. М.: Дело, 2016.

4. Sosunov K., Zamulin O. "Can oil prices explain the real appreciation of the Russian ruble in 1998-2005?". CEFIR working paper 83. 2006.

5. Mironov V. V., Petronevich A. V. Discovering the signs of Dutch disease in Russia // Resources Policy. 2015. Vol. 46. P. 97-112.

6. Полбин А. В. Моделирование реального курса рубля в условиях изменения режима денежно-кредитной политики // Вопросы экономики. 2017. № 4. С. 61-78.

7. Engle R. F., Granger C. W. J. Cointegration and error correction: representation, estimation, and testing // Econometrica. 1987. Vol. 55. No. 2. P. 251-276.

8. MacKinnon J. Critical values for cointegration tests. Queen's University. Department of Economics Working Paper 1227. 2010.

9. Полбин А. В., Шумилов А. В., Бедин А. Ф., Куликов А. В. Модель реального обменного курса рубля с марковскими переключениями режимов // Прикладная эконометрика. 2019. № 3.

10. Дробышевский С., Полбин А. О роли плавающего курса рубля в стабилизации деловой активности при внешнеэкономических шоках // Проблемы теории и практики управления. 2016. № 6. С. 66-71.

11. Полбин А.В. Оценка влияния шоков нефтяных цен на российскую экономику в векторной модели коррекции ошибок // Вопросы экономики. 2017. № 10. С. 27-49.

OIL PRICES VERSUS OIL EXPORT REVENUES AS FUNDAMENTAL FACTORS OF THE REAL RUSSIAN RUBLE EXCHANGE RATE: A COMPARISON OF VEC MODELS

A. V. Shumilov
Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,
Moscow, Russia

ABSTRACT:
The study compares the explanatory power of two alternative long-term determinants of the real effective exchange rate of the Russian ruble, oil prices and oil export revenues, in three variants of the error correction model. The linear model shows that during the period of managed nominal exchange

rate from January 1999 to October 2014 explanatory properties of oil prices and oil export revenues are identical. In the model with structural break-in short-run parameters in November 2014 (when the Central Bank of Russia switched to a floating exchange rate and inflation-targeting policy) and in the Markov regime-switching model with two states, the oil price has higher explanatory power. This result could be explained, first, by the fact that since November 2014 oil revenue changes were mainly due to oil price movements rather than fluctuations in the volume of oil exports. In addition, information channel played an important role in the exchange rate dynamics. In this channel, with the non-instant adjustment of oil export price contracts, increase or decrease in the world price of oil forms expectations about the future rise (drop) of contract prices of exported oil, leading to an instant appreciation (depreciation) of the nominal and real exchange rates.

KEYWORDS:
real effective exchange rate, Russia, oil export revenues, error correction model, Markov regime switching, impulse response functions.

AUTHORS' INFORMATION:
Andrey V. Shumilov, Cand. Sci. (Physical and Mathematical), Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,
82-84, Vernadskogo ave., Moscow, 119571, Russia, shumilov-av@ranepa.ru

FOR CITATION: Shumilov A. V. Oil prices versus oil export revenues as fundamental factors of the real Russian ruble exchange rate: a comparison of VEC models // Management Issues. 2019. №4 (59). P. 178—190.

REFERENCES

1. Sosunov K.A., Shumilov A.V. Estimation of the equilibrium real exchange rate for Russia // HSE economic journal. 2005. Vol. 9. № 2. P. 216-229. [Sosunov K.A., Shumilov A.V. Otsenivanie ravnovesnogo real'nogo obmennogo kursa rossiyskogo rublya // Ekonomicheskiy zhurnal VShE. 2005. T. 9. № 2. S. 216-229.] – (In Rus.)

2. Sosunov K.A., Ushakov N.Yu. Determination of the real exchange rate of the ruble and assessment of long-run policy of real exchange rate targeting // Journal of the New Economic Association. 2009. Vol. 3-4. P. 97-122. [Sosunov K.A., Ushakov N.Yu. Opredelenie real'nogo kursa rublya i otsenka politiki dolgosrochnogo targetirovaniya real'nogo kursa valyuty // Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii. 2009. T. 3-4. S. 97-122.] – (In Rus.)

3. Bozhechkova A.V., Trunin P.V. Analysis of factors affecting the dynamics of the real ruble exchange rate. Moscow: Delo, 2016. [Bozhechkova A.V., Trunin P.V. Analiz faktorov dinamiki real'nogo valyutnogo kursa rublya. Moscow: Delo, 2016.] – (In Rus.)

4. Sosunov K., Zamulin O. "Can oil prices explain the real appreciation of the Russian ruble in 1998-2005?", CEFIR working paper 83, 2006.

5. Mironov V.V., Petronevich A.V. Discovering the signs of Dutch disease in Russia // Resources Policy. 2015. Vol. 46. P. 97-112.

6. Polbin A.V. Modeling the real ruble exchange rate under monetary policy regime change // Voprosy economiki. 2017. № 4. P. 61-78. [Polbin A.V. Modelirovanie real'nogo kursa rublya v usloviyah izmeneniya rezhima denezhno-kreditnoy politiki // Voprosy economiki. 2017. № 4. P. 61-78.] – (In Rus.)

7. Engle R.F., Granger C.W.J. Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing // Econometrica. Vol. 55. No. 2. P. 251-276.

8. MacKinnon J., "Critical values for cointegration tests", Queen's University, Department of Economics Working Paper 1227, 2010.

9. Polbin A.V., Shumilov A.V., Bedin A.F., Kulikov A.V. Modeling real exchange rate of the Russian ruble using Markov regime switching approach // Applied econometrics. 2019. № 3. [Polbin A.V., Shumilov A.V., Bedin A.F., Kulikov A.V. Model' real'nogo obmennogo kursa rublya s markovskimi pereklyucheniyami rezhimov // Prikladnaya ekonometrika. 2019. № 3.] – (In Rus.)

10. Drobyshevskiy S., Polbin A. On the role of the floating exchange rate of the ruble in stabilizing business activity under foreign trade shocks // Problems of the theory and

practice of management. 2016. № 6. P. 66-71. [Drobyshevskiy S., Polbin A. O roli plavayushchego kursa rublya v stabilizatsii delovoy aktivnosti pri vneshneekonomicheskikh shokakh // Problemy teorii i praktiki upravleniya. 2016. № 6. S. 66-71.] – (In Rus.)

11. Polbin A.V. Econometric estimation of the impact of oil prices shock on the Russian economy in VECM model // Voprosy economiki. 2017. № 10. P. 27-49. [Polbin A.V. Otsenka vliyaniya shokov neftyanykh tsen na rossiyskuyu ekonomiku v vektornoy modeli korrektsii oshibok // Voprosy economiki. 2017. № 10. S. 27-49.] – (In Rus.)