

## ***АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ КУРСА РОССИЙСКОГО РУБЛЯ К ДОЛЛАРУ США ОТ ЦЕНЫ НА ПРИРОДНЫЙ ГАЗ***

***Богомолов А.И.***

*Кандидат технических наук, доцент кафедры математического моделирования экономических процессов  
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,  
Москва, Россия*

***Киселев Ф.И.***

*студент 3 курса,  
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,  
Москва, Россия*

***Шорохова А.С.***

*студентка 3 курса,  
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,  
Москва, Россия*

**Аннотация.** В статье приводится анализ зависимости курса доллара США относительно российского рубля от цены на природный газ. Проведен анализ и сделан вывод о том, что рубль продолжает оставаться зависимым от основного энергоресурса – газа. В связи с этим, была построена парная модель зависимости от цены на природный газ, позволяющая строить прогноз курса доллара США в зависимости от цены на данный ресурс. Полученная модель проверена на соответствие условиям теоремы Гаусса-Маркова и основным критериям качества регрессионной модели.

**Ключевые слова:** курс доллара США, прогнозирование, рубль, цена на природный газ, корреляция, эконометрический анализ, сырьевые ресурсы, регрессионная модель, регрессионный анализ, корреляционный анализ, теорема Гаусса-Маркова.

***ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF THE USA DOLLAR RATE  
FROM THE PRICE OF NATURAL GAS***

***Bogomolov A.I.***

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of  
Mathematical Modeling of Economic Processes*

*Financial University under the Government of the Russian Federation,*

*Moscow, Russia*

***Kiselev F.I.,***

*3-year student,*

*Financial University under the Government of the Russian Federation,*

*Moscow, Russia*

***Shorokhova A.S.,***

*3-year student,*

*Financial University under the Government of the Russian Federation,*

*Moscow, Russia*

**Abstract.** The article analyzes the dependence of the US dollar rate on the Russian ruble from the price of natural gas. The analysis is carried out and the conclusion is made that the ruble continues to be dependent on the main energy resource - gas. In this regard, a pair model of dependence on the price of natural gas was constructed, which makes it possible to build the forecast of the US dollar rate depending on the price of this resource. The obtained model is tested for compliance with the conditions of the Gauss-Markov theorem and the basic quality criteria of the regression model.

**Keywords:** US dollar rate, forecasting, ruble, natural gas price, correlation, econometric analysis, raw materials, regression model, regression analysis, correlation analysis, Gauss-Markov theorem.

В течение последних лет курс доллара США по отношению к российской валюте является крайне нестабильным, поэтому особую актуальность приобретает возможность прогнозирования курса доллара США.

Деятельность большого количества государственных и коммерческих организаций связана с поведением валютной пары доллар - рубль, поэтому качественный прогноз курса рубля позволяет придерживаться оптимальной тактики в принятии и реализации управленческих решений на различных уровнях. Динамика курса иностранной валюты, а именно доллара США, определяет уровень конкурентоспособности российской продукции на мировых рынках, определяет направления и объемы внешнеэкономических связей, объем и движение финансовых потоков.

Помимо этого, курс иностранной валюты учитывается и при государственном планировании бюджета страны на несколько лет вперед. Таким образом, курс доллара США по отношению к российской валюте оказывает значительное влияние на все экономические процессы, на структуру экономики России и на воспроизводственный процесс в целом. Однако стоит отметить, что экономические условия так же оказывают заметное влияние на состояние курса иностранной валюты.

Валютный курс — это цена или котировка денежной единицы одной страны (в рамках данной работы - доллара США), выраженная в денежной единице другой страны (в данном исследовании - российский рубль), драгоценных металлах, ценных бумагах [1].

На рис. 1 представлен график, отражающий ежемесячную динамику среднего значения курса доллара США по отношению к российскому рублю за период с 2014 по 2017 гг., [4]. Полученное графическое представление динамики подтверждает нестабильность курса данной иностранной валюты по отношению к российскому рублю.

