

УДК 5.519

**Усова Алла Владимировна,**

студент,

кафедра анализа систем и принятия решений,

Институт экономики и управления,

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

г. Екатеринбург, Российская Федерация

**Моренец Ольга Владимировна,**

студент,

кафедра эконометрики и статистики,

Институт экономики и управления,

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

г. Екатеринбург, Российская Федерация

**Турьгина Виктория Федоровна,**

старший преподаватель,

кафедра анализа систем и принятия решений,

Институт экономики и управления,

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

г. Екатеринбург, Российская Федерация

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ВАЛЮТНЫХ РЫНКОВ***Аннотация:*

Валютный рынок представляет собой главный компонент международного рынка капитала, и устанавливающиеся на нем валютные курсы помогают определить прибыльность международных операций всех видов. Однако эти сигналы не всегда отражают всю имеющуюся информацию о рыночных возможностях, и в результате этого ресурсы распределяются неэффективно. В данном исследовании проведен обзор слабой формы информационной эффективности на примере рынка соотношения российский рубль / доллар США. Данные для исследования были взяты с официального сайта Центрального Банка России.

*Ключевые слова:*

Валютные рынки, использование информации, рыночные возможности, динамика валютных курсов, временные ряды, динамические ряды.

Валютный рынок считается эффективным, если динамика текущего валютного курса полностью отражает всю доступную рынку информацию. При этом подразумевается, что и валютный курс, и его динамика уже учитывают все фундаментальные макроэкономические показатели (экономический рост, инфляция, платежный баланс, процентная ставка и пр.), и поэтому изменение валютного курса возможно лишь под влиянием неожиданных экономических, политических и иных новостей. Но поскольку неожиданные новости отличаются и неповторимостью, и непрогнозируемостью (именно поэтому они неожиданные), то и следующие за неожиданными обстоятельствами изменения валютных курсов также

непредсказуемые и не коррелируются с прошлыми периодами динамических рядов валютных курсов. Сначала посмотрим на график временного ряда (Course\_today):

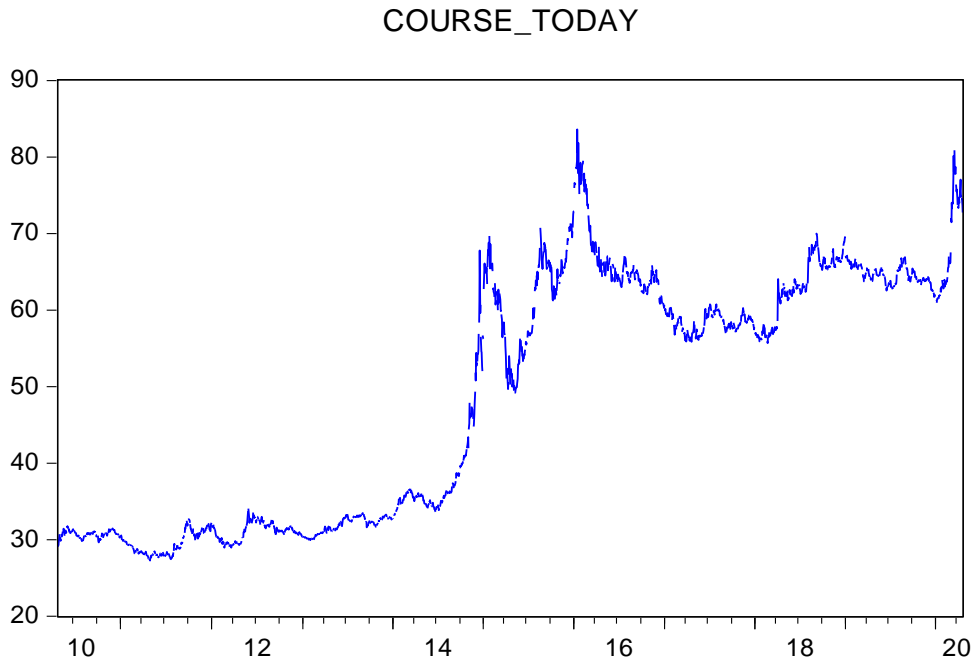


Рисунок 12 - Линейный график временного ряда Course\_today

Можно заметить, что ряд скорее всего не является стационарным, так как математическое ожидание и дисперсия значений временного ряда изменяются с интервалом. Также график показывает, что значения курса доллара США не подвержены общей тенденции в течение анализируемого нами периода (10 лет) и не имеют ярко выраженной сезонности. Рассмотрим описательные статистики временного ряда:

