

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ИНСТРУМЕНТАМИ ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКИ*

Иван Николаевич МИТИН^a, Иван Дмитриевич ГРАЧЁВ^b, Иван Викторович НЕВОЛИН^{c*}

^a ведущий специалист, Банк ВТБ, Москва, Российская Федерация
mitin.ivan@gmail.com
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

^b доктор экономических наук, главный научный сотрудник,
Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Российская Федерация
idg19@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 8804-6017

^c кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник,
Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Российская Федерация
i.nevolin@semi.rssi.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 9480-1375

* Ответственный автор

История статьи:

Получена 07.11.2018
Получена в доработанном виде 17.11.2018
Одобрена 31.11.2018
Доступна онлайн
30.01.2019

УДК 336.025

JEL: E17, E47, F30

Ключевые слова: цена на нефть, ключевая ставка, коинтеграция временных рядов

Аннотация

Предмет. Взаимосвязи между номинальным курсом рубля, ключевой ставкой и ценой на нефть.

Цели. Проверка гипотезы о согласованном использовании инструментов Центрального банка Российской Федерации – валютного курса и ключевой ставки – в условиях изменяющейся внешней среды.

Методология. Используются инструменты статистического анализа: оценена линейная связь, выполнена проверка коинтеграции временных рядов валютного курса и цены на нефть. Построенные модели проверялись на корректность специальными тестами Грейнджера на причинность, Дики – Фуллера – на наличие тренда, Дарбина – Уотсона и Харке – Бера – для анализа регрессионных остатков, Йохансена – на коинтеграцию.

Результаты. Подтверждена связь между курсом рубля и ценой на нефть. В моделях коинтеграции выявлена краткосрочная связь между ценой на нефть и курсом рубля. Наиболее значимыми оказались коэффициенты при первом и восьмом лагах – условно, в начале и в конце недельного временного окна. Несколько неожиданным оказывается отсутствие долгосрочной связи между курсом рубля и ценой на нефть в модели коинтеграции, что противоречит проведенным ранее исследованиям. Оправданным оказывается включение ключевой ставки в многофакторную модель курса рубля наряду с ценой на нефть в виде дамми-переменных. Такая модель позволяет выявить периоды более активного использования ключевой ставки в политике Банка России.

Выводы. Построенная модель позволяет оценить количественную связь между инструментами Банка России. После резкого сокращения денежной массы в долларовом эквиваленте в 2014 г. наблюдались периоды, когда согласно модели Центральный банк Российской Федерации более активно использовал ключевую ставку в денежно-кредитной политике. Это периоды с декабря 2015 г. по февраль 2016 г. и с ноября 2017 г. по февраль 2018 г.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

Для цитирования: Митин И.Н., Грачёв И.Д., Неволин И.В. Статистическое исследование связи между инструментами денежно-кредитной политики // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2019. – Т. 18, № 1. – С. 179 – 196.

<https://doi.org/10.24891/ea.18.1.179>

Введение

Валютный курс является важным инструментом промышленной политики. Существенной при этом оказывается относительная разница цен на международных рынках, которая влияет на торговый баланс, движение капитала и инфляцию. В работе [1] отмечено, что существующая политика Центрального банка Российской Федерации, промышленная политика создают предпосылки для периодической девальвации рубля. В работе [2] рассматривается валютный курс не только в связи с промышленной политикой (в части регулирования внутренних цен топливно-энергетического комплекса), но также налоговой и таможенной политики в зависимости от внешних условий – цен на нефть. Известны многосекторные модели экономики, которые позволяют анализировать отклик параметров на изменение внешних условий [3]. Именно цена на нефть часто характеризует внешнюю среду в экономико-математических моделях такого рода.

Цена на нефть упоминается как ключевой фактор, создающий риски для российского рубля в работе [4]. Исследования показывают сильную связь между этими параметрами, хотя курс и менее эластичен к нефти по сравнению, например, с производительностью труда [5]. Однако цена на нефть имеет очевидное преимущество по сравнению с другими факторами: как и для валютного курса, сведения о ее изменении публикуются ежедневно, в отличие от ВВП, международных резервов, денежной массы, производительности труда и т.д. Это позволяет строить временные ряды на дневных данных в расчете спрогнозировать краткосрочные колебания валютного курса. Статистические исследования в этой области построены по общей схеме: анализ временных рядов валютного курса и цены на нефть. Различные авторы рассматривают различные временные интервалы, в том числе существуют работы, которые охватывают кризисы и резкое падение цен как на топливное сырье, так и на

российский рубль. Но даже они не всегда улавливают фундаментальную причину девальвации – нарастающее отклонение реального курса от номинального [1].

Цена на нефть является некоторым приближением торгового баланса России, занимая важное место в экономике в качестве товара [6]. Однако денежно-кредитная политика не ограничивается одним лишь установлением валютного курса, и, очевидно, применение других инструментов также должно находить свое отражение в стоимости российского рубля. Как известно, Банк России целенаправленно воздействует на валютный курс через изменение ключевой ставки. В частности, об этом свидетельствует высказывание первого заместителя председателя Банка России К.В. Юдаевой, которая отмечает, что Центральный банк Российской Федерации может воздействовать на ставки денежного рынка, а последние в свою очередь влияют на другие кредитные и депозитные ставки в экономике, а также на валютный курс [7]. Таким образом, можно предположить, что совместный анализ цен на нефть, курса российского рубля и ставки рефинансирования (ключевой ставки) Банка России позволяет оценить количественную связь между инструментами денежно-кредитной политики.

Оставляя за рамками исследования прочие факторы, влияющие на курс рубля [8], сфокусируемся на количественной связи двух управляющих параметров Центрального банка Российской Федерации – валютном курсе и ключевой ставке. Дополнительный параметр стоимости денег в экономике – процентная ставка – позволяет объяснить, почему валютный курс следует за шоковым изменением цены на нефть, но продолжает колебания в новом коридоре даже после возвращения цен к прежним значениям.

История исследований

Валютный курс – один из ключевых элементов денежно-кредитной политики, поэтому неудивительно, что он привлекает пристальное внимание исследователей. Теория предполагает связь этого параметра с

* Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ. Проект № 18-010-00079а «Прогнозирование вариантов стратегий развития хозяйствующих субъектов российской экономики в условиях действия санкционных ограничений».

динамикой ВВП, условиями торговли, производительностью труда, объемом денежной массы и прочими макроэкономическими характеристиками национальной экономики. Заинтересованный читатель может найти теоретические обоснования этих связей и обзор эмпирических работ по данной теме в исследовании [5], как и методику проведения исследований подобного рода. В случае России значительную часть вариации валютного курса объясняет цена на нефть. Давая приближение условиям торговли и являясь общедоступным показателем, цена на нефть оказывается очень удобной в экономическом анализе курса рубля. Периодически появляются работы с количественной оценкой статистической связи между этими двумя параметрами.