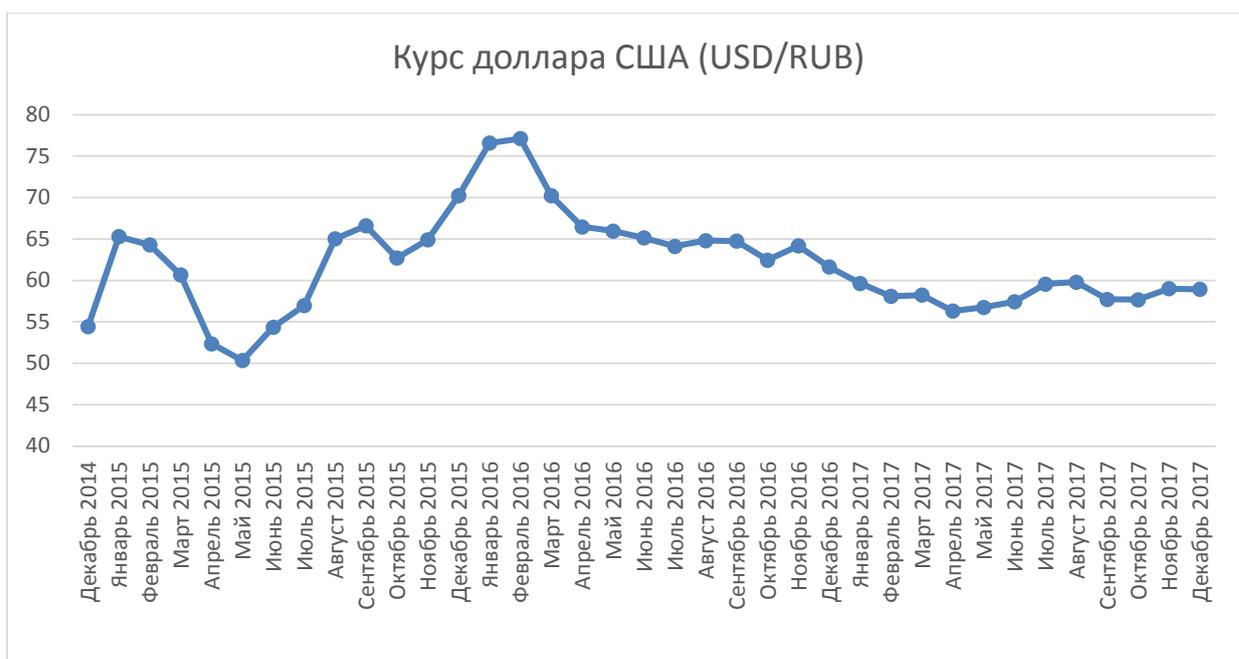


Рис. 1. Динамика курса доллара США

Основными внешними факторами, влияющими на поведение курса рубля являются котировки на основные сырьевые ресурсы. Это напрямую связано со структурой импорта и экспорта Российской Федерации.

Цель данной работы заключается в исследовании зависимости стоимости доллара США от цены на основной сырьевой ресурс - природный газ. Анализировались среднемесячные данные крупнейших сырьевых бирж за 2014 – 2017 гг.

Для достижения цели исследования поставлены следующие задачи:

- Составить спецификацию модели зависимости курса доллара США от цены на природный газ;
- Проверить модель на адекватность, качественность и соответствие условиям теоремы Гаусса-Маркова.

Исходные данные для построения модели регрессии представлены в Приложении 1.

В работе используются следующие обозначения для построения регрессионной модели:

$Y_t$  – Курс доллара США (USD/RUB); экзогенная величина, среднее значение за месяц;

$X_{t-1}$  – средняя цена на Природный газ (Mmbtu/USD) за предыдущий месяц; эндогенная, независимая величина, среднее значение за месяц.

### Практическая часть

#### Спецификация модели

По исходным данным построена диаграмма рассеяния и получено линейное уравнение тренда (Рис. 2).

