

## ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РУБЛЯ К ИЗМЕНЕНИЯМ МИРОВЫХ НЕФТЯНЫХ ЦЕН В КРИЗИСНЫЕ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

© 2016 Е.Г. Репина\*

**Ключевые слова:** экономический кризис, стоимость рубля, цена барреля нефти, эконометрическая модель.

Проведен сравнительный анализ причин кризисных ситуаций в российской экономике в периоды 2008-2009 и 2014-2015 гг. Изучены особенности изменения стоимости национальной валюты (рубля) в зависимости от изменения котировок на мировом нефтяном рынке в каждом из рассматриваемых периодов. Получены эконометрические модели изучаемой зависимости (стоимость рубля / стоимость барреля нефти) с высокой способностью качественного прогноза.

По определению Вернера Зомбарта, “экономический кризис - экономическое негативное явление, при котором массово возникает опасность для экономической жизни, действительности”<sup>1</sup>. Кризисные ситуации не спонтанны, их возникновение свидетельствует о внутреннем дисбалансе экономики страны и о необходимости осуществления перестройки ее ключевых механизмов функционирования.

В условиях глобализации национальные хозяйства страны находятся в тесной взаимосвязи. Любое государство имеет множество экономических, политических, исторических, географических и иных особенностей, отличающих его от других государств. Эти различия способствуют эффективному сотрудничеству и развитию мирового хозяйства. Но данный факт имеет и свои недостатки: кризис, возникший в одной стране, способен вызвать резонансный эффект, что может стать причиной наступления глобального экономического кризиса.

Любая страна, уже развитая или находящаяся на пути развития, в зоне риска. Не стала исключением и Россия. За последнее десятилетие в стране наблюдались два крупных потрясения: кризис 2008-2009 гг. и кризисная ситуация 2014 г., которая длится до сих пор. Многие сравнивают причины возникновения этих кризисов, некоторые считают кризис 2014 г. продолжением “затихшего” на время кризиса 2008 г.

В результате анализа работ О.А. Хлопова<sup>2</sup>, В. Маневича<sup>3</sup>, А. Френкеля<sup>4</sup>, М. Ершова<sup>5</sup>,

Б.В. Конейчука<sup>6</sup>, А.А. Фомина<sup>7</sup> мы попытались провести сравнительный анализ причин возникновения кризисных ситуаций в экономике РФ за рассматриваемые периоды. Результаты анализа представлены в табл. 1.

Сравнивая причины кризисных ситуаций в национальной экономике за рассматриваемые периоды, мы пришли к заключению, что одна из них как была, так и остается в топе главных: нестабильность национальной валюты как следствие сильной зависимости экономики России от цен на энергоресурсы, в частности от цен на нефть, экспорт которой производится в долларах США.

Целью настоящего исследования стало изучение зависимости курса национальной валюты от нефтяных котировок с возможной ее реализацией в виде эконометрической модели. Временные горизонты исследования охватывают два кризисных периода: 2008-2009 гг. и 2014-2015 гг.

Основой проводимого анализа явился статистический массив по следующим показателям: “Цена за баррель нефти марки Brent (X, долл.)” и “Курс доллара США (стоимость рубля) (Y, руб./долл.)” (на первое число месяца в каждом из рассматриваемых периодов). Источником статистической информации стали данные официального сайта ЦБ РФ<sup>8</sup>, а также сайта Яндекс-Новости<sup>9</sup>.

Заметим, что кризисная ситуация 2008-2009 гг. характеризуется максимумом цены 1 барреля нефти на уровне 144 долл., минимум закреплялся на уровне 41,94 долл. Пос-

\* Репина Евгения Геннадьевна, кандидат экономических наук, доцент Самарского государственного экономического университета. E-mail: violet261181@mail.ru.

Причины кризисных ситуаций в российской экономике  
2008-2009 гг. и 2014-2015 гг.

