

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Общенаучный факультет

Кафедра математики

### Отчет по лабораторной работе № 4

Тема «Исследование взаимосвязи случайных процессов курса  
Биткоина и курса Лайткоина. Обобщенное прогнозирование:  
Выявление коинтеграции двух временных рядов, определение  
причинности по Гренджеру»

Группа ПМИ-102м

Студент

\_\_\_\_\_  
(дата)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Абдулин И. Н.  
(Фамилия И.О.)

Проверил

\_\_\_\_\_  
(дата)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Лакман И. А.  
(Фамилия И.О.)

Уфа 2017

## **Цель работы**

Исследовать взаимосвязь между двумя случайными процессами.  
Выявить коинтеграцию и причинности по Гренджеру двух временных рядов.

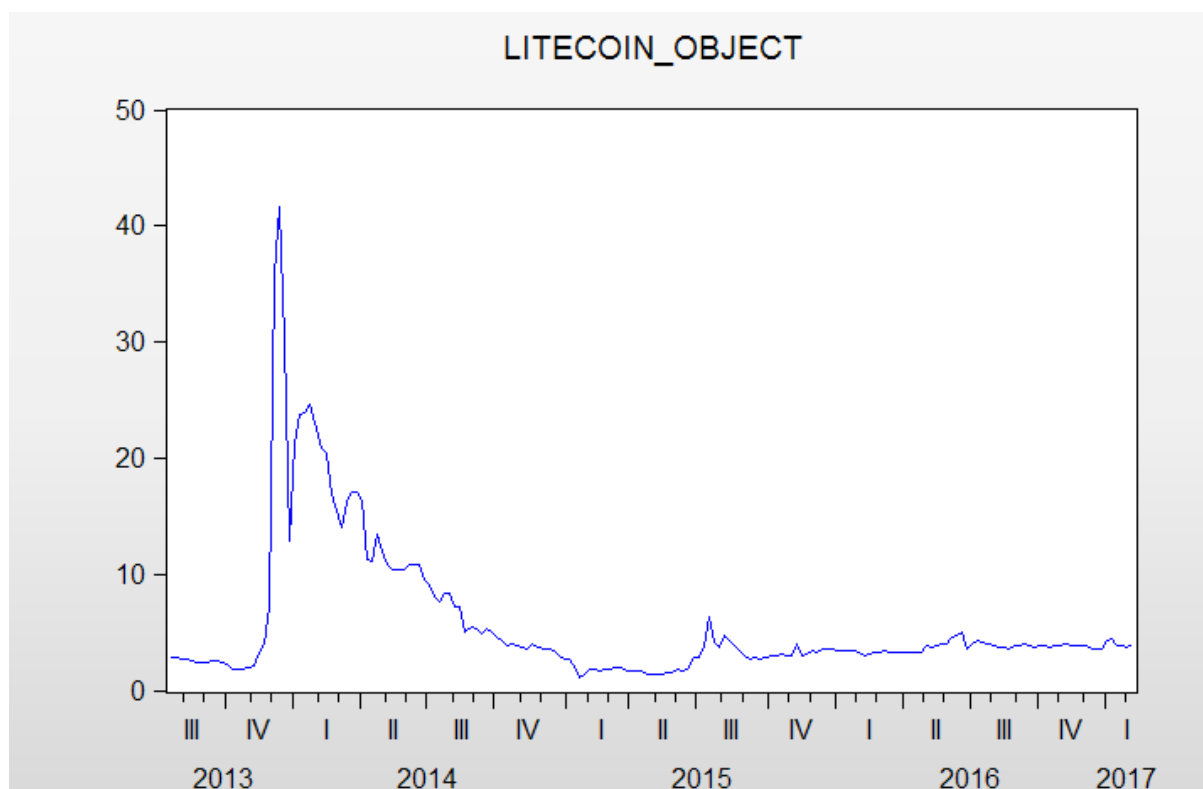
## **Задачи**

1. Определить, являются ли ряды коинтегрированными, на основе теста Ингла-Гренджера, используя построение коинтеграционного соотношения.
2. Определить, имеется ли причинность по Гренджеру между рассматриваемыми временными рядами, используя соответствующий тест.
3. Провести прогноз согласно построенной модели.