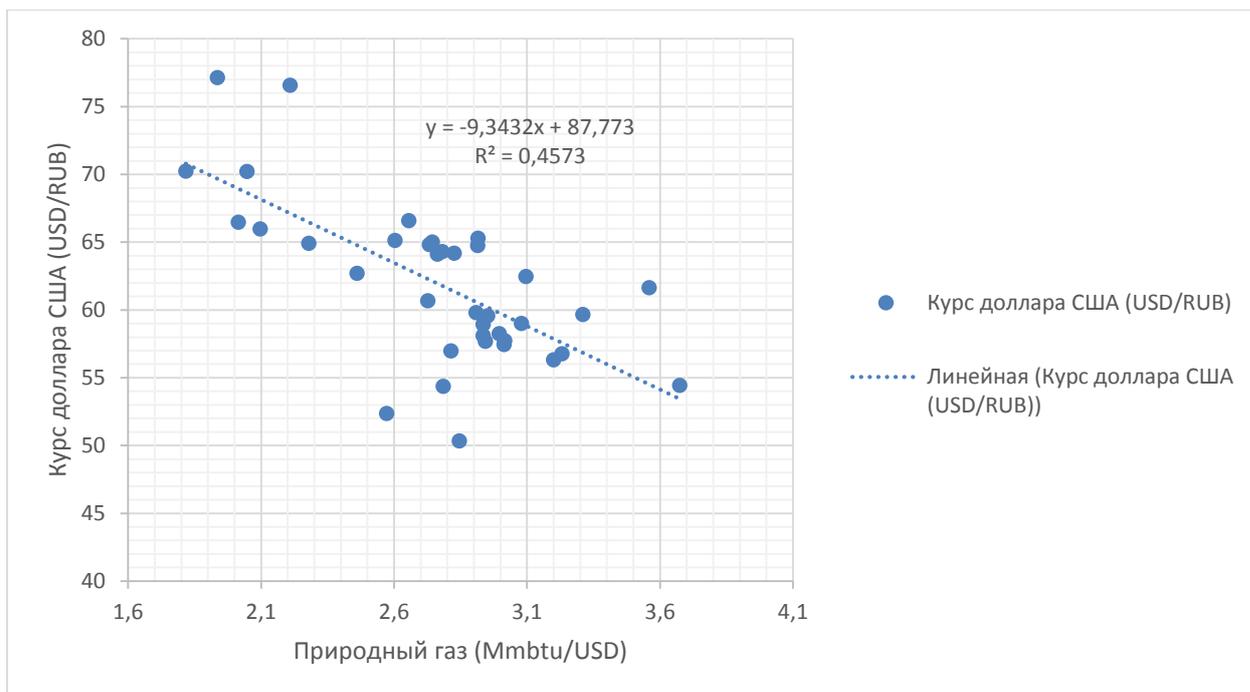


Рис. 2. Динамика курса доллара США в зависимости от цены на природный газ

Исходя из вида построенного поля корреляции можно сделать предположение о том, что уравнение линейной парной регрессии достаточно точно описывает исходные данные.

Модель парной линейной регрессии зависимости курса доллара США по отношению к российскому рублю от цены на природный газ будет иметь вид:

$$Y_t = a_0 + a_1 * X_{t-1} + u_t$$

Спецификация модели:

$$\begin{cases} Y_t = a_0 + a_1 * X_{t-1} + u_t; \\ E(u) = 0; E(u^2) = \sigma^2. \end{cases}$$

$a_0$  – курс доллара США при отсутствии влияния цены природного газа;

$a_1$  – коэффициент, отражающий изменение курса доллара США при изменении цены на природный газ на 1 Mmbtu/USD;

$u_t$  - случайный остаток.

С помощью функции «ЛИНЕЙН» MS Excel произведем оценку параметров уравнения парной линейной регрессии. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты использования функции «ЛИНЕЙН»

-9,343	87,773
1,720	4,816
0,457	4,412
29,498	35
574,215	681,314

Модель парной линейной регрессии зависимости курса доллара США по отношению к российскому рублю от цены на природный газ будет иметь вид:

$$\begin{cases} Y_t = 87,773 - 9,343 * X_{t-1} + u_t; \\ \widetilde{S}_{a_0} = 4,818; \widetilde{S}_{a_1} = 1,720; E(u^2) = 4,412. \end{cases}$$

Интерпретация параметров уравнения регрессии: При нулевой цене природного газа курс доллара США составит 87,77. Увеличение цены природного газа на 1 USD уменьшает курс доллара США на 9,343 RUB.