Анализ однофакторных моделей в русскоязычной литературе выявляет слабое исследование регрессионных моделей при констатации их авторами статистической связи между курсом рубля и ценой на нефть. В работе [9] указаны технические средства учета автокорреляции и исследованы условия стационарности модели (на дневных данных за период с января по октябрь 2015 г.). В работе [10] построена модель с лагами (на дневных данных за период с января по декабрь 2012 г.), а в работе [11] строится модель (на дневных данных за периоды с июля по декабрь 2014 г. и с февраля по март 2015 г.) в предположении постоянства средней рублевой выручки от продажи единичного объема нефти. Публикация [12] примечательна тем, что авторы не предъявляют читателю регрессию в явном виде, а ограничиваются анализом коинтеграции нестационарных рядов (на недельных данных за периоды с января 2000 г. по декабрь 2007 г. и с января 2010 г. по июнь 2016 г.). Представленный в этой работе анализ более громоздкий по сравнению с линейной регрессией, но является более строгим в смысле работы с нестационарными временными рядами. Более общей в методологическом смысле является работа [13], где подобно исследованию [12] выполнена проверка коинтеграции на данных для целого набора стран (на квартальных

данных за период с января 1995 г. по июнь 2006 г.). Однако авторы работы [13] – в этом проявляется более общий анализ – также рассматривают другие факторы и предъявляют регрессионную модель. Исследование [14] охватывает лишь один фактор валютного курса, но оно примечательно обилием тестов и глубоким исследованием модели (на недельных данных за период с января 2000 г. по декабрь 2015 г.), и в целом методика следует процедурам, которые используются при построении многофакторных моделей зависимости валютного курса от макроэкономических показателей.

Многофакторные модели исследуются с привлечением большого количества тестов, что неизбежно в случае анализа целого набора параметров. Эти модели вовлекают множество макроэкономических индикаторов, однако наша цель состоит в том, чтобы проследить связь между управляющими переменными денежно-кредитной политики.

Исследования денежно-кредитной политики зачастую развивают классические модели процентной ставки, в частности, правило Тейлора [15, 16]. Однако такой подход требует наблюдения на более длительных временных интервалах, чем ежедневные. Поэтому полный обзор многофакторных моделей остается за рамками настоящей статьи. В качестве исследования зависимости валютного курса от цены на нефть и процентной ставки примечательны работы [17, 18]. Первая обнаруживает положительную связь валютного курса с недельной ставкой межбанковского депозита на ежемесячных данных в течение десятилетнего периода. Вторая статья выявляет отрицательную связь с ключевой ставкой на недельных данных с 2000 по 2016 г. Наша работа углубляет эти исследования.

Нефть как фактор валютного курса

Для оценки статистической связи курса доллара США в рублях и цены на нефть использованы данные компании ФИНАМ с 10 июня 1999 г. по 11 февраля 2018 г. Для последующих вычислений и анализа результатов удобнее работать не с курсом

доллара, выраженном в рублях, а с курсом рубля, выраженном в долларах США. Хотя российская нефть относится к марке Urals, в анализе используется цена на нефть марки Brent, как некоторый эталон, от которого зависят цены на все энергоносители.

На совместном графике цены на нефть и динамики курса рубля (*рис. 1*) заметны периоды синхронного роста и спада значений временных рядов. Также заметно, что даже при росте цен на нефть укрепление рубля происходит не так сильно.

Визуальный анализ данных позволяет сделать вывод, что с 2003 г. в целом наблюдается зависимость курса рубля от цены на нефть, которая претерпевает структурные изменения с течением времени. Но в общем, если цена на нефть растет, то рубль укрепляется, если цена на нефть падает – рубль слабеет. Эти наблюдения были отмечены и в цитируемых работах, где анализ ограничивался разными промежутками времени.

По сравнению с другими работами, наше исследование опирается на ежедневные данные за продолжительный промежуток времени.

Недельные и квартальные данные в цитируемых исследованиях при анализе длительных периодов, вероятно, объясняются стремлением получить стационарные ряды. Действительно, наблюдения с 2003 г. охватывают разнообразные закономерности в поведении биржевых котировок.

Можно выделить следующие периоды:

- с 2004 по 2006 г. курс рубля держался практически на одном уровне при значительном росте цены на нефть;
- с конца 2006 г. по начало 2007 г. заметно умеренное укрепление рубля при падении цены на нефть;
- с 2009 по 2011 г. курс рубля стабилизировался при значительном росте цены на нефть;
- с 2013 г. по начало 2014 г. рубль ослабел при относительно стабильной цене на нефть;

- с середины 2017 г. до весны 2018 г. курса рубля имел узкий диапазон колебаний при росте цены на нефть.

Учет ключевой ставки Банка России

Ключевая ставка как фактор валютного курса зачастую остается вне поля зрения исследователей. Действительно, на относительно коротких интервалах времени она (ставка) практически не объясняет вариации курса рубля. Именно длинный промежуток времени хотя и не позволяет получить стационарный временной ряд, отчетливо демонстрирует связь между ключевой ставкой и валютным курсом. Но длинный временной ряд позволяет перейти к квартальным данным и привлечь дополнительные макроэкономические индикаторы, что и делают исследователи, оставляя процентную ставку без внимания.

Источником данных о размере ключевой ставки, как и о датах ее изменения, послужила информационная база «Консультант Плюс». Ключевая ставка введена 13 сентября 2013 г., а до этого Банк России использовал процентную ставку рефинансирования. Поэтому данные для исследования, строго говоря, включают динамику ставки рефинансирования с 10 июня 1999 г. по 12 сентября 2013 г. и динамику ключевой ставки с 13 сентября 2013 г. до весны 2018 г.

Из всех периодов анализа с 2004 г., обозначенных ранее, выделим те, которые соответствуют стабилизации курса рубля при росте цен на нефть, а также ослаблению рубля при стабилизации цен на нефть. А именно, проанализируем данные после 28 февраля 2011 г., когда процентная ставка была повышена с 7,75 до 8%. Диаграмма рассеяния иллюстрирует два облака точек – по одному в области высокого и низкого курса рубля (*рис. 2*).

Точки, расположенные выше границы 0,03 доллара за рубль (выделенная область на *рис. 2*) аппроксимируются линейной зависимостью с другим наклоном, нежели все остальные. Можно предположить, что эти данные соответствуют периоду с некоторыми

структурными сдвигами, которые не являются предметом нашего анализа и потому должны исключаться из последующего рассмотрения. В качестве границы выбрана дата 3 марта 2014 г., когда ключевая ставка опустилась с 7 до 5,5%, данные выше 0,03 доллара за рубль исчезают, а оставшиеся точки характеризуются линейной зависимостью, качество которой подтверждается статистическим оцениванием.