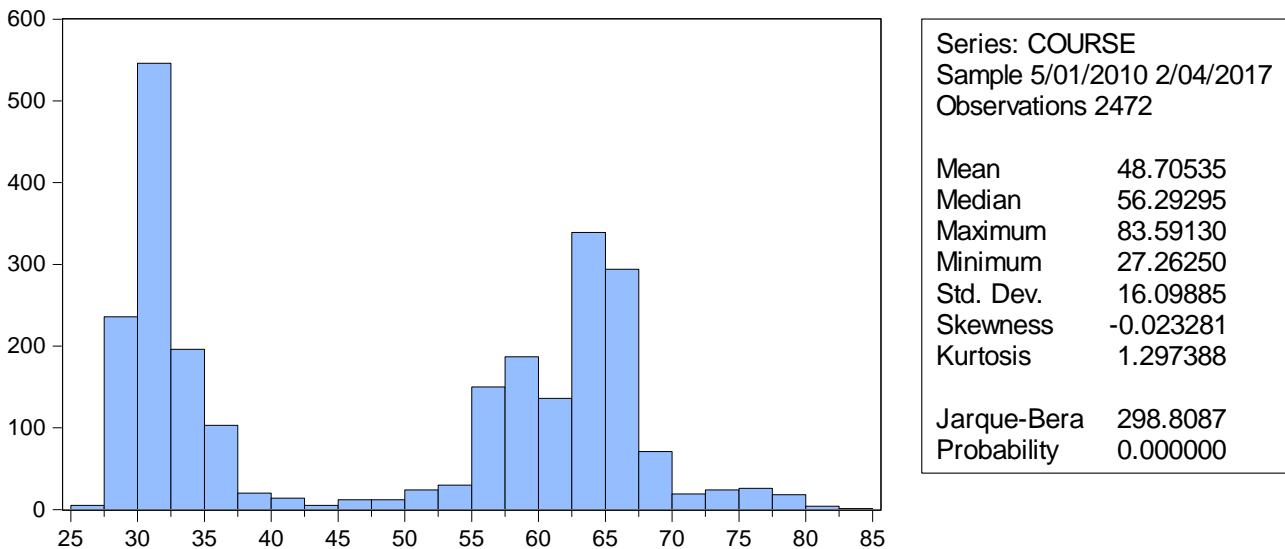


Рисунок 13 - Описательные статистики временного ряда Course\_today

Отсюда можно сделать вывод, что среднее значение ряда равно 48,7. Математическое ожидание (т.е. отклонение от среднего) – 56,3. Максимальное значение ряда – 83,6. Минимальное значение – 27,3.

Далее стоит построить уравнение валовой доходности, состоящее из:

- нормы прибыли
- спотового курса в период  $t$

– спотового курса в период  $t-1$

Следующее уравнение представляет валовую доходность на информационно – эффективном рынке:

$$\frac{S_t - S_{t-1}}{S_{t-1}} = R_t$$

Чтобы не было проблем с гетероскедастичностью, нужно прологарифмировать обе стороны, тогда получим:

$$s_t = s_{t-1} + r_t$$

Для исследования эффективности валютного рынка используются данные, представленные в файле Excel, которые включают 3 временных ряда из 2472 наблюдений.

Для проведения эконометрического тестирования в модели используются следующие переменные:

$s_t$  – прологарифмированный спотовый курс сегодняшнего дня

$s_{t-1}$  – прологарифмированный спотовый курс вчерашнего дня

$r_t$  – норма прибыли

Для начала проверим норму прибыли на нормальность:

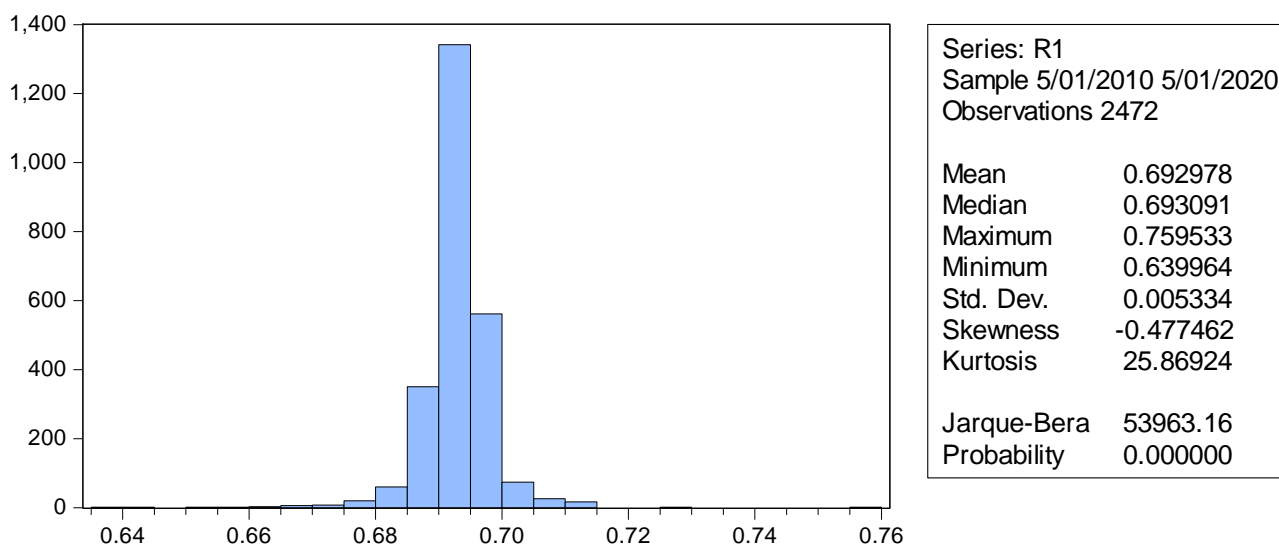


Рисунок 14 - Описательные статистики временного ряда  $r_t$

$Prob = 0 < 0,05 \Rightarrow$  нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о нормальности распределения.

Проверим на стационарность временные ряды с помощью расширенного теста Дикки-Фуллера (ADF-теста):

$$y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon_t,$$

$H_0: \rho = 1$  – ряд нестационарен

$H_a: \rho < 1$  – ряд стационарен

Так же, для первых разностей:

$$\Delta y_t = \psi y_{t-1} + \varepsilon_t,$$

$$\Delta y_t = \alpha + \psi y_{t-1} + \varepsilon_t,$$

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \psi y_{t-1} + \varepsilon_t,$$

$H_0: \psi = 1$  – ряд нестационарен

$H_a: \psi < 1$  – ряд стационарен

Оба ряда могут иметь единичный корень, поэтому нужно провести тест для рядов первых разностей. Результаты этого теста представлены на рисунке 4 и 5 и показывают, что ряды первых разностей не имеют единичных корней, что доказывает стационарность временных рядов.

Null Hypothesis: D(S1) has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 26 (Automatic - based on AIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.976210	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.432831	
5% level	-2.862522	
10% level	-2.567338	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Рисунок 4 - ADF для рядов первых разностей для St

Null Hypothesis: D(S2) has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 26 (Automatic - based on AIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.001832	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.432831	
5% level	-2.862522	
10% level	-2.567338	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Рисунок 5 - ADF для рядов первых разностей для St-1

Оценка коэффициентов модели, используя метод наименьших квадратов.

Dependent Variable: S1  
Method: Least Squares  
Date: 05/29/20 Time: 16:34  
Sample: 5/01/2010 5/01/2020  
Included observations: 2472

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.388695	0.000366	3795.735	0.0000
S2	1.000044	8.04E-06	124455.3	0.0000
R1	-2.003668	0.000527	-3803.578	0.0000
R-squared	1.000000	Mean dependent var		3.826723
Adjusted R-squared	1.000000	S.D. dependent var		0.349717
S.E. of regression	0.000140	Akaike info criterion		-14.91341
Sum squared resid	4.82E-05	Schwarz criterion		-14.90635
Log likelihood	18435.97	Hannan-Quinn criter.		-14.91084
F-statistic	7.75E+09	Durbin-Watson stat		1.332562
Prob(F-statistic)	0.000000			

Рисунок 6 - Оценка МНК

Статистика Дарбина-Уотсона указывает на автокорреляцию в остатках. Коррелограмма остатков (рис. 7) так же позволяет нам сделать данный вывод. Следовательно, есть необходимость провести коррекцию с помощью модели ARMA.

Исследование модели ARMA. Выбран максимальный порядок равный 4. В таблице 1 представлены значения критерия Акаике в моделях без автокорреляции в остатках. Минимальное значение критерия Акаике – в модели ARMA (1,3), следовательно, данная модель является наиболее подходящей. На рисунке 9 представлена коррелограмма остатков данной модели, показывающая отсутствие автокорреляции в остатках.