### Проверка модели на адекватность

Для проверки модели на адекватность в контролируемую выборку были выбраны два значения: март 2015 г. и август 2017 г. С помощью функции ЛИНЕЙН составлена оцененная модель на основе обучающей выборки. С помощью оцененной модели рассчитаны оцененные значения  $Y$  на указанные даты. В результате, значения курса доллара США из контролирующей выборки принадлежат рассчитанным 95%-м доверительным интервалам. Вследствие чего был сделан вывод о том, что оцененная модель является **адекватной**.

## Проверка модели на качество

Первым этапом проверки на качество модели является оценка коэффициента детерминации. Коэффициент детерминации в данной модели принимает значение 0,457, т.е. в 45.73% случаев изменения цены природного газа  $X$  приводят к изменению курса доллара США  $Y$ . Иначе говоря, точность подбора уравнения регрессии - средняя. Остальные 54.27% изменения курса иностранной валюты  $Y$  объясняются факторами, не учтенными в данной модели, а также ошибками спецификации.

Оценка значимости коэффициентов регрессии с помощью t-критерия Стьюдента позволяет сделать вывод о том, что на 5%-м уровне значимости подтверждается значимость коэффициентов уравнения регрессии. Это свидетельствует о качественном подборе фактора в уравнении регрессии.

Оценка надежности уравнения регрессии в целом и показателя тесноты связи с помощью F-критерия Фишера показала, что фактическое значение  $F > F_{кр}$ , следовательно, коэффициент детерминации статистически значим и уравнение регрессии статистически надежно. ( $29,498 > 4,08$ ). Поскольку  $F \gg F_{кр}$ , то мы можем признать спецификацию **качественной**.

## Проверка условий теоремы Гаусса-Маркова

Исследования остатков  $\varepsilon_i$  предполагают проверку наличия предпосылок МНК. Если распределение случайных остатков  $\varepsilon_i$  не соответствует некоторым предпосылкам МНК, то следует корректировать модель.

### *Первая предпосылка*

С помощью оцененной модели найдем значения случайных остатков по формуле.

$$u_i = Y - Yt = Y - \widetilde{a}_0 - \widetilde{a}_1 * Xt_{t-1}$$

С помощью функции СРЗНАЧ найдено математическое ожидание случайных остатков:  $E(x) = -0,00000000000002$ , что примерно равно 0. Первая предпосылка теоремы Гаусса-Маркова **выполнена**.

### *Вторая предпосылка*

Чтобы убедиться в выполнении данной предпосылки, проведем тест Голдфелда-Кванта.

Первым шагом построим массив данных по возрастанию суммы регрессоров. В данной модели выстраиваем массив по возрастанию цены природного газа  $X_{t-1}$ . Размер подвыборки:

$$k = \frac{37 - 9}{2} = 14$$

Оценим регрессию для первой подвыборки с помощью функции ЛИНЕЙН (табл. 2).

Таблица 2. Результаты регрессионного анализа для 1-й подвыборки.

-11,33309602	92,97415428
4,340328247	10,29127476
0,362310014	5,155774345
6,817921337	12
181,234047	318,9841092

$$Y_t = 92,974 - 11,333 * X_{t-1} + u_t$$

$$ESS_1 = 318,984$$

Оценим регрессию для третьей подвыборки с помощью функции ЛИНЕЙН (табл. 3).

Таблица 3. Результаты регрессионного анализа для 3-й подвыборки.

-1,305246778	62,52238468
2,506302323	7,887226991
0,022101954	2,123053359
0,271217899	12
1,222475505	54,0882668

$$Y_t = 62,522 - 1,305 * X_{t-1} + u_t$$

$$ESS_2 = 54,088$$

Далее рассчитаем показатель  $F$  по формуле:

$$F = \frac{ESS_1}{ESS_2} = \frac{318,984}{54,088} = 5,897$$

Поскольку  $F > F_{кр} = 4.67$ , то гипотеза об отсутствии гетероскедастичности **отклоняется**. Это означает, что случайные остатки не являются гетероскедастичными. Вторая предпосылка **выполнена, случайные остатки гомоскедастичны**.