2008-2009 гг.	2014-2015 гг.
<i>Внешние причины</i>	
Значительная подверженность национальной экономики внешним шокам (крах американских ипотечных и страховых агентств, кризис доверия на финансовых рынках). Следствие - максимальное страновое падение фондового рынка, отличающегося спекулятивной направленностью и высокой долей внешних источников фондирования	Геополитический кризис, приведший к введению санкционного режима в отношении РФ. Следствие - затруднительный выход на рынки внешних заимствований, снижение суверенного рейтинга до неинвестиционного, снижение стоимости российских ценных бумаг
Колебания мировых сырьевых рынков (нефтяного, металлов). Следствие - сокращение бюджетных доходов	Попытка передела сфер влияния на мировом нефтегазовом рынке. Следствие - сокращение бюджетных доходов
	Замедление темпов развития мировой экономики в целом, в том числе и основных импортеров нефтегазовых ресурсов (Китай, ЕС), что сопровождалось растущим предложением сырья. Следствие - падение цен на энергоносители
<i>Внутренние причины</i>	
Использование финансовых ресурсов как инструмент страхования, а не в роли локомотива развития реального сектора экономики	Снижение потребительской и инвестиционной активности, что существенно сказалось на сокращении прибыли промышленных предприятий. Основными факторами риска стали неопределенность макроэкономической ситуации и снижение спроса - как внутреннего, так и внешнего
Замедление экономического роста из-за износа основных фондов, низкой диверсификации экономики (сырьевая доминанта, как следствие - зависимость от нефтегазовых доходов)	Исчерпание прежней модели экономического роста, базирующейся на экспорте энергоносителей и росте цен на них
Низкие темпы роста инвестиционных вложений в экономику, результат - медленная инновационная перестройка отраслей народного хозяйства	Повышение Банком России в середине декабря 2014 г. ключевой ставки с 10,5 до 17% усугубило кризисную ситуацию в инвестиционной сфере (следствие валютного кризиса). Фактически предприятиям был перекрыт доступ к внутренним источникам финансирования
Диспропорция "государственные/частные сбережения" в пользу первой категории при существенном вывозе частного капитала за рубеж	Отток капитала из России в 2014 г. достиг, по данным Банка России, 151,5 млрд долл., что почти в 2,5 раза больше, чем в 2013 г. (61 млрд долл.). Следствие - значительное ухудшение инвестиционного климата и снижение вложений в основной капитал
Технологическое отставание от развитых мировых держав из-за оттока умов, незначительных расходов на науку и инновации. Следствие - низкая конкурентоспособность отечественных товаров	Отсутствие реальной финансовой поддержки и налогового стимулирования малого и среднего бизнеса. Следствие - сохранение отрицательного значения индекса предпринимательской уверенности (ИПУ)
Рост безработицы, что существенно сократило платежеспособный спрос	Рост безработицы, что существенно сократило платежеспособный спрос

ле достижения дна нефть перешла в зону умеренного роста и укрепилась на уровне 79 долл. за 1 баррель. При падении нефтяных цен в рассматриваемом периоде курс национальной валюты - рубля - падал: при минимальной цене барреля нефти 1 долл. США оценивался в 35,72 руб. Рост нефтяных котировок сопровождался укреплением рубля: при цене барреля нефти 79 долл. 1 долл. США оценивался в 29 руб.

Динамические изменения рассматриваемых показателей наглядно представлены на рис. 1-2.

Кризисный период 2014-2015 гг. интесен тем, что его первая половина (2014) практически повторяет динамику изменений рассматриваемых показателей в 2008 г. за исключением того, что точки максимума (нефть - 112,04 долл./баррель, 1 долл. США - 68,93 руб.) и минимума (нефть - 44,31 долл./баррель, 1 долл. США - 32,66 руб.) изменились. Вторая половина периода (2015) отмечена продолжающейся тенденцией к снижению стоимости нефти и значительными колебаниями курса доллара (намного более ярко выраженными, чем в период 2008/2009 гг.).

