

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Общенаучный факультет

Кафедра математики

Отчет по лабораторной работе № 1

Тема «Определение типа случайного процесса временного ряда
курса Биткоина»

Группа ПМИ-102м

Студент	_____	_____	<u>Абдулин И. Н.</u>
	(дата)	(подпись)	(Фамилия И.О.)
Проверил	_____	_____	<u>Лакман И. А.</u>
	(дата)	(подпись)	(Фамилия И.О.)

Цель работы: Определить, какому типу случайных процессов относится временной ряд курса Биткоина для дальнейшего его моделирования.

Постановка задач

1. Описать исходные данные, проанализировать данные визуально.
2. На основе анализа коррелограмм АКФ и ЧАКФ сделать предположение о типе процесса, представленного временным рядом.
3. С помощью расширенного теста Дики-Фуллера провести идентификацию случайного процесса, применяя процедуру Доладо-Дженкенсона-Сосвила-Риверо.
4. Сделать заключение о типе процесса.

Ход работы

Задача №1.

Исходными данными является временной ряд курса биткоина (еженедельно).

Источник информации – пункт «Weighted Price» торговой площадки «Bitstamp» (Республика Словения) раздела «Charts» сайта мониторинга курса биткоина bitcoin charts (<http://bitcoincharts.com>, связан с <https://bitcoin.org>, который управляемся основными биткоин-разработчиками).

Период ретроспективы – 209 недель (с 11 февраля 2013 года по 13 февраля 2017 года).

Прогнозирование курсов валют необходимо для оценки рисков операций предприятий, связанных с обменом валют.

График изменения курса криптовалюты представлен на рисунке 1.

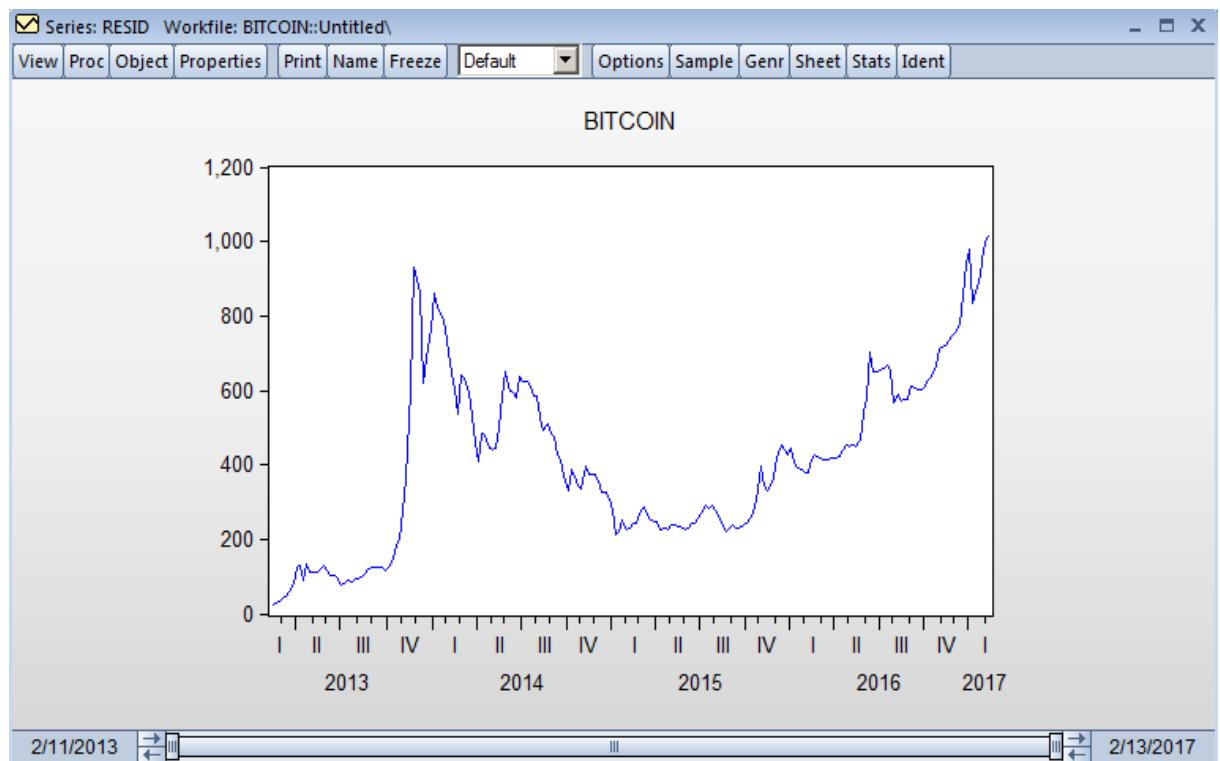


Рис. 1. График временного ряда курса биткоина.