## Ход работы

### Задача №1.

Для исследования взаимосвязи между двумя случайными процессами был выбран второй временной ряд – курс Litecoin (независимое ответвление от Bitcoin) за усеченный временной диапазон, в котором лежат значения первого ряда.



*Рисунок 1: График временного ряда курса Litecoin*

Типа второго временного ряда -  $DS I(1)$ , как и у первого ряда, поэтому для проведения дальнейших тестов не требуется никаких действий с рядами.

На рисунке 2 представлены результаты теста на коинтеграцию при автоматическом режиме подбора максимальной длины лага. Тесты проводятся при нулевой гипотезе об отсутствии коинтеграции между временными рядами.

Нулевая гипотеза о зависимости переменной Bitcoin имеет вероятность  $97.46\% > 5\%$ , поэтому она принимается и данная переменная является зависимой.

А нулевая гипотеза о зависимости переменной Litecoin имеет вероятность  $50.63\% > 5\%$ , поэтому она принимается и обе переменные являются зависимыми.

Engle-Granger Cointegration Test				
Date: 04/16/17 Time: 16:50				
Series: BITCOIN_OBJECT LITECOIN_OBJECT				
Sample: 7/17/2013 2/08/2017				
Included observations: 187				
Null hypothesis: Series are not cointegrated				
Cointegrating equation deterministics: C				
Automatic lags specification based on Schwarz criterion (maxlag=14)				
Dependent	tau-statistic	Prob.*	z-statistic	Prob.*
BITCOIN_OBJECT	-0.235201	0.9788	-0.716696	0.9746
LITECOIN_OBJECT	-1.705989	0.6758	-7.768299	0.5063
*Mackinnon (1996) p-values.				
Intermediate Results:				
	BITCOIN_...	LITECOIN_OBJECT		
Rho - 1	-0.006413	-0.066702		
Rho S.E.	0.027264	0.039099		
Residual variance	3788.732	6.240470		
Long-run residual variance	1413.196	2.527515		
Number of lags	3	3		
Number of observations	183	183		
Number of stochastic trends**	2	2		
**Number of stochastic trends in asymptotic distribution				

*Рисунок 2: Результаты теста Ингла-Грэнджера*

## Задача №2.

Для установления какая из переменных является причиной проведем тест на причинность Грэнджера (рисунок 3). В тесте в таблице указываются нулевые гипотезы о причинности и соответствующие им вероятность ошибки отклонения заданной нулевой гипотезы (Prob).

Pairwise Granger Causality Tests			
Date: 04/16/17 Time: 16:57			
Sample: 7/17/2013 2/08/2017			
Lags: 2			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LITECOIN_OBJECT does not Granger Cause BITCOIN_OBJECT	185	5.27065	0.0060
BITCOIN_OBJECT does not Granger Cause LITECOIN_OBJECT		67.5135	1.E-22

*Рисунок 3: Результат проведения теста Грэнджера на причинность*

Нулевая гипотеза "Litecoin не является причиной Bitcoin по Гренджеру" не отвергается (т.к. вероятность ошибки отклонения нулевой гипотезы  $0.6\% < 5\%$ ).

Гипотеза "Bitcoin не является причиной Litecoin по Гренджеру" не отвергается (т.к. вероятность ошибки отклонения нулевой гипотезы меньше 5%).

### Задача №3.

Построим прогноз на примере отобранной по 2-й лабораторной работе ARMA модели курса Bitcoin. Так как показатели прогнозирования динамическим методом хуже, чем статическим, то выбран второй метод. Результаты прогноза представлены на рисунке 4.