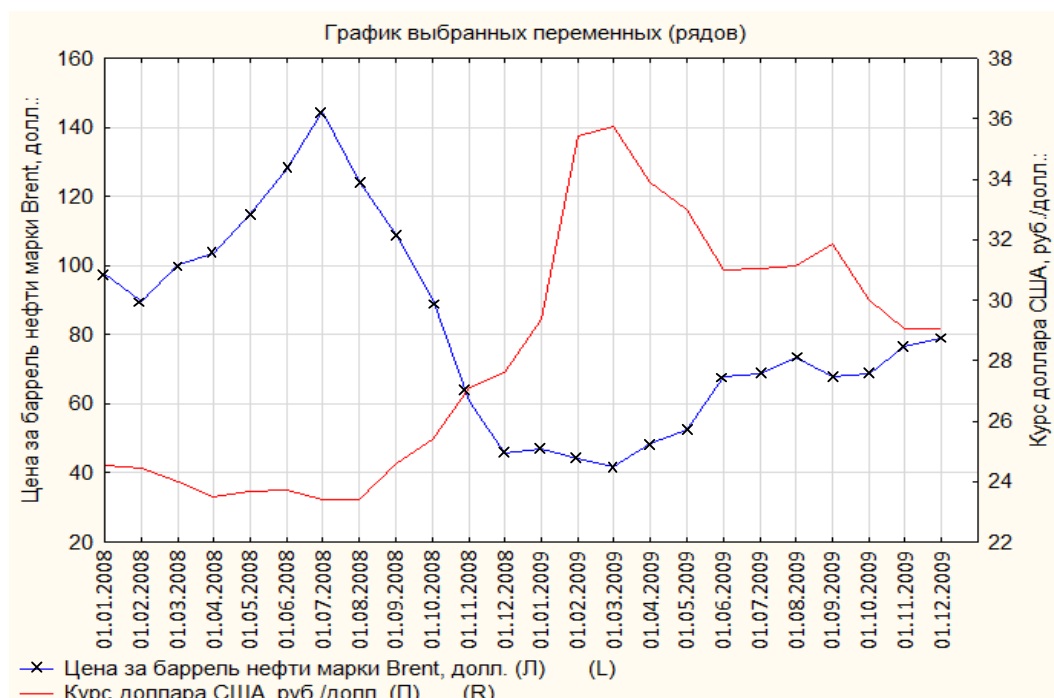


Рис. 1. Динамика цены 1 барр. нефти марки Brent и курса доллара США (01.01.2008 - 01.12.2009)

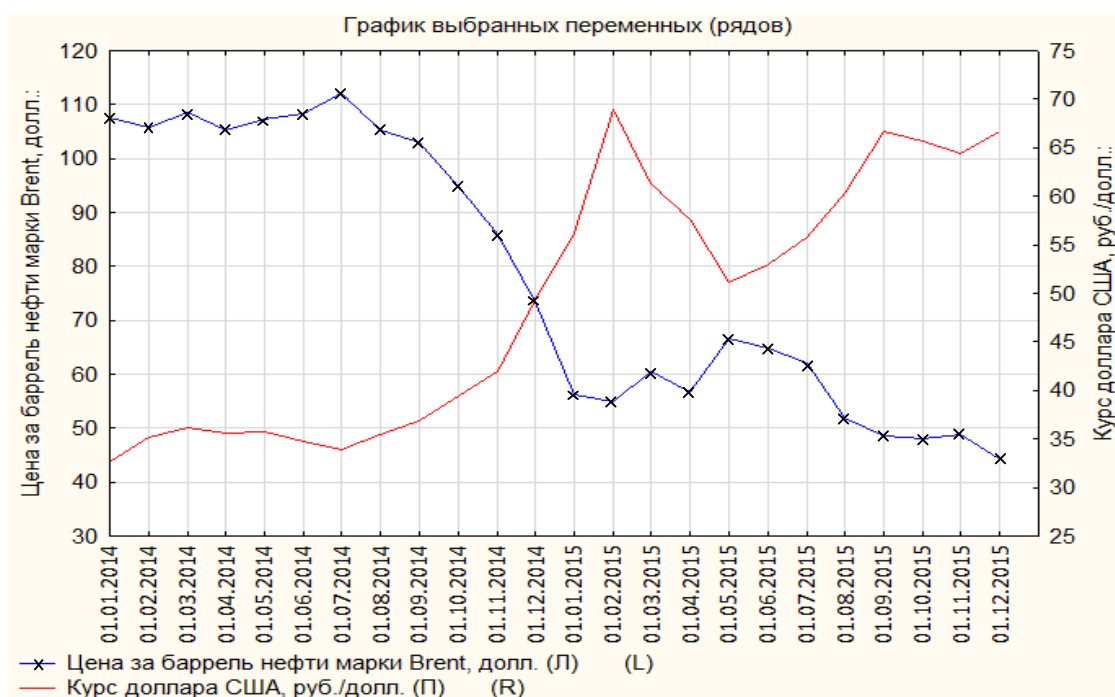


Рис. 2. Динамика цены 1 барр. нефти марки Brent и курса доллара США (01.01.2014 - 01.12.2015)

Более наглядно динамические изменения исследуемых показателей представлены на рис. 3-4. Кризис 2014-2015 гг. отмечен более существенной турбулентностью на валютном и сырьевом рынках, что, вероятно, является следствием действия большего числа кризисных доминант и указывает на более глубокий экономический спад.