Date: 05/29/20 Time: 17:01  
 Sample: 5/01/2010 5/01/2020  
 Included observations: 2472

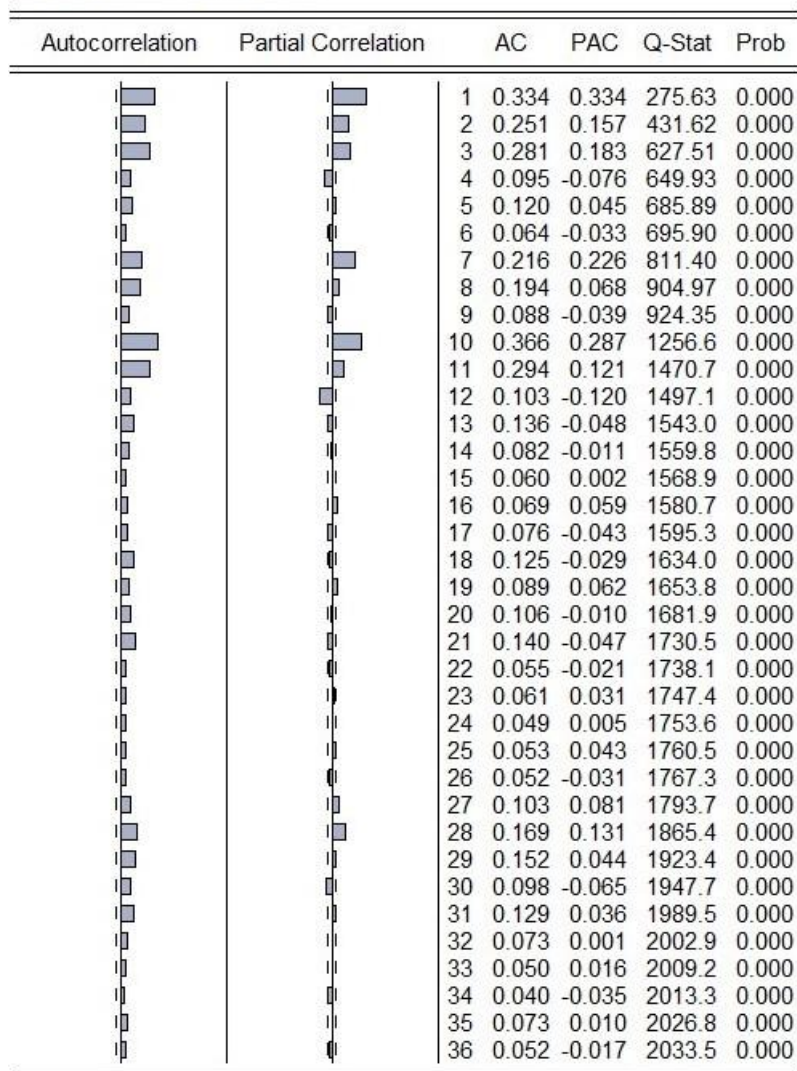


Рисунок 7 - Коррелограмма остатков

Таблица 1- Критерий Акаике в моделях ARMA для эффективности валютного рынка

MA	AR				
	0	1	2	3	4
0	-	-15,03194	-14,97687	-14,99456	-
1	-	-15,07848	-15,03841	-	-
2	-	-15,03963	-	-	-
3	-	-15,09137	-	-	-
4	-	-15,03203	-	-	-

Dependent Variable: S1  
Method: Least Squares  
Date: 05/29/20 Time: 18:17  
Sample (adjusted): 5/05/2010 5/01/2020  
Included observations: 2471 after adjustments  
Convergence achieved after 8 iterations  
MA Backcast: 4/29/2010 5/01/2010

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.387664	0.000310	4477.537	0.0000
S2	1.000047	1.33E-05	75185.00	0.0000
R1	-2.002196	0.000443	-4515.301	0.0000
AR(1)	0.308311	0.019434	15.86455	0.0000
MA(3)	0.252882	0.019714	12.82728	0.0000

R-squared	1.000000	Mean dependent var	3.826907
Adjusted R-squared	1.000000	S.D. dependent var	0.349668
S.E. of regression	0.000128	Akaike info criterion	-15.09137
Sum squared resid	4.02E-05	Schwarz criterion	-15.07961
Log likelihood	18650.39	Hannan-Quinn criter.	-15.08710
F-statistic	4.63E+09	Durbin-Watson stat	2.051055
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.31		
Inverted MA Roots	.32+ .55i	.32- .55i	-.63

Рисунок 8 - МНК оценки для модели ARMA (1,3)