Зависимость валютного курса от цены нефти

Эффект от добавления нового параметра – ключевой ставки – намного понятнее после анализа модели без его участия. Построим регрессионную модель с курсом рубля в качестве объясняемой переменной и ценой на нефть в качестве объясняющей для периода с 3 марта 2014 г. по 11 февраля 2018 г. Характеристики модели представлены в *табл. 1*.

С помощью теста Грейнджера на причинность проверены две гипотезы:

- курс рубля – не причина цены на нефть;
- цена на нефть – не причина курса рубля.

При тестировании второй гипотезы обнаружено ее нарушение с 5%-ным уровнем значимости даже с учетом различного количества лагированных переменных. Тестирование первой гипотезы позволяет отвергнуть ее с 5%-ным уровнем значимости, но учет лагированных уже не позволяет этого сделать – гипотеза становится неопровержимой, то есть появляются основания говорить о том, что именно цена на нефть определяет курс рубля, а не наоборот. Этот результат согласуется с опубликованными ранее результатами, но относящимися к другому периоду анализа.

Уже визуальный анализ данных (*рис. 1*) приводит к мысли о нестационарности временных рядов. Тест Дики – Фуллера для курса рубля (статистика $-1,27$, $p\text{-val } 0,9$) и для цены на нефть (статистика $-1,13$, $p\text{-val } 0,92$) свидетельствует о наличии тренда в анализируемых данных. Переход к первым

разностям позволяет избавиться от нестационарности, но существенно уменьшает корреляцию между временными рядами.

Несмотря на значения статистик, которые свидетельствуют о значимости коэффициентов модели, регрессия имеет ряд недостатков. Во-первых, остатки модели распределены не нормально, о чем свидетельствует тест Харке – Бера (значение статистики 123,9). Во-вторых, тест Дарбина – Уотсона выявил автокорреляцию остатков (значение статистики 0,073). Процедура Кохрейна – Оркатта позволяет преодолеть проблему автокорреляции остатков. Действительно, перейдем к новым переменным:

$$\begin{cases} \overline{RUB_USD}_t = RUB_USD_t - r \times RUB_USD_{t-1}; \\ \overline{BRENT_USD}_t = BRENT_USD_t - r \times BRENT_USD_{t-1}, \end{cases}$$

где RUB_USD_t – значение валютного курса в момент времени t ;

$BRENT_USD_t$ – значение цены на нефть в момент времени t ;

r – коэффициент модели автокорреляции остатков ранее построенной модели ($r = 0,96$).

Результаты оценивания построенной таким способом модели представлены в *табл. 2*.

Коэффициенты вновь построенной модели оказались значимы, проблема автокорреляции остатков устранена (статистика Дарбина – Уотсона 2,024), но сохранилась проблема ненормальности остатков (статистика Харке – Бера 2 909,501), а коэффициент детерминации существенно ухудшился. Повысить качество модели может сокращение наблюдений и/или добавление новых объясняющих переменных. Согласно утверждению К.В. Юдаевой [7], процентная ставка является одним из инструментов для управления валютным курсом и именно ее следует учесть в модели.

Выполним анализ коинтеграции временных рядов. Для определения порядка лагированных переменных воспользуемся критериями Акаике (AIC) и Шварца (BIC). Результаты по этим критериям не согласуются между собой: по критерию Акаике необходимо использовать 17 лагов, по

критерию Шварца – ноль. Однако продолжим анализ, опираясь на 17 лагов. При совместном рассмотрении рядов валютного курса и цены на нефть с уверенностью отвергается гипотеза о нулевом ранге коинтеграции, о чем свидетельствует тест Йохансена как по статистике максимального собственного значения, так и по статистике следа (*табл. 3*). Для найденного порядка лагированных переменных в условиях коинтеграции временных рядов исследуется векторная модель коррекции ошибок. Ее результаты представлены в *табл. 4*.

Построенные модели коррекции ошибок показывают, что лагированные переменные курса рубля не влияют на краткосрочные изменения цены на нефть. Однако в этой модели оказывается значимой долгосрочная связь курса рубля и цены на нефть. Причем значение $EC_1 \sim 76$ свидетельствует о том, что долгосрочная динамика сходит с равновесной траектории. Модель зависимости курса рубля от нефти, напротив, показывает краткосрочную связь между переменными, но не долгосрочную. Эти выводы расходятся с теми, которые были изложены в работе [14], где явным образом выделены периоды структурных сдвигов, и анализ проводится на горизонтах относительно стабильной динамики. Далее продемонстрируем, что ключевая ставка вносит свой вклад в колебания валютного курса.

Процентная ставка как фактор валютного курса

Включение в модель ставки в качестве объясняющей переменной вносит очень слабые изменения (*табл. 5*). Коэффициент при ставке оказывается значимым, и он свидетельствует об отрицательном влиянии на курс. При уменьшении ставки, согласно модели, за один рубль дают большее количество центов, и, таким образом, рубль укрепляется. Эта зависимость несколько противоречит экономической теории, согласно которой низкая ставка повышает доступность кредита и, соответственно, ослабляет валюту. Однако как и самая первая модель вновь построенная страдает от проблем

автокорреляции ошибок и ненормальности остатков.

Проанализируем модель, которая учитывает процентную ставку не в виде непрерывной переменной, а предполагает целый набор бинарных переменных – по одной для каждого из значений ставки в рассматриваемый период. Всего получается 16 дополнительных переменных (помимо цены на нефть и константы). Результаты оценивания представлены в *табл. 6*.

Можно обратить внимание на отсутствие какой-либо зависимости между коэффициентами при фиктивных переменных и значениями процентной ставки. Тем не менее учет процентной ставки позволяет иначе взглянуть на диаграмму рассеяния курса рубля и цены на нефть. На *рис. 3* внизу каждый отрезок соответствует зависимости переменных при фиксированной процентной ставке. При этом модель с учетом ключевой ставки лучше описывает фактическую зависимость между валютным курсом и ценой на нефть. На *рис. 4* изображены три тренда: фактический, модель 1 (без учета процентной ставки) и модель 2 (с учетом процентной ставки в виде набора фиктивных переменных). Вертикальные линии обозначают моменты изменения процентной ставки. График второй модели визуально меньше отклоняется от фактического тренда, чем график первой модели.