Анализ графика, на основе роста курса в конце каждого года, даёт возможность предположить наличие слабой сезонности. С другой стороны, это предположение опрометчиво: в конце 2013 года была закрыта большая

торговая площадка (в основном по продаже наркотиков) Silk Road, которая использовала данную криптовалюту. Этот инцидент мог значительно сказался на курсе. Далее, в июне 2014 правительство США выставило на аукцион большую сумму изъятых биткоинов, что, возможно, позволило обеспечить рост на короткий период. 2014 можно назвать годом упрочнение имиджа валюты (деньги не только для преступников), что, возможно, обеспечивает относительно плавное поведение с начала 2015 года.

Т.о. о наличии сезонности можно говорить только на основе данных 2015-2016 годов.

На основе тех же сведений можно сделать вывод об отсутствии тренда.

2 задача.

Проводим анализ коррелограмм.

Date: 03/04/17 Time: 13:56
Sample: 2/11/2013 2/13/2017
Included observations: 210

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.957	0.957	195.22	0.000		
2	0.904	-0.155	369.96	0.000		
3	0.849	-0.017	525.12	0.000		
4	0.808	0.133	666.38	0.000		
5	0.771	-0.020	795.55	0.000		
6	0.732	-0.051	912.59	0.000		
7	0.680	-0.164	1013.9	0.000		
8	0.628	0.034	1100.9	0.000		
9	0.581	0.008	1175.7	0.000		
10	0.536	-0.054	1239.7	0.000		
11	0.494	0.004	1294.3	0.000		
12	0.457	0.047	1341.3	0.000		
13	0.425	0.036	1382.1	0.000		
14	0.398	0.029	1418.0	0.000		
15	0.370	-0.040	1449.3	0.000		
16	0.341	-0.030	1476.0	0.000		
17	0.313	0.023	1498.6	0.000		
18	0.289	-0.005	1518.0	0.000		
19	0.271	0.027	1535.1	0.000		
20	0.255	-0.010	1550.3	0.000		
21	0.237	-0.024	1563.6	0.000		
22	0.217	-0.006	1574.8	0.000		
23	0.201	0.020	1584.3	0.000		
24	0.185	-0.017	1592.5	0.000		
25	0.174	0.034	1599.8	0.000		
26	0.158	-0.072	1605.9	0.000		
27	0.138	-0.052	1610.5	0.000		
28	0.111	-0.081	1613.5	0.000		
29	0.085	-0.002	1615.2	0.000		
30	0.053	-0.100	1615.9	0.000		
31	0.022	-0.038	1616.1	0.000		
32	-0.012	-0.028	1616.1	0.000		
33	-0.047	-0.053	1616.7	0.000		
34	-0.085	-0.044	1618.5	0.000		
35	-0.125	-0.078	1622.4	0.000		
36	-0.170	-0.073	1629.8	0.000		

Рис. 2. Коррелограмма для исходного ряда.

Из коррелограммы АКФ можно сделать вывод об отсутствии стационарности, т.к. ряд медленно убывает.

Из коррелограммы ЧАКФ можно сделать вывод о наличии сезонности.

Можно предположить, что это процесс DS.