И в первом, и во втором периоде на основании графического анализа (рис. 5), отражающего зависимость результирующего признака  $Y$  (курс доллара (стоимость рубля), руб./1 долл.) от факторного признака  $X$  (цена нефти, долл. /1 баррель), можно предположить наличие обратной линейной корреляционной взаимосвязи (выборочные коэффи-

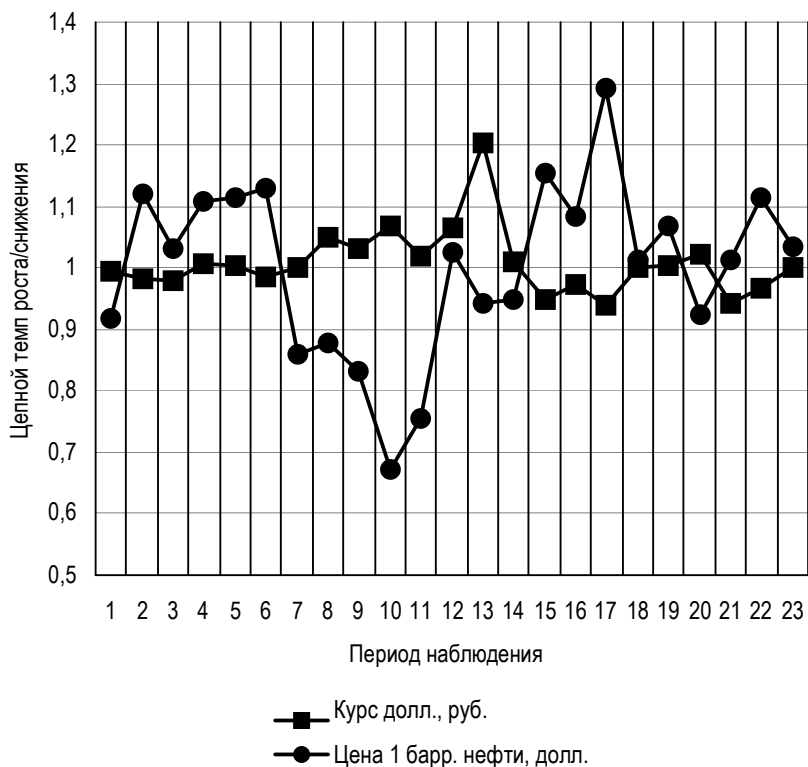


Рис. 3. Темп роста / снижения курса доллара, нефтяных цен в 2008-2009 гг.

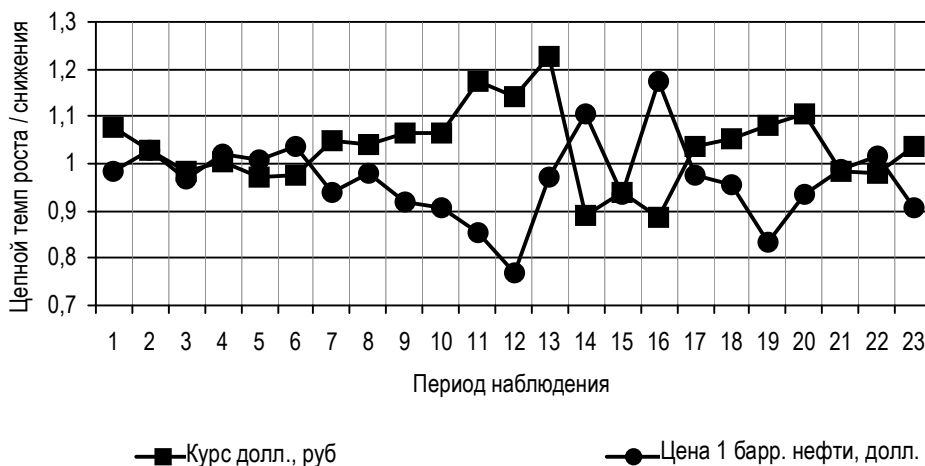


Рис. 4. Темп роста / снижения курса доллара, нефтяных цен в 2014-2015 гг.