Строго говоря, курс рубля и ключевая ставка являются управляющими переменными Центрального банка Российской Федерации, тогда как цена на нефть – экзогенная переменная. Линейная модель показывает в том числе, насколько сильно одна управляющая переменная – курс рубля – зависит от другой – ключевой ставки. При постоянном коэффициенте при цене на нефть коэффициент при ключевой ставке меняется. Соответственно, в одни периоды Банк России сильнее задействует процентную ставку, чтобы компенсировать изменение условий внешней торговли (например, в периоды с декабря 2015 г. по февраль 2016 г. и с ноября 2017 г. по февраль 2018 г., когда коэффициент

по модулю был выше 0,004), в другие – менее активно (например, с марта по июнь 2015 г. и с января по июнь 2017 г., когда абсолютное значение несколько отличалось от 0,002). Любопытно, что рассматриваемый период охватывает два момента времени с процентной ставкой 7,5%. Если в начале периода на 1 июля 2014 г. фиксируется курс доллара 33,8434 руб. и денежная масса в широком определении 9 706,5 млрд руб., то в конце периода на 1 марта 2018 г. показатели равны соответственно 62,0188 руб. и 16 153,4 млрд руб. Курс доллара вырос в 1,67 раз, тогда как рублевая денежная масса только в 1,5 раза. Компенсация резкого сокращения денежной массы в национальной экономике еще не завершилась, однако данные свидетельствуют о том, что монетарная политика движется в этом направлении. Можно предположить, что в настоящее время наблюдается улучшение условий для внутренних производителей посредством денежно-кредитной политики. На жесткость условий до 2014 г. включительно указывалось, например, в работе [19].

Заключение

Валютный курс является лишь одним из инструментов денежно-кредитной политики Центрального банка Российской Федерации, хотя и очень важным для экономики. Многие исследования обнаруживают связь между курсом рубля и ценой на нефть. Статистическая связь оказывается очень сильной, что подтверждается в различных

постановках модели. Интересно проследить связь инструментов денежно-кредитной политики под действиям меняющихся условий внешней торговли. Согласно исследованию [1], инструменты Банка России – ставка и валютный курс – являются реакцией на торговый и платежный баланс – цену на нефть. Все вместе – цена на нефть, процентная ставка и валютный курс – позволяет составить некоторое описание тенденций в национальной экономике, и поэтому статистическая связь между ними носит фундаментальный характер. Действительно, эту связь удастся обнаружить в эконометрических моделях, в том числе на достаточно продолжительных промежутках времени. Учет процентной ставки ожидаемо повышает точность моделей, поскольку полнее учитывает управление со стороны Центрального банка Российской Федерации в ответ на конъюнктуру международной торговли.

Между тем, явная зависимость между курсом рубля и процентной ставкой отсутствует. Это наблюдение еще раз подчеркивает переплетение связей денежно-кредитной и промышленной политик, взаимное влияние инструментов управления. Фокус на отдельных, пусть наиболее заметных и значимых, факторах неизбежно оставляет за рамками взаимосвязь индикаторов, которая может быть плохо уловима статистическими моделями, но отчетливо проявляется в действительности.

Таблица 1
Характеристика простейшей однофакторной модели

Table 1
The simplest one-factor model

Показатель	<i>coef</i>	<i>std err</i>	<i>t</i>	<i>p > t </i>
<i>const</i>	0,0057	8,06e-05	70,987	0
<i>BRENT_USD</i>	0,0002	1,24e-06	165,079	0
<i>R-sq</i>	0,958	–	–	–
<i>F</i> (1 200,1)	2,725e + 04	–	–	–
<i>P</i> (<i>F</i>)	0	–	–	–

Примечание. Первые две строчки таблицы характеризуют оценку константы и коэффициента при цене на нефть (*BRENT_USD*). Далее представлены *R*-квадрат, *F*-статистика и *p-val* для *F*-статистики.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2
Характеристика однофакторной модели с процедурой Кохрейна – Оркатта (модель 1)

Table 2
The simplest one-factor model after the Cochrane–Orcutt procedure (Model 1)

Показатель	<i>coef</i>	<i>std err</i>	<i>t</i>	<i>p > t </i>
<i>const</i>	0,0004	1,3e-05	29,013	0
<i>BRENT_USD</i>	0,0001	5,22e-06	24,073	0
<i>R-sq</i>	0,326	–	–	–
<i>F</i> (1 199,1)	579,5	–	–	–
<i>P</i> (<i>F</i>)	0	–	–	–

Примечание. Первые две строчки таблицы характеризуют оценку константы и коэффициента при цене на нефть (*BRENT_USD*). Далее представлены *R*-квадрат, *F*-статистика и *p-val* для *F*-статистики.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3
Тест Йохансена на коинтеграцию

Table 3
The Johansen test for cointegration

Ранг коинтеграции	Максимальное собственное значение	След
0	7,972 (14,26)	12,83 (15,49)
1	4,857 (3,841)	4,857 (3,841)

Примечание. В скобках – критические значения 5%-ного уровня значимости.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 4

Оценки, статистики и *p-val* статистик для моделей курса нефти и валютного курса

Table 4

Estimates, statistics and *p-val* for the exchange rate and oil price models

Показатель	Модель валютного курса			Модель цены на нефть		
	<i>coef</i>	<i>z</i>	<i>P > z </i>	<i>coef</i>	<i>z</i>	<i>P > z </i>
L1 RUB USD	-0,1095	-3,434	0,001	145,5932	1,01	0,313
L1 BRENT USD	2,14E-05	3,05	0,002	-0,0821	-2,585	0,01
L2 RUB USD	-0,0249	-0,78	0,435	111,5307	0,773	0,44
L2 BRENT USD	1,79E-05	2,515	0,012	0,0327	1,018	0,309
L3 RUB USD	-0,0184	-0,576	0,564	-99,3299	-0,688	0,491
L3 BRENT USD	-5,11E-07	-0,072	0,943	0,0743	2,314	0,021
L4 RUB USD	-0,0359	-1,126	0,26	-257,6598	-1,786	0,074
L4 BRENT USD	5,20E-06	0,731	0,465	0,0107	0,331	0,741
L5 RUB USD	-0,013	-0,411	0,681	49,4066	0,345	0,73
L5 BRENT USD	6,76E-06	0,951	0,341	0,0336	1,045	0,296
L6 RUB USD	-0,0566	-1,786	0,074	-1,7635	-0,012	0,99
L6 BRENT USD	-9,38E-07	-0,132	0,895	0,0048	0,15	0,881
L7 RUB USD	-0,0413	-1,305	0,192	49,9231	0,349	0,727
L7 BRENT USD	5,79E-06	0,817	0,414	0,0724	2,26	0,024
L8 RUB USD	-0,0837	-2,651	0,008	-10,1531	-0,071	0,943
L8 BRENT USD	2,15E-05	3,025	0,002	0,0314	0,979	0,328
L9 RUB USD	0,0092	0,292	0,771	198,0713	1,383	0,167
L9 BRENT USD	-5,47E-06	-0,769	0,442	-0,0209	-0,648	0,517
L10 RUB USD	0,0117	0,373	0,709	-16,9531	-0,119	0,905
L10 BRENT USD	1,19E-05	1,678	0,093	0,0281	0,875	0,382
L11 RUB USD	0,0717	2,283	0,022	89,2504	0,628	0,53
L11 BRENT USD	-3,55E-06	-0,501	0,617	-0,007	-0,218	0,828
L12 RUB USD	0,0401	1,278	0,201	-32,7946	-0,231	0,817
L12 BRENT USD	-4,27E-06	-0,603	0,547	0,0594	1,854	0,064
L13 RUB USD	0,0473	1,506	0,132	-30,1223	-0,212	0,832
L13 BRENT USD	1,53E-05	2,157	0,031	8,43E-05	0,003	0,998
L14 RUB USD	0,0199	0,631	0,528	-41,4362	-0,291	0,771
L14 BRENT USD	2,61E-06	0,367	0,714	-0,0034	-0,105	0,916
L15 RUB USD	-0,0116	-0,367	0,713	68,0942	0,479	0,632
L15 BRENT USD	2,03E-06	0,286	0,775	-0,0467	-1,452	0,146
L16 RUB USD	-0,0415	-1,324	0,185	146,8219	1,035	0,301
L16 BRENT USD	3,05E-05	4,303	0	0,0759	2,366	0,018
L17 RUB USD	-0,077	-2,489	0,013	257,9402	1,842	0,065
L17 BRENT USD	2,00E-05	2,831	0,005	-0,0665	-2,085	0,037
EC 1	0,0001	0,018	0,986	76,4288	2,605	0,009