Date: 05/29/20 Time: 18:17  
Sample: 5/01/2010 5/01/2020  
Included observations: 2471  
Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.026	-0.026	1.6126	
		2 0.085	0.085	19.566	
		3 -0.000	0.004	19.566	0.000
		4 -0.043	-0.050	24.084	0.000
		5 0.052	0.050	30.786	0.000
		6 -0.020	-0.010	31.800	0.000
		7 0.123	0.115	69.101	0.000
		8 0.078	0.085	84.142	0.000
		9 -0.078	-0.093	99.289	0.000
		10 0.281	0.270	294.93	0.000
		11 0.200	0.262	394.75	0.000
		12 -0.006	-0.050	394.83	0.000
		13 0.035	-0.008	397.84	0.000
		14 -0.016	0.031	398.45	0.000
		15 0.009	-0.018	398.63	0.000
		16 0.026	0.038	400.34	0.000
		17 0.017	-0.029	401.06	0.000
		18 0.079	-0.045	416.45	0.000
		19 0.017	0.061	417.16	0.000
		20 0.038	0.007	420.78	0.000
		21 0.112	-0.037	451.95	0.000
		22 -0.011	-0.042	452.27	0.000
		23 0.040	0.036	456.35	0.000
		24 -0.015	-0.017	456.89	0.000
		25 0.009	0.009	457.10	0.000
		26 -0.020	-0.060	458.14	0.000
		27 0.044	0.034	462.92	0.000
		28 0.101	0.118	488.23	0.000
		29 0.104	0.096	515.19	0.000
		30 0.013	-0.028	515.60	0.000
		31 0.078	0.049	530.82	0.000
		32 -0.013	0.014	531.22	0.000
		33 0.017	0.020	531.91	0.000
		34 -0.005	-0.017	531.97	0.000
		35 0.047	0.015	537.53	0.000
		36 0.022	0.016	538.76	0.000

\*Probabilities may not be valid for this equation specification.

Рисунок 9 - Коррелограмма остатков в модели ARMA (1,3)

Null Hypothesis: R has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-50.92039	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.432802	
5% level	-2.862509	
10% level	-2.567331	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Рисунок 10 - ADF-тест для временного ряда  $r_t$ 

Итак, эффективность в слабой форме – это возможность предсказать текущие значения за счет предыдущих. Это характеризуется двумя вещами: нестационарностью рядов обменного курса при нулевых разностях и стационарностью ряда  $r_t$ , а также в ряде  $r_t$  не должно быть автокорреляции и это нормальное распределение.

Проверим стационарность ряда  $r_t$  с помощью ADF-теста.

Результаты этого теста представлены на рисунке 10 и показывают, что ряд не имеет единичных корней, что доказывает стационарность временного ряда.

Результаты исследования показали, что рынок можно назвать информационно – эффективным в выбранной валютной паре. Другими словами, экономические агенты на основании информации не могут спрогнозировать будущие рыночные цены. А также нельзя заработать сверхнормальную доходность.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Введение в эконометрику. Доугерти К.: Пер. с англ. — М: ИНФРА-М, 1999. — XIV, 402 с
2. Эконометрика: Учебник для вузов. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. / Под ред. проф. Н.Ш.Кремера. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. - 311 с.
3. Официальный сайт Центрального Банка Российской Федерации, URL: <https://cbr.ru/>

### **Olga V. Morenets,**

Student,

Department of Econometrics and Statistics,

Institute of Economics and Management,

Ural Federal University named after the First President Russia B. N. Yeltsin"

Yekaterinburg, Russian Federation

### **Alla V. Usova,**

Student,

Department of Systems Analysis and Decision-Making,

Institute of Economics and Management,

Ural Federal University named after the First President Russia B. N. Yeltsin"

Yekaterinburg, Russian Federation

### **Victoria Turygina,**

Senior Lecturer,

Department of Systems Analysis and Decision-Making,

Institute of Economics and Management,

Ural Federal University named after the First President Russia B. N. Yeltsin"

Yekaterinburg, Russian Federation

## **RESEARCH OF INFORMATION EFFICIENCY OF CURRENCY MARKETS**

*Abstract:*

The foreign exchange market is the main component of the international capital market, and the exchange rates established on it help determine the profitability of international transactions of all types. However, these signals do not always reflect all available information about market opportunities, and as a result, resources are not allocated efficiently. This study provides an overview of the weak form of information efficiency on the example of the Russian ruble / US dollar ratio market. The data for the study were taken from the official website of the Central Bank of Russia.

*Keywords:*

Currency markets, use of information, market opportunities, exchange rate dynamics, time series, dynamic series.