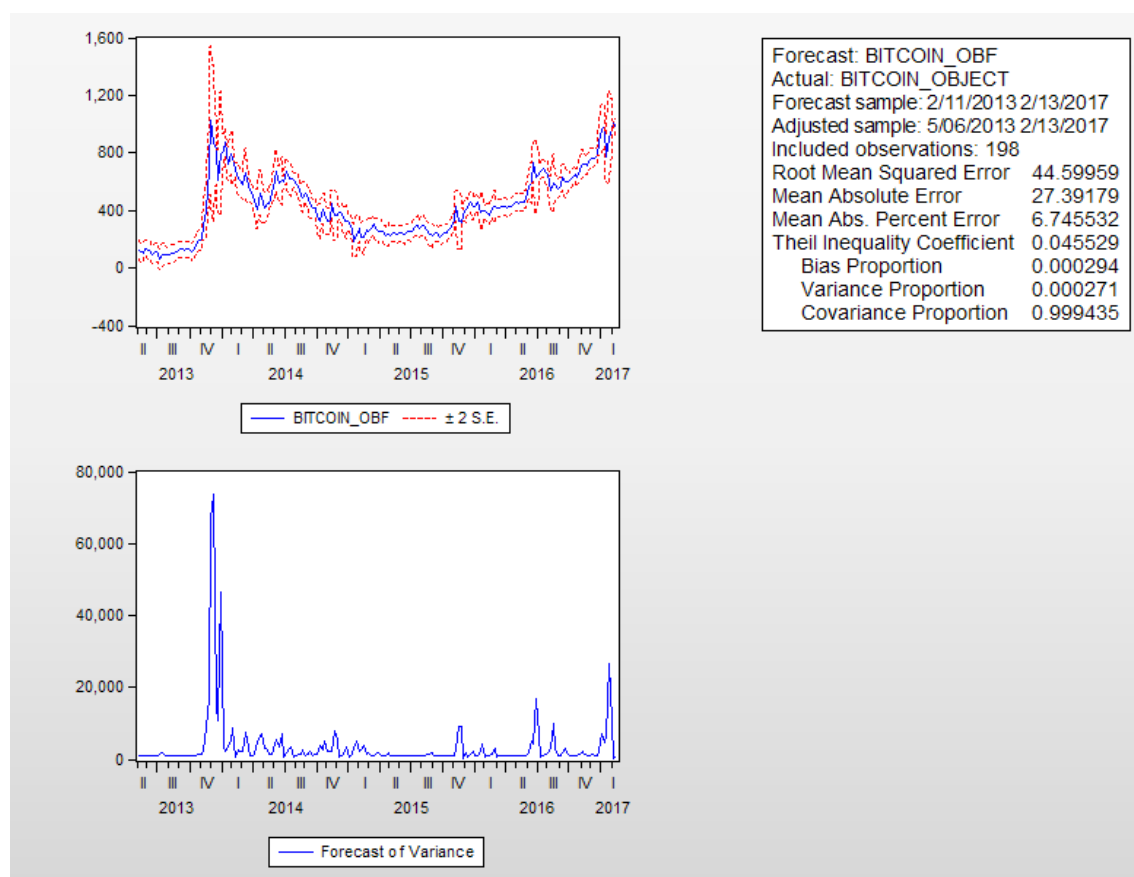


Рисунок 4: Результат прогноза статическим методом.

Справа от графика приведены статистики, характеризующие качество прогноза:

- *root mean squared error (RMSE)* - корень из среднеквадратичной ошибки: 44.59;
- *mean abs. error* - средняя абсолютная ошибка: 27.4;
- *mean abs. percent error* - средняя абсолютная ошибка прогноза: 6.74%;
- *teil inequality coefficient* - коэффициент неравенства Тейла. меняется от 0 до 1, принимая значение 0 в случае точного совпадения прогноза и реальности: 0.045;
- *bias proportion* - показывает смещение среднего значения прогноза временного ряда относительно среднего значения реального временного ряда: 0.000294 ~ 0 (чем ближе к нулю, тем точнее прогноз);
- *variance proportion* - показывает смещение дисперсии прогноза временного ряда относительно дисперсии реального временного ряда: 0.000271 (чем ближе к нулю, тем точнее прогноз);
- *covariance proportion* - измеряет остаточную несистематическую ошибку прогнозирования: 0.999 ~ 1 (чем ближе к единице, тем точнее прогноз).

Таким образом, прогноз (статистическим методом) показал хорошие результаты.