Примечание. Представлены характеристики 17 лагированных переменных курса рубля (L_i RUB USD, где i – номер лага) и 17 лагированных переменных цены на нефть (L_i BRENT USD, где i – номер лага). EC_1 – характеристика долгосрочной связи в модели.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 5
Характеристика модели с учетом ключевой ставки

Table 5
A model with the key interest rate

Показатель	coef	std err	t	p > t
const	0,0068	0	33,514	0
BRENT_USD	0,0002	1,43e-06	140,739	0
RATE	-0,0081	0,001	-5,799	0
R-sq	0,959	-	-	-
F (1 200,2)	1,4e+04	-	-	-
P(F)	0	-	-	-

Примечание. Первые три строчки таблицы характеризуют оценку константы, коэффициента при цене на нефть (BRENT_USD) и коэффициента при ключевой ставке (RATE). Далее представлены R-квадрат, F-статистика и p-val для F-статистики.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 6
Характеристика многофакторной модели (модель 2)

Table 6
Multivariate regression (Model 2)

Показатель	coef	std err	t	p > t
const	0,0113	0	40,905	0
BRENT_USD	0,0002	2,72e-06	56,094	0
RATE_0,075	0,0008	6,85e-05	11,507	0
RATE_0,0775	-0,0042	0	-34,951	0
RATE_0,0825	-0,004	0	-30,406	0
RATE_0,085	-0,0028	0	-18,99	0
RATE_0,09	-0,0022	0	-14,28	0
RATE_0,0925	-0,0015	0	-9,508	0
RATE_0,095	-0,0024	0	-21,426	0
RATE_0,0975	-0,0018	0	-11,531	0
RATE_0,1	-0,003	0	-21,102	0
RATE_0,105	-0,0031	0	-19,899	0
RATE_0,11	-0,0032	0	-19,734	0
RATE_0,115	-0,0026	0	-18,525	0
RATE_0,125	-0,0021	0	-16,294	0
RATE_0,14	-0,0021	0	-15,263	0
RATE_0,15	-0,0045	0	-31,917	0
RATE_0,17	-0,0032	0	-21,132	0
R-sq	0,99	-	-	-
F (1 200,17)	7 120	-	-	-
P(F)	0	-	-	-

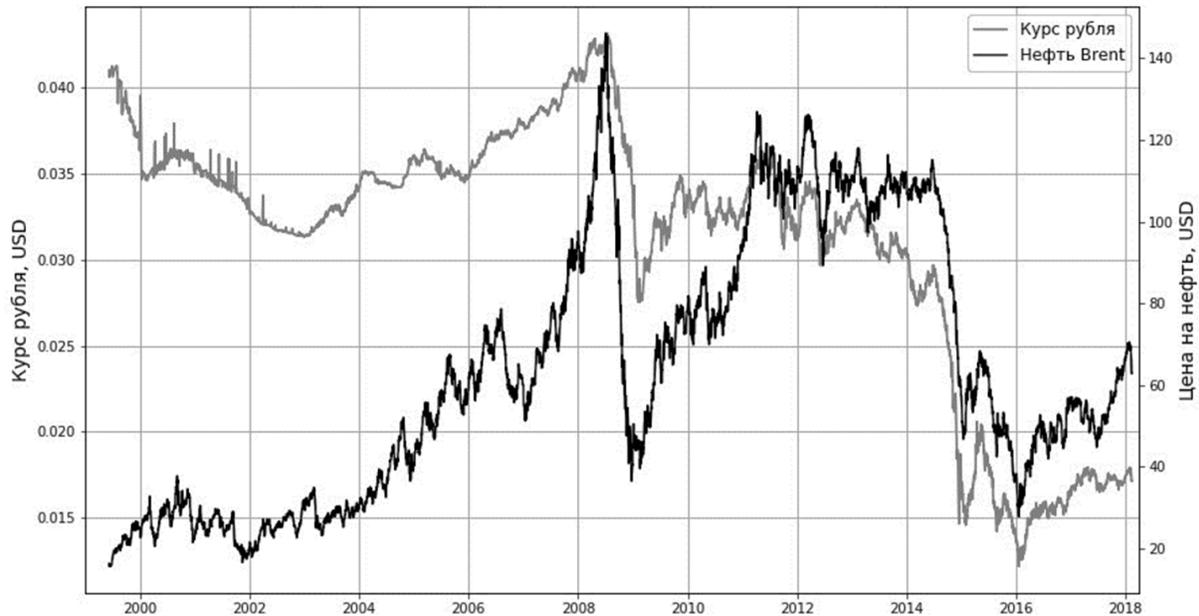
Примечание. Характеристика линейной модели с константой (const), ценой на нефть (BRENT_USD) и дамми-переменными ключевой ставки (RATE_i, где i – значение ключевой ставки). Последние три строчки в таблице – R-квадрат, F-статистика и p-val для F-статистики.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1
Динамика курса рубля и цены на нефть (2000–2018 гг.)