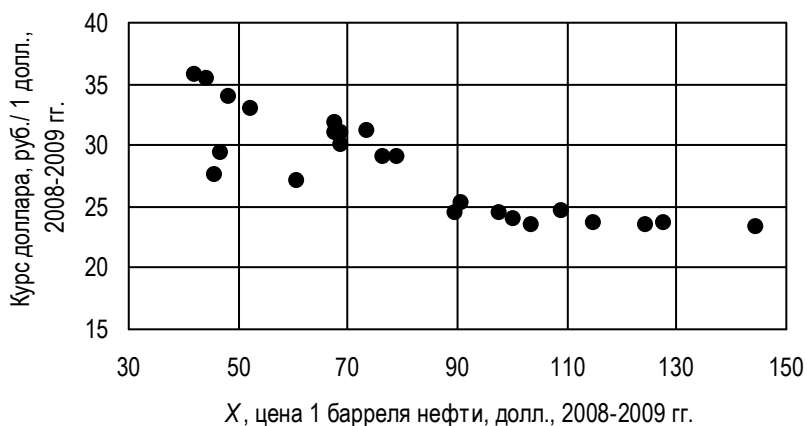


Рис. 5. Корреляционное поле зависимости "Цена за баррель нефти" (Y, долл.) / "Курс доллара" (X, руб. / 1 долл.) (начало)

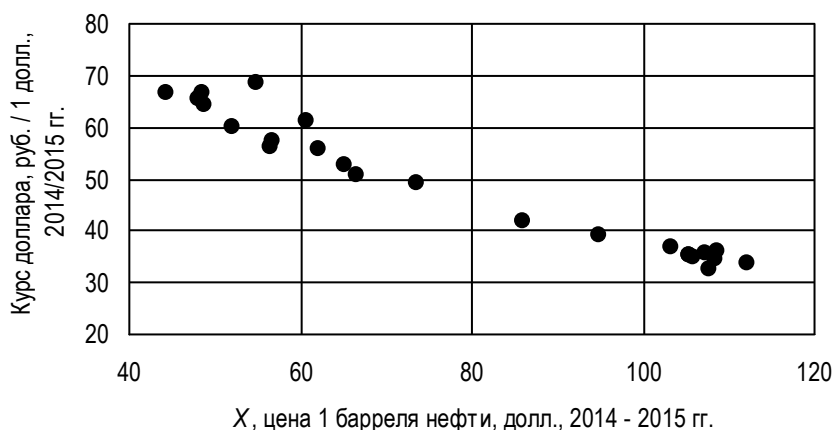


Рис. 5. Корреляционное поле зависимости “Цена за баррель нефти” (Y, долл.) / “Курс доллара” (X, руб. / 1 долл.) (окончание)

коэффициенты корреляции  $r_{\beta(2008-2009)} = -0,85$  и  $r_{\beta(2014-2015)} = -0,98$  статистически значимы на уровне 5%:  $t_n(2008-2009) = -7,53$ ;  $t_n(2014-2015) = -22,3$ ;  $t_{кр}^{\partial\beta}(\alpha=0,05; k=22)$ .

Расположение точек на поле корреляции позволило предположить, что выявленную взаимосвязь показателей возможно описать линейным уравнением регрессии, имеющим вид

$$y_i = b_0 + b_1 x_i + \varepsilon_i, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_i$  - случайная компонента.

Методом наименьших квадратов (МНК) были найдены оценки теоретических коэффициентов регрессии  $b_0$  и  $b_1$ . Выборочное регрессионное уравнение для каждого периода приведено ниже:

$$\hat{Y}_{(2008-2009)} = -0,12x + 37,79 \text{ (модель 1);}$$

$$\hat{Y}_{(2014-2015)} = -0,503x + 88,36 \text{ (модель 2).}$$

Опираясь на предположение о влиянии цены за баррель нефти на курс доллара США (стоимость рубля), выдвинем обратную ему гипотезу  $H_0: b_j = 0, j = \overline{0; 1}$  (зависимости нет). При проверке ее справедливости с использованием критерия Стьюдента, гипотеза  $H_0$  была опровергнута как в первом, так и во втором случае:  $t_{набл}(b_1)_{(2008-2009)} = -7,53$ ;  $t_{набл}(\hat{b}_0)_{(2008-2009)} = 27,86$ ;  $t_{набл}(b_1)_{(2008-2009)} = -22,3$ ;  $t_{набл}(\hat{b}_1)_{(2014-2015)} = 27,86$ ;  $t_{кр}(\alpha=0,03; k=22) = 2,32$ .