#### *Третья предпосылка*

Способом проверки спецификации на некоррелированность случайных остатков является тест Дарбина-Уотсона. Рассчитаем случайные остатки для исходной спецификации и далее рассчитаем статистику Дарбина-Уотсона по формуле:

$$DW = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (u_{i+1} - u_i)^2}{\sum u_i^2} = \frac{481,2}{681,31} = 0,71$$

По таблице Дарбина-Уотсона для  $n = 37$  и  $k = 1$  (уровень значимости 5%) находим:  $d_1 = 1.42$ ;  $d_2 = 1.53$ . Поскольку  $1.42 > 0.71$  и  $1.53 > 0.71 < 4 - 1.53$ , то автокорреляция остатков присутствует. Предпосылка не выполнена. Наблюдается автокорреляция случайных остатков.

График остатков представлен на рис.3. Отсутствие зависимости на графике остатков свидетельствует об отсутствии автокорреляции.

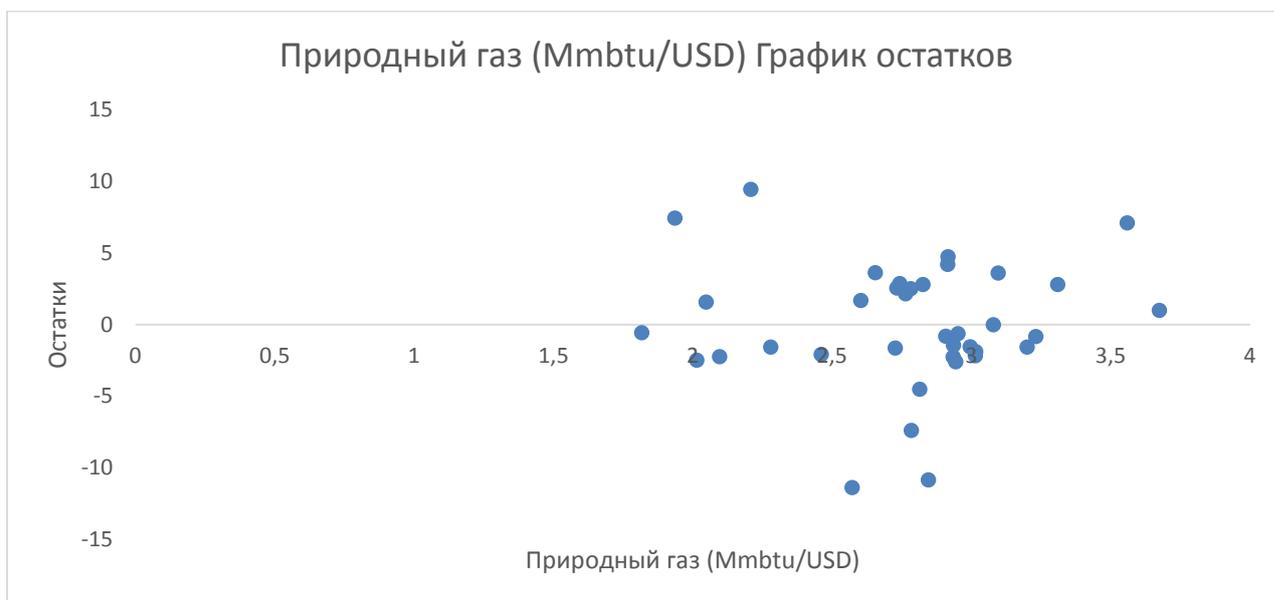


Рис. 3. График остатков.

#### *Четвертая предпосылка*

Данная предпосылка проверяется с помощью функции «КОВАР» в MS Excel. Ковариация между случайными остатками модели и ценой на природный газ равна 0.

В ходе исследования была составлена модель зависимости курса доллара США по отношению к российскому рублю от цены на природный газ. Были проведены тесты для проверки данной спецификации на адекватность, качественность и соответствие предпосылкам теоремы Гаусса-Маркова. Спецификация успешно прошла все тесты, кроме проверки на автокорреляцию. Неудача проведения данного теста может быть связана с неточностями при отборе факторов в уравнение регрессии.