Figure 1
Trends in the exchange rate of Russian ruble and oil price (2000–2018)

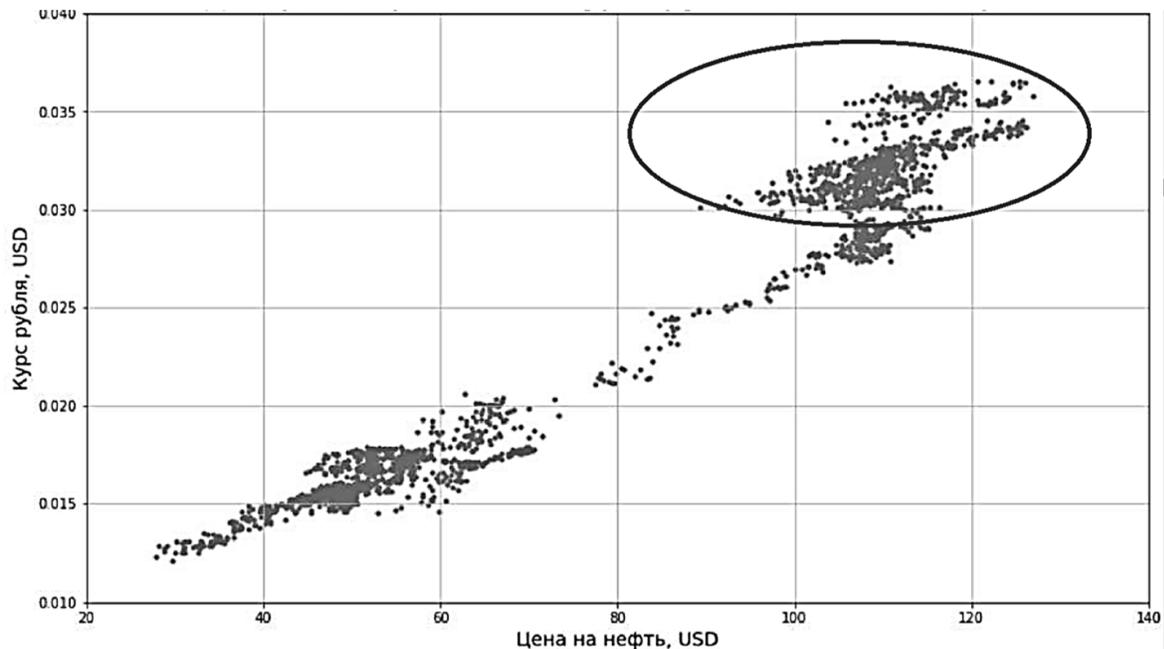


Источник: Финанс

Source: Finam

Рисунок 2
Диаграмма рассеяния курса рубля и цены на нефть

Figure 2
Scatter plot of oil price and exchange rate of Russian ruble



Источник: авторская разработка

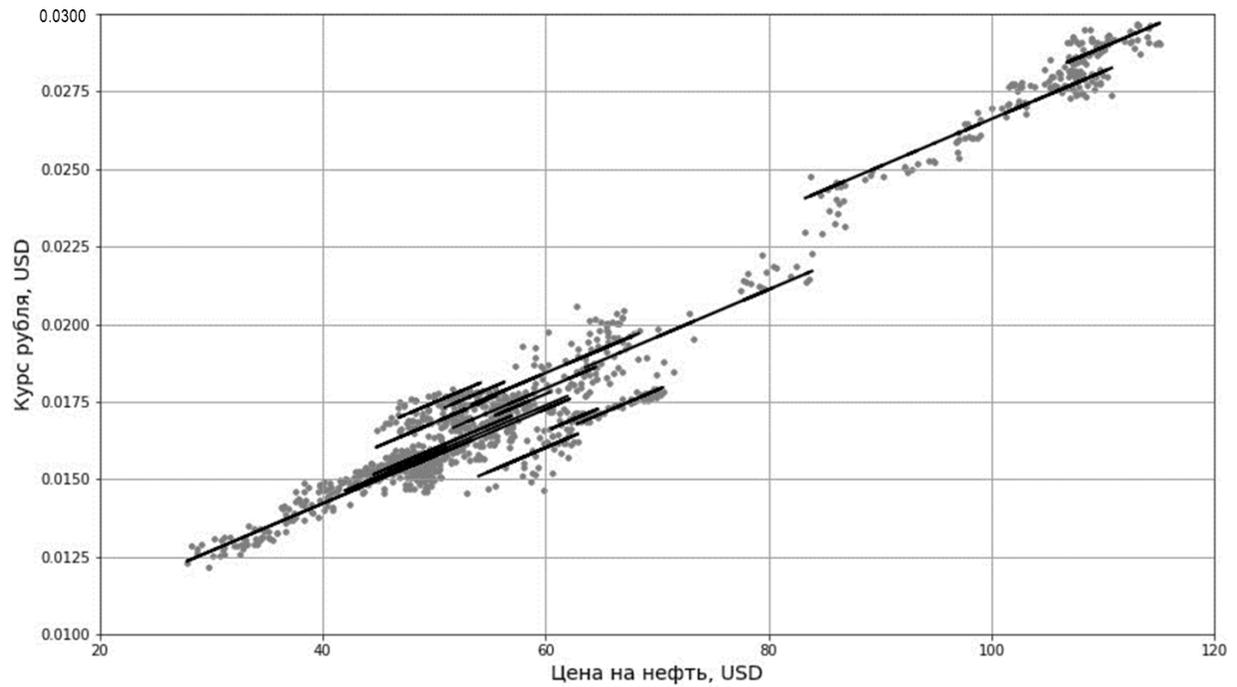
Source: Authoring

Рисунок 3

Уровни процентной ставки на диаграмме рассеяния курса рубля и цены на нефть

Figure 3

Interest rate levels on the scatter plot of oil price and exchange rate of Russian ruble