Date: 03/04/17 Time: 13:56
 Sample: 2/11/2013 2/13/2017
 Included observations: 209

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.276	0.276	16.122	0.000		
2	0.039	-0.040	16.448	0.000		
3	-0.237	-0.257	28.469	0.000		
4	-0.054	0.094	29.098	0.000		
5	0.099	0.126	31.225	0.000		
6	0.165	0.041	37.130	0.000		
7	0.041	-0.036	37.494	0.000		
8	0.010	0.063	37.518	0.000		
9	-0.012	0.033	37.551	0.000		
10	-0.013	-0.047	37.589	0.000		
11	-0.127	-0.154	41.160	0.000		
12	-0.098	-0.026	43.308	0.000		
13	-0.136	-0.103	47.486	0.000		
14	0.021	0.021	47.588	0.000		
15	0.063	0.039	48.488	0.000		
16	-0.010	-0.079	48.513	0.000		
17	-0.065	0.003	49.491	0.000		
18	-0.145	-0.069	54.348	0.000		
19	-0.041	0.031	54.748	0.000		
20	0.035	0.027	55.026	0.000		
21	0.049	-0.022	55.594	0.000		
22	-0.078	-0.113	57.021	0.000		
23	-0.040	0.044	57.408	0.000		
24	-0.072	-0.068	58.648	0.000		
25	0.100	0.097	61.039	0.000		
26	0.124	0.086	64.741	0.000		
27	0.156	0.101	70.615	0.000		
28	-0.005	-0.027	70.622	0.000		
29	0.020	0.038	70.718	0.000		
30	-0.026	0.005	70.889	0.000		
31	0.064	0.014	71.908	0.000		
32	0.043	-0.005	72.367	0.000		
33	0.037	-0.019	72.711	0.000		
34	0.062	0.075	73.692	0.000		
35	0.063	-0.019	74.701	0.000		
36	0.007	-0.006	74.715	0.000		

Рис. 2. Коррелограмма для ряда первых разностей.

Коррелограмма для ряда первых разностей подтверждает наличие сезонности у исходного ряда.

Date: 03/04/17 Time: 13:55
 Sample: 2/11/2013 2/13/2017
 Included observations: 208

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.337	-0.337	23.929 0.000
		2	0.027	-0.097	24.084 0.000
		3	-0.317	-0.387	45.449 0.000
		4	0.020	-0.311	45.538 0.000
		5	0.062	-0.175	46.353 0.000
		6	0.130	-0.083	50.007 0.000
		7	-0.065	-0.166	50.923 0.000
		8	-0.006	-0.119	50.929 0.000
		9	-0.014	-0.032	50.975 0.000
		10	0.077	0.064	52.296 0.000
		11	-0.098	-0.073	54.423 0.000
		12	0.046	0.002	54.899 0.000
		13	-0.135	-0.120	58.989 0.000
		14	0.080	-0.125	60.429 0.000
		15	0.079	-0.003	61.847 0.000
		16	-0.013	-0.084	61.884 0.000
		17	0.017	-0.011	61.953 0.000
		18	-0.127	-0.108	65.643 0.000
		19	0.019	-0.095	65.727 0.000
		20	0.042	-0.042	66.145 0.000
		21	0.098	0.045	68.383 0.000
		22	-0.114	-0.111	71.413 0.000
		23	0.048	0.003	71.948 0.000
		24	-0.140	-0.156	76.633 0.000
		25	0.102	-0.133	79.121 0.000
		26	-0.005	-0.139	79.127 0.000
		27	0.133	-0.007	83.375 0.000
		28	-0.128	-0.069	87.324 0.000
		29	0.049	-0.034	87.902 0.000
		30	-0.094	-0.043	90.089 0.000
		31	0.077	-0.022	91.555 0.000
		32	-0.011	-0.009	91.582 0.000
		33	-0.021	-0.101	91.697 0.000
		34	0.017	-0.004	91.773 0.000
		35	0.038	-0.018	92.137 0.000
		36	-0.004	-0.015	92.141 0.000

Рис. 3. Коррелограмма для ряда вторых разностей.

Коррелограмма для ряда вторых разностей подтверждает наличие сезонности у исходного ряда (лаги выходят за пределы доверительных интервалов).

На вторых разностях процесс стал стационарным, так как автокорреляционная функция сходится к нулю.

Задача.

Проведение процедуры Доладо-Дженкинсона-Сосвилла-Ривьера.

1 этап

Тестируется тип процесса TS+DS:

$$\Delta^2 z_t = \rho_0 + \rho_1 \Delta z_{t-1} + \sum_{i=2}^p p_i \Delta^2 z_{t-i+1} + \eta t + \varepsilon_t$$

Проводим расширенный тест Дики-Фуллера, включая детерминированный тренд на разностях первого порядка.