Таким образом, оценки  $\hat{b}_{1(2008-2009)} = -0,12$ ;  $\hat{b}_{0(2008-2009)} = 37,79$  и  $\hat{b}_{1(2014-2015)} = -0,503$ ;  $\hat{b}_{0(2014-2015)} = 88,36$  признаны статистически значимыми.

Для каждого периода найден коэффициент детерминации  $R^2_{(2008-2009)} = 0,72$ ;  $R^2_{(2014-2015)} = 0,96$ , позволяющий судить о качестве статистической модели в целом. Статистика Фишера - Снедекора подтверждает значимость полученных коэффициентов ( $F_{набл(2008-2009)} = 56,63$ ;  $F_{набл(2014-2015)} = 497,25$ ;  $F_{кр}(\alpha=0,02; k_1=1; k_2=22) = 6,29$ ).

Присутствие гетероскедастичности негативно сказывается на эффективности оценок коэффициентов регрессии, полученных методом наименьших квадратов, поэтому построенные модели тестировались на ее наличие (рис. 6).

На основании анализа расположения точек  $(x_i; e_i^2)$  сделано предположение о существовании гетероскедастичности в моделях 1 и 2. Проведенный тест Спирмена  $t_{набл(2008-2009)} = -2,996$ ;  $t_{набл(2014-2015)} = -1,43$ ;  $t_{кр}(\alpha=0,05; k=22) = 2,07$  и тест Голдфелда - Квандта ( $F_{набл(2008-2009)} = 5,18$ ;  $F_{набл(2014-2015)} = 1,33$ ;  $F_{кр}(\alpha=0,02; k_1=6; k_2=6) = 4,28$ ) свидетельствуют об отсутствии зависимости значений остатков регрессии от факторной переменной в модели 2 (2014-2015 гг.) и дают основание полагать наличие гетероскедастичности вида  $\sigma(\varepsilon_i) = \alpha + \beta x_i^\gamma$  в модели 1 (2008-2009 гг.). Гипотеза об отсутствии гетероскедастичности проверялась на 5%-ном уровне значимости.

По результатам теста Глейзера в модели 1 установлена взаимосвязь между стандартным отклонением случайной ошибки  $\sigma(\varepsilon_i)$  и факторным признаком  $x_i^\gamma$ . Наиболее значи-