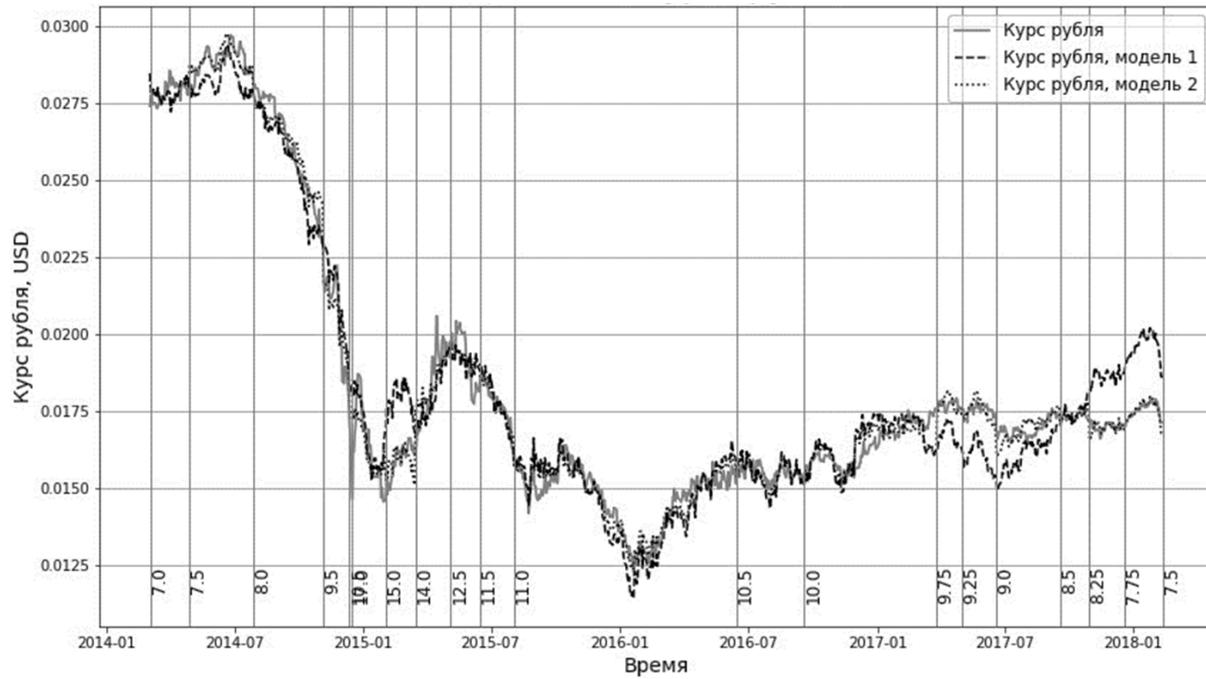


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 4
Приближение курса рубля построенными моделями

Figure 4
Approximation of the exchange rate of Russian ruble in the constructed econometric models



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. *Полтерович В.М., Попов В.В.* Валютный курс, инфляция и промышленная политика // Журнал новой экономической ассоциации. 2016. № 1. С. 192–198.
URL: <http://pages.nes.ru/vpopov/documents/Exchange%20rate=2016-JNEA%20=Polterovich-Popov.pdf>
2. *Волконский В.А., Кузовкин А.И.* Ценовые и финансовые проблемы топливно-энергетического комплекса // Проблемы прогнозирования. 2000. № 1. С. 77–94.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsenovye-i-finansovye-problemy-toplivno-energeticheskogo-kompleksa>
3. *Полбин А.В., Дробышевский С.М.* Построение динамической стохастической модели общего равновесия для российской экономики. М.: Институт Гайдара, 2014. 156 с.
4. *Кудрин А.Л.* Влияние доходов от экспорта нефтегазовых ресурсов на денежно-кредитную политику России // Вопросы экономики. 2013. № 3. С. 4–19.
5. *Божечкова А.В., Трунин П.В.* Анализ факторов динамики реального валютного курса рубля. М.: Дело, 2016. 96 с.
6. *Лисица М.И.* Эмпирическое исследование влияния нефтяных цен на стоимостное соотношение российского рубля и американского доллара // Дайджест-финансы. 2016. № 4. С. 21–29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/empiricheskoe-issledovanie-vliyaniya-neftyanyh-tsen-na-stoimostnoe-sootnoshenie-rossiyskogo-rublya-i-amerikanskogo-dollara>
7. *Юдаева К.* О возможностях, целях и механизмах денежно-кредитной политики в текущей ситуации // Вопросы экономики. 2014. № 9. С. 4–12.
8. *Курганский С.А.* Идентификация и анализ факторов обменного курса российского рубля // Управленец. 2016. № 5. С. 62–69. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/identifikatsiya-i-analiz-faktorov-obmennogo-kursa-rossiyskogo-rublya>
9. *Базилевский М.П., Гефа Г.Д.* Статистическое моделирование зависимости курса доллара к рублю от цены на нефть // Экономика и бизнес: теория и практика. 2015. № 9. С. 14–19.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskoe-modelirovanie-zavisimosti-kursa-dollara-k-rublyu-ot-tseny-na-neft>
10. *Стрелкова В.И., Файзуллин Р.В.* Модель зависимости между курсом доллара к рублю и ценой на нефть // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2014. № 3. С. 41–47.
11. *Феклин В.Г., Шевелев А.Ю.* Зависимость курса рубля по отношению к доллару от цены на нефть и ее связь с параметрами федерального бюджета // Современная математика и концепции инновационного математического образования. 2015. Т. 1. № 1. С. 88–92.
12. *Mensah L., Obi P., Vokpin G.* Cointegration Test of Oil Price and US Dollar Exchange Rates for Some Oil Dependent Economies. *Research in International Business and Finance*, 2017, vol. 42, pp. 304–311. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.07.141>
13. *Habib M.M., Kalamova M.M.* Are There Oil Currencies? The Real Exchange Rate of Oil Exporting Countries. *ECB Working Paper Series*, 2007, no. 839, 41 p.
URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp839.pdf?dd8a9d38b560e6fdfe2a9ca99e418b5a>

14. *Алехин Б.И.* Нефть и рубль: скованные одной цепью // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2016. № 16. С. 2–19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neft-i-rubl-skovannye-odnoy-tsepyu>
15. *Мусеев С.Р.* Правила денежно-кредитной политики // *Финансы и кредит*. 2008. № 8. С. 16–31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravila-denezhno-kreditnoy-politiki>
16. *Федорова Е.А., Лысенкова А.В.* Как влияют инструменты денежно-кредитной политики на достижение целей ЦБ РФ // *Вопросы экономики*. 2013. № 9. С. 106–118.
17. *Расказов В.Е.* Анализ факторов, влияющих на курс рубля; связь между торговым балансом РФ и ценой на нефть; прогнозирование межбанковской ставки недельного депозита // *Международный студенческий научный вестник*. 2015. № 4-1. С. 178–181. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=12692>
18. *Blokhina T.K., Karpenko O.A., Guirinskiy A.V.* The Relationship Between Oil Prices and Exchange Rate in Russia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2016, vol. 6, iss. 4, pp. 721–726. URL: <http://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/download/2897/1965>
19. *Ершов М.В.* Какая экономическая политика нужна России в условиях санкций? // *Вопросы экономики*. 2014. № 12. С. 37–53.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

STATISTICAL INVESTIGATION INTO RELATIONS BETWEEN THE MONETARY POLICY TOOLS

Ivan N. MITIN^a, Ivan D. GRACHEV^b, Ivan V. NEVOLIN^{c*}

^a VTB Bank, Moscow, Russian Federation
mitin.ivan@gmail.com
ORCID: not available

^b Central Economics and Mathematics Institute, RAS, Moscow, Russian Federation
idg19@mail.ru
ORCID: not available

^c Central Economics and Mathematics Institute, RAS, Moscow, Russian Federation
i.nevolin@cemi.rssi.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Received 7 November 2018
Received in revised form
17 November 2018
Accepted 31 November 2018
Available online
30 January 2019

JEL classification: E17, E47,
F30

Keywords: oil price, interest
rate, time series, cointegration

Abstract

Subject The study deals with interrelations between the nominal exchange rate of Russian ruble, the key interest rate and the price of oil.

Objectives The purpose is to verify the hypothesis about coordinated use of instruments of the Central Bank of the Russian Federation, namely the rate of exchange and the key interest rate in changing external environment.