Null Hypothesis: D(BITCOIN_OBJECT) has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 10 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=14)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.466372	0.0022
Test critical values:		
1% level	-4.005076	
5% level	-3.432682	
10% level	-3.140127	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(BITCOIN_OBJECT,2)
 Method: Least Squares
 Date: 03/04/17 Time: 14:06
 Sample (adjusted): 5/06/2013 2/13/2017
 Included observations: 198 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(BITCOIN_OBJECT(-1))	-0.827388	0.185248	-4.466372	0.0000
D(BITCOIN_OBJECT(-1),2)	0.114741	0.178982	0.641074	0.5223
D(BITCOIN_OBJECT(-2),2)	0.188578	0.172472	1.093383	0.2756
D(BITCOIN_OBJECT(-3),2)	-0.092673	0.164624	-0.562937	0.5742
D(BITCOIN_OBJECT(-4),2)	-0.063438	0.155492	-0.407983	0.6838
D(BITCOIN_OBJECT(-5),2)	0.080534	0.147543	0.545837	0.5858
D(BITCOIN_OBJECT(-6),2)	0.173477	0.138544	1.252142	0.2121
D(BITCOIN_OBJECT(-7),2)	0.096247	0.122766	0.783983	0.4341
D(BITCOIN_OBJECT(-8),2)	0.104403	0.102477	1.018800	0.3096
D(BITCOIN_OBJECT(-9),2)	0.171892	0.091705	1.874400	0.0625
D(BITCOIN_OBJECT(-10),2)	0.171961	0.075545	2.276276	0.0240
C	0.393463	6.982959	0.056346	0.9551
@TREND("2/11/2013")	0.029671	0.056235	0.527628	0.5984
R-squared	0.442847	Mean dependent var	0.150303	
Adjusted R-squared	0.406707	S.D. dependent var	58.49717	
S.E. of regression	45.05773	Akaike info criterion	10.51717	
Sum squared resid	375586.8	Schwarz criterion	10.73306	
Log likelihood	-1028.200	Hannan-Quinn criter.	10.60456	
F-statistic	12.25377	Durbin-Watson stat	2.008344	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Рис. 4. Результаты оценки расширенного теста Дики-Фуллера.

Тест не выполнен. Тренд и константа статистически незначимы (вероятность отклонения нулевой гипотезы 0,59 и 0,95 соответственно при 5% уровне значимости). **Возможно процесс типа DS.**

2 этап

Тестируется тип процесса TS: $\Delta z_t = \rho_0 + \rho_1 z_{t-1} + \sum_{i=2}^p p_i \Delta z_{t-i+1} + \eta t + \varepsilon_t$

Проводим расширенный тест Дики-Фуллера на исходном уровне, но включаем тренд.

Null Hypothesis: BITCOIN_OBJECT has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 11 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=14)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.620335	0.7817
Test critical values:		
1% level	-4.005076	
5% level	-3.432682	
10% level	-3.140127	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(BITCOIN_OBJECT)
 Method: Least Squares
 Date: 03/04/17 Time: 14:08
 Sample (adjusted): 5/06/2013 2/13/2017
 Included observations: 198 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BITCOIN_OBJECT(-1)	-0.030246	0.018667	-1.620335	0.1069
D(BITCOIN_OBJECT(-1))	0.300653	0.072569	4.143017	0.0001
D(BITCOIN_OBJECT(-2))	0.089982	0.075284	1.195223	0.2335
D(BITCOIN_OBJECT(-3))	-0.262062	0.075372	-3.476908	0.0006
D(BITCOIN_OBJECT(-4))	0.044109	0.077826	0.566771	0.5716
D(BITCOIN_OBJECT(-5))	0.155034	0.077871	1.990920	0.0480
D(BITCOIN_OBJECT(-6))	0.111537	0.081708	1.365056	0.1739
D(BITCOIN_OBJECT(-7))	-0.055421	0.081577	-0.679374	0.4978
D(BITCOIN_OBJECT(-8))	0.026817	0.082289	0.325892	0.7449
D(BITCOIN_OBJECT(-9))	0.080803	0.079003	1.022785	0.3078
D(BITCOIN_OBJECT(-10))	0.016654	0.079088	0.210575	0.8335
D(BITCOIN_OBJECT(-11))	-0.150640	0.076358	-1.972831	0.0500
C	7.368547	8.177262	0.901102	0.3687
@TREND("2/11/2013")	0.077442	0.063278	1.223846	0.2226
R-squared	0.211858	Mean dependent var	4.567475	
Adjusted R-squared	0.156174	S.D. dependent var	48.83636	
S.E. of regression	44.86108	Akaike info criterion	10.51310	
Sum squared resid	370303.0	Schwarz criterion	10.74560	
Log likelihood	-1026.797	Hannan-Quinn criter.	10.60721	
F-statistic	3.804650	Durbin-Watson stat	2.002536	
Prob(F-statistic)	0.000020			