Таким образом, полученная модель парной регрессии может быть использована для прогнозирования курса доллара США.

Был подтвержден тот факт, что наибольшее влияние на курс валюты оказывают цены на сырьевые ресурсы. Это подтверждается общеизвестными фактами и полученными расчетными значениями. При нулевой цене природного газа курс доллара США составит 87,77. Увеличение цены природного газа на 1 USD уменьшает курс доллара США на 9,343 RUB. Так же стоит отметить, что между этими двумя показателями существует обратная зависимость. Так, при падении цены на природный газ, курс доллара будет увеличиваться.

На основании проведенного моделирования можно сделать вывод о том, что краткосрочная политика не способна стабилизировать курс валют, пока мировая цена на природный газ не стабилизируется.

Данная модель является примером построения учебной эконометрической модели и не учитывает неадекватность некоторых факторов.

#### **Библиографический список:**

1. Федеральный закон от 10 декабря 2003 г. № 173-ФЗ "О валютном регулировании и валютном контроле"
2. Динамика официального курса заданной валюты. Официальный сайте Центрального Банка Российской Федерации. URL - Режим доступа: [https://www.cbr.ru/currency\\_base/dynamics.aspx](https://www.cbr.ru/currency_base/dynamics.aspx) (Дата обращения: 03.01.2018)
3. Россия в цифрах. 2016: Краткий статистический сборник / Росстат- М., Р76 2016 - 543 с.
4. Финам — информационно-аналитический ресурс для работы на фондовом рынке. URL - Режим доступа: <http://www.finam.ru/> (Дата обращения: 23.12.2017)
5. Официальный сайт ОАО «Московская Биржа ММВБ-РТС». Котировки. URL - Режим доступа: <http://moex.com/ru/data/> (Дата обращения: 02.01.2018)
6. Официальный сайт «Федеральная служба государственной статистики» [Электронный ресурс]. URL - <http://www.gks.ru/>. (Дата обращения: 03.12.2017)
7. Intercontinental Exchange, Inc. URL -- Режим доступа: <https://www.intercontinentalexchange.com/index>. (Дата обращения: 03.01.2018)
8. The London Metal Exchange - an HKEX Company. URL - Режим доступа: <https://www.lme.com/en-GB/Metals> (Дата обращения: 03.01.2018)

Приложение 1. Исходные данные для построения модели за 2014-2017 гг.

Период	Курс доллара США (USD/RUB)	Природный газ (Mmbtu/USD)
Декабрь 2014	54,4367	3,6745
Январь 2015	65,2869	2,91625
Февраль 2015	64,2972	2,78175
Март 2015	60,6649	2,7265
Апрель 2015	52,363	2,572
Май 2015	50,3419	2,8455
Июнь 2015	54,3683	2,78475
Июль 2015	56,9774	2,8145
Август 2015	65,0169	2,7435
Сентябрь 2015	66,5954	2,65575
Октябрь 2015	62,7061	2,461
Ноябрь 2015	64,912	2,27975
Декабрь 2015	70,2244	2,04775
Январь 2016	76,5845	2,209
Февраль 2016	77,1326	1,9355
Март 2016	70,2305	1,81725
Апрель 2016	66,4756	2,015
Май 2016	65,9681	2,0965
Июнь 2016	65,1339	2,60375
Июль 2016	64,1127	2,76375
Август 2016	64,8139	2,733
Сентябрь 2016	64,7579	2,91475
Октябрь 2016	62,4583	3,0965
Ноябрь 2016	64,1833	2,82575
Декабрь 2016	61,6368	3,559
Январь 2017	59,6526	3,3105
Февраль 2017	58,0967	2,935
Март 2017	58,2437	2,996
Апрель 2017	56,3131	3,20025
Май 2017	56,756	3,231
Июнь 2017	57,4437	3,014
Июль 2017	59,5787	2,952
Август 2017	59,799	2,908

Сентябрь 2017	57,7192	3,016
Октябрь 2017	57,6869	2,9435
Ноябрь 2017	59,0061	3,0795
Декабрь 2017	58,9281	2,9355