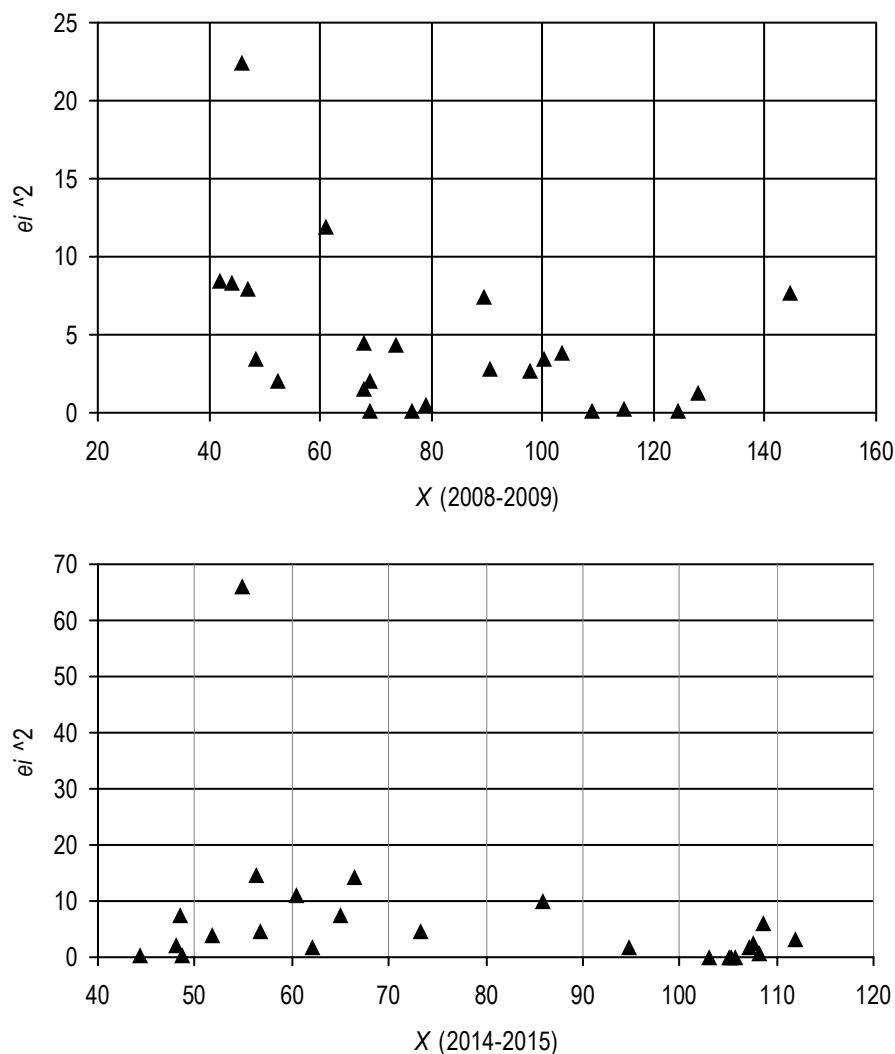


Рис. 6. Графическая зависимость  $(x_i; e_i^2)$

мая по результатам  $t$ -теста оценка  $\hat{\beta}$  приведена в табл. 2 ( $t_{кр}(\alpha=0,05; k=22)=2,07$ ), соответствует степени  $\gamma=1,2$ .

На основании данных табл. 2 для устранения гетероскедастичности остатков регрессии (модель 1, 2008-2009 гг.) был применен обобщенный МНК. Проведя замены вида

$$y_i^* = \frac{y_i}{\sigma(\varepsilon_i)}; \quad z_i^* = \frac{1}{\sigma(\varepsilon_i)}; \quad x_i^* = \frac{x_i}{\sigma(\varepsilon_i)};$$

$\varepsilon_i^* = \frac{\varepsilon_i}{\sigma(\varepsilon_i)}$  в уравнении (1), получим преобразованную модель:

$$y_i^* = b_0 z_i^* + b_1 x_i^* + \varepsilon_i^*. \quad (2)$$

Заметим, что в качестве весов использовалась оценка  $\hat{\sigma}(\varepsilon_i) = 13,22 + 0,3424x_i^{1,2}$ .

Методом наименьших квадратов получены статистически значимые оценки коэффициентов модели

$\hat{b}_1^* = -0,11$ ;  $\hat{b}_0^* = 36,96$ , тогда выборочное уравнение для первой модели примет вид  $\hat{y}_{i(2008-2009)} = 36,96z_i^* - 0,11x_i^*$ , а коэффициент детерминации составит 99,44% ( $R^2 = 0,9944$ ).

Проверка построенных моделей на автокорреляцию с помощью статистики Дарбина -

Таблица 2

Наилучшая значимая оценка  $\hat{\beta}$  зависимости  $\sigma(\varepsilon_i) = \alpha + \beta x_i^\gamma$

$\gamma$	$\beta^\wedge$	$\alpha^\wedge$	$S_{\beta^\wedge}$	$S_{\alpha^\wedge}$	$t_{н(\beta)}$	$R^{\wedge 2}$
1,2	0,342	13,228	0,002	0,533	138,051	0,999

Таблица 3

Сравнительная таблица прогнозных значений результативного признака  $Y$  (курс доллара (стоимость рубля), руб. / 1 долл.) с реальными значениями показателя, наблюдавшимися на рынке

Эконометрическая модель	Цена 1 барр. нефти, долл.	Прогнозируемый курс долл., руб./1 долл.	Реальный курс долл., руб./1 долл.	% совпадения прогнозного и реально наблюдаемого значения курса
$\hat{y}_{(2008-2009)}^{**} = 32,69z^{**} - 0,0662x^{**}$	32,13 на 01.01. 2010 г.	27,61	30,19 на 01.01. 2010 г.	91,47%
$\hat{y}_{(2014-2015)} = 88,36 - 0,503x$	76,82 на 01.01. 2016 г.	72,19	72,93 на 01.01. 2016 г.	98,99%