Рис. 5. Результаты оценки расширенного теста Дики-Фуллера.

Тест не выполнен. Тренд статистически незначим, следовательно, TS незначимо. Не целесообразно включение константы. (для тренда и константы вероятность отклонения нулевой гипотезы 0,22 и 0,36 соответственно при 5% уровне значимости).

Предположение о типе процесса DS подтверждается.

3 этап

Тестируется тип процесса DS (I(2)): $\Delta^3 z_t = \rho_0 + \rho_1 \Delta^2 z_{t-1} + \sum_{i=2}^p p_i \Delta^3 z_{t-i+1} + \varepsilon_t$

Проводим расширенный тест Дики-Фуллера на разностях второго порядка без включения тренда.

Null Hypothesis: D(BITCOIN_OBJECT,2) has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 6 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-9.349368	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.576518	
5% level	-1.942415	
10% level	-1.615649	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(BITCOIN_OBJECT,3)
 Method: Least Squares
 Date: 03/04/17 Time: 14:13
 Sample (adjusted): 4/15/2013 2/13/2017
 Included observations: 201 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(BITCOIN_OBJECT(-1),2)	-3.973612	0.425014	-9.349368	0.0000
D(BITCOIN_OBJECT(-1),3)	2.362448	0.389138	6.070983	0.0000
D(BITCOIN_OBJECT(-2),3)	1.884650	0.334891	5.627650	0.0000
D(BITCOIN_OBJECT(-3),3)	1.194752	0.270112	4.423176	0.0000
D(BITCOIN_OBJECT(-4),3)	0.651944	0.199383	3.269813	0.0013
D(BITCOIN_OBJECT(-5),3)	0.351895	0.138061	2.548836	0.0116
D(BITCOIN_OBJECT(-6),3)	0.172796	0.074116	2.331415	0.0208
R-squared	0.764475	Mean dependent var	0.088806	
Adjusted R-squared	0.757190	S.D. dependent var	95.866633	
S.E. of regression	47.23882	Akaike info criterion	10.58251	
Sum squared resid	432912.2	Schwarz criterion	10.69755	
Log likelihood	-1056.543	Hannan-Quinn criter.	10.62906	
Durbin-Watson stat	2.038260			

Рис. 6. Результаты оценки расширенного теста Дики-Фуллера.

Тест выполнен. Вероятность отклонения нулевой гипотезы о незначимости модели меньше допустимой нормы.

Протестируем процесс DS (I(2)) с константой.