Methods We employ the statistical analysis tools, i.e. evaluation of linear relationship, verification of cointegration of time series of the rate of exchange and oil price. To check the accuracy of the constructed models, we used the Granger causality test, the Dickey–Fuller test (for availability of trend), the Durbin–Watson test statistic and the Jarque–Bera test (for analysis of residuals from a statistical regression), and the Johansen test (for cointegration).

Results We confirmed the link between the exchange rate of Russian ruble and the oil price, revealed a short-term relation between them in cointegration models. The absence of long-term relation between the exchange rate of Russian ruble and the oil price in cointegration models is somewhat unexpected and contradicts the previous studies. It was reasonable to include the key interest rate in the multi-factor model of the exchange rate of Russian ruble along with the oil price in the form of dummy variables. This model allows identifying the periods of more active use of the key interest rate in the Bank of Russia policy.

Conclusions The presented model enables to estimate quantitative relations between the instruments of the Bank of Russia.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

Please cite this article as: Mitin I.N., Grachev I.D., Nevolin I.V. Statistical Investigation into Relations Between the Monetary Policy Tools. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2019, vol. 18, iss. 1, pp. 179–196.
<https://doi.org/10.24891/ea.18.1.179>

Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project No. 18-010-00079a *Forecasting the Options of Development Strategies of Economic Entities of the Russian Economy under Conditions of Sanction Restrictions*.

References

1. Polterovich V.M., Popov V.V. [Exchange Rate, Inflation and Industrial Policy]. *Zhurnal novoi ekonomicheskoi assotsiatsii = Journal of the New Economic Association*, 2016, no. 1, pp. 192–198. URL: <http://pages.nes.ru/vpopov/documents/Exchange%20rate=2016-JNEA%20=Polterovich-Popov.pdf> (In Russ.)
2. Volkonskii V.A., Kuzovkin A.I. [Price and financial problems of the fuel and energy complex]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2000, no. 1, pp. 77–94. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsenovye-i-finansovye-problemy-toplivno-energeticheskogo-kompleksa> (In Russ.)
3. Polbin A.V., Drobyshevskii S.M. *Postroenie dinamicheskoi stokhasticheskoi modeli obshchego ravnovesiya dlya rossiiskoi ekonomiki* [Building a dynamic stochastic model of general equilibrium for the Russian economy]. Moscow, Gaidar Institute Publ., 2014, 156 p.
4. Kudrin A.L. [The influence of oil and gas exports on Russia's monetary policy]. *Voprosy Ekonomiki*, 2013, no. 3, pp. 4–19. (In Russ.)
5. Bozhechkova A.V., Trunin P.V. *Analiz faktorov dinamiki real'nogo valyutnogo kursa rublya* [Analysis of factors underlying the dynamics of real exchange rate of Russian ruble]. Moscow, Delo Publ., 2016, 96 p.
6. Lisitsa M.I. [Empirical research into the effect of oil prices on the cost relationship of the Russian Ruble and the U.S. Dollar]. *Daidzhest-finansy = Digest Finance*, 2016, no. 4, pp. 21–29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/empiricheskoe-issledovanie-vliyaniya-neftyanyh-tsen-na-stoimostnoe-sootnoshenie-rossiyskogo-rublya-i-amerikanskogo-dollar> (In Russ.)
7. Yudaeva K. [On opportunities, targets and mechanisms of monetary policy under the current conditions]. *Voprosy Ekonomiki*, 2014, no. 9, pp. 4–12. (In Russ.)
8. Kurganskii S.A. [Identification and analysis of the factors affecting the exchange rate of the Russian Ruble]. *Upravlenets*, 2016, no. 5, pp. 62–69. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/identifikatsiya-i-analiz-faktorov-obmennogo-kursa-rossiyskogo-rublya> (In Russ.)
9. Bazilevskii M.P., Gefa G.D. [Statistical Modeling of the Depending Dollar Against the Ruble on Oil Prices]. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika = Economy and Business: Theory and Practice*, 2015, no. 9, pp. 14–19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskoe-modelirovanie-zavisimosti-kursa-dollar-k-rublyu-ot-tseny-na-neft> (In Russ.)
10. Strelkova V.I., Faizullin R.V. [The model of relation between exchange rate of the U.S. dollar to the Russian ruble and oil price]. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom = Problems of Economy and Management of Oil and Gas Complex*, 2014, no. 3, pp. 41–47. (In Russ.)
11. Feklin V.G., Shevelev A.Yu. [The dependence of the ruble exchange rate against the dollar on the oil price and its relationship with the Federal budget parameters]. *Sovremennaya matematika i kontseptsii innovatsionnogo matematicheskogo obrazovaniya = Modern Mathematics and Concepts of Innovative Mathematical Education*, 2015, vol. 1, no. 1, pp. 88–92. (In Russ.)
12. Mensah L., Obi P., Bokpin G. Cointegration Test of Oil Price and U.S. Dollar Exchange Rates for Some Oil Dependent Economies. *Research in International Business and Finance*, 2017, vol. 42, pp. 304–311. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.07.141>

13. Habib M.M., Kalamova M.M. Are There Oil Currencies? The Real Exchange Rate of Oil Exporting Countries. *ECB Working Paper Series*, 2007, no. 839, 41 p.
URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp839.pdf?dd8a9d38b560e6fdfe2a9ca99e418b5a>
14. Alekhin B.I. [Oil and the Russian ruble: Two links of the same chain]. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya = Financial Analytics: Science and Experience*, 2016, no. 16, pp. 2–19.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neft-i-rubl-skovannye-odnoy-tsepyu> (In Russ.)
15. Moiseev S.R. [The monetary policy rules]. *Finansy i kredit = Finance and Credit*, 2008, no. 8, pp. 16–31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravila-denezhno-kreditnoy-politiki> (In Russ.)
16. Fedorova E.A., Lysenkova A.V. [Assessing the impact of the instruments of monetary policy on achieving objectives of the Central Bank of RF]. *Voprosy Ekonomiki*, 2013, no. 9, pp. 106–118. (In Russ.)
17. Rasskazov V.E. [Analyzing the factors influencing the ruble rate; the relationship between the Russian balance of trade and the oil price; forecasting the interbank weekly deposit rate]. *Mezhdunarodnyi studencheskii nauchnyi vestnik*, 2015, no. 4-1, pp. 178–181. (In Russ.)
URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=12692>
18. Blokhina T.K., Karpenko O.A., Guirinskiy A.V. The relationship between oil prices and exchange rate in Russia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2016, vol. 6, iss. 4, pp. 721–726. URL: <http://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/download/2897/1965>
19. Ershov M.V. [What economic policy does Russia need under sanctions?]. *Voprosy Ekonomiki*, 2014, no. 12, pp. 37–53. (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.