Уотсона дала положительный результат в модели 1 и отрицательный в модели 2. Оценки теоретических коэффициентов автокорреляции составили  $\hat{\rho}_{(2008-2009)}^{*} = 0,73$  и  $\hat{\rho}_{(2014-2015)} = 0,21$  ( $DW_{набл(2008-2009)} = 0,55$ ;  $d_1(m=2; \alpha=0,01) = 0,96$ ;  $d_2(m=2; \alpha=0,05) = 1,298$ ;  $DW_{набл(2014-2015)} = 1,57$ ;  $d_1(m=1; \alpha=0,01) = 1,037$ ;  $d_2(m=1; \alpha=0,05) = 1,119$ ). Применив авторегрессионное преобразование Бокса - Дженкинса с поправкой Прайса - Уинстона<sup>10</sup>, были получены эффективные оценки параметров модели 1 (2008-2009), а сама модель приняла вид

$$\hat{y}_{i(2008-2009)}^{**} = 32,69z_i^{**} - 0,0662x_i^{**},$$

при этом коэффициент детерминации и оценка коэффициента автокорреляции остатков составили  $R_{(2008-2009)}^2 = 0,9763$ ;  $F_{набл} = 453,7$ ;  $\hat{\rho}_{(2008-2009)} = 0,42$ ;  $DW_{набл(2008-2009)} = 1,16$ .

Таким образом, в процессе эконометрического моделирования нами были получены эконометрические модели, которые были применены для прогнозирования в краткосрочном периоде (табл. 3). Заметим, что прогнозные значения курса доллара (стоимости рубля) рассчитывались на 01.01.2010 г. и 01.01.2016 г. и сравнивались с реальным курсом доллара, наблюдавшимся на эти отчетные даты.

Точность прогнозных значений по построенным в работе моделям высока (91,47% - 98,99%), что свидетельствует о качественном математическом отражении исследуемой зависимости.

Чувствительность стоимости национальной валюты - рубля (курса доллара) - к стоимости 1 барр. нефти возросла в период 2014-2015 гг. Этот факт может быть объяснен си-

стемностью экономического кризиса 2014-2015 гг., его более тяжелыми проявлениями для национальной экономики по сравнению с периодом 2008-2009 гг. На данный момент можно говорить о продолжающейся зависимости стоимости национальной валюты от цен на традиционные экспортные сырьевые товары (нефть) и даже о ее усилении.

<sup>1</sup> Руткевич А.М. Вернер Зомбарт - историк капитализма // Зомбарт В. Собр. соч. : в 3 т.: пер. с нем. Т.1. Буржуа: к истории духовного развития современного экономического человека. СПб., 2005. С. 5-22.

<sup>2</sup> Хлопов О.А. Причины и последствия снижения цены на нефть: интересы США и Саудовской Аравии // Власть. 2015. № 3. С. 156-161.

<sup>3</sup> Маневич В. Функционирование денежно-финансовой системы и депрессия российской экономики // Вопросы экономики. 2016. № 2. С. 34-55.

<sup>4</sup> Френкель А., Сергиенко Я., Тихомиров Б., Рощина Л. Российская экономика в условиях кризиса // Экономическая политика. 2015. Т. 10, № 4. С. 113-155.

<sup>5</sup> Ершов М. Кризис 2008 года: "момент истины" для глобальной экономики и новые возможности для России // Вопросы экономики. 2008. № 12. С. 4-26.

<sup>6</sup> Конейчук Б.В. Экономисты о причинах глобального кризиса: аналитический обзор // Труды Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. 2011. № 513. С. 104-113.

<sup>7</sup> Фомин А.А. Опережающие индикаторы кризисных явлений волновых процессов в экономике // Вестник Самарского государственного экономического университета. Самара, 2016. № 1 (135). С. 9-13.

<sup>8</sup> URL: [http://www.cbr.ru/currency\\_base/daily.aspx?date\\_req=15.06.2016](http://www.cbr.ru/currency_base/daily.aspx?date_req=15.06.2016).

<sup>9</sup> URL: <https://news.yandex.ru/quotes/1006.html>.

<sup>10</sup> Дугерти К. Введение в эконометрику: пер. с англ. М. : Инфра-М, 2001. 402 с.

Поступила в редакцию 04.07.2016 г.