Null Hypothesis: D(BITCOIN_OBJECT,2) has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 13 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=14)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.939857	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.006059	
5% level	-3.433156	
10% level	-3.140406	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(BITCOIN_OBJECT,3)
 Method: Least Squares
 Date: 03/04/17 Time: 14:09
 Sample (adjusted): 6/03/2013 2/13/2017
 Included observations: 194 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(BITCOIN_OBJECT(-1),2)	-5.790568	0.974867	-5.939857	0.0000
D(BITCOIN_OBJECT(-1),3)	4.156654	0.948198	4.383740	0.0000
D(BITCOIN_OBJECT(-2),3)	3.651384	0.910314	4.011127	0.0001
D(BITCOIN_OBJECT(-3),3)	2.913389	0.862940	3.376121	0.0009
D(BITCOIN_OBJECT(-4),3)	2.289498	0.804451	2.846037	0.0049
D(BITCOIN_OBJECT(-5),3)	1.873437	0.734642	2.550137	0.0116
D(BITCOIN_OBJECT(-6),3)	1.577514	0.656313	2.403599	0.0173
D(BITCOIN_OBJECT(-7),3)	1.255710	0.573781	2.188485	0.0299
D(BITCOIN_OBJECT(-8),3)	1.009944	0.487922	2.069890	0.0399
D(BITCOIN_OBJECT(-9),3)	0.859937	0.395875	2.172242	0.0312
D(BITCOIN_OBJECT(-10),3)	0.715739	0.301404	2.374685	0.0186
D(BITCOIN_OBJECT(-11),3)	0.482271	0.215660	2.236253	0.0266
D(BITCOIN_OBJECT(-12),3)	0.341999	0.145872	2.344520	0.0202
D(BITCOIN_OBJECT(-13),3)	0.131866	0.077346	1.704888	0.0900
C	-1.303014	7.643906	-0.170464	0.8648
@TREND("2/11/2013")	0.015955	0.060882	0.262059	0.7936
R-squared	0.776911	Mean dependent var	-0.083814	
Adjusted R-squared	0.758112	S.D. dependent var	96.35914	
S.E. of regression	47.39150	Akaike info criterion	10.63364	
Sum squared resid	399779.8	Schwarz criterion	10.90315	
Log likelihood	-1015.463	Hannan-Quinn criter.	10.74277	
F-statistic	41.32590	Durbin-Watson stat	1.998549	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Рис. 7. Результаты оценки расширенного теста Дики-Фулера.

Включение константы не целесообразно в силу того, что вероятность отклонения нулевой гипотезы о незначимости модели выше (0,86) допущенного при 5% уровне значимости.

4 этап

Тестируется тип процесса DS (I(1)): $\Delta^2 z_t = \rho_0 + \rho_1 \Delta z_{t-1} + \sum_{i=2}^p p_i \Delta^2 z_{t-i+1} + \varepsilon_t$

Null Hypothesis: D(BITCOIN_OBJECT) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 2 (Automatic - based on AIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-9.697856	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.576236	
5% level	-1.942376	
10% level	-1.615674	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(BITCOIN_OBJECT,2)
 Method: Least Squares
 Date: 03/04/17 Time: 14:19
 Sample (adjusted): 3/11/2013 2/13/2017
 Included observations: 206 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(BITCOIN_OBJECT(-1))	-0.930854	0.095986	-9.697856	0.0000
D(BITCOIN_OBJECT(-1),2)	0.214599	0.083527	2.569215	0.0109
D(BITCOIN_OBJECT(-2),2)	0.253129	0.068293	3.706508	0.0003
R-squared	0.399998	Mean dependent var	-0.001893	
Adjusted R-squared	0.394086	S.D. dependent var	57.97577	
S.E. of regression	45.12861	Akaike info criterion	10.47137	
Sum squared resid	413428.0	Schwarz criterion	10.51983	
Log likelihood	-1075.551	Hannan-Quinn criter.	10.49097	
Durbin-Watson stat	1.949039			

Рис. 8. Результаты оценки расширенного теста Дики-Фулера.

Тест выполняется. Вероятность отклонения нулевой гипотезы о незначимости модели меньше допустимой нормы (0,05).

Null Hypothesis: D(BITCOIN_OBJECT) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 2 (Automatic - based on AIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-9.817789	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.462095	
5% level	-2.875398	
10% level	-2.574234	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(BITCOIN_OBJECT,2)

Method: Least Squares

Date: 03/04/17 Time: 14:21

Sample (adjusted): 3/11/2013 2/13/2017

Included observations: 206 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(BITCOIN_OBJECT(-1))	-0.949414	0.096703	-9.817789	0.0000
D(BITCOIN_OBJECT(-1),2)	0.225919	0.083739	2.697889	0.0076
D(BITCOIN_OBJECT(-2),2)	0.259585	0.068299	3.800714	0.0002
C	4.385513	3.167854	1.384380	0.1678
R-squared	0.405637	Mean dependent var	-0.001893	
Adjusted R-squared	0.396810	S.D. dependent var	57.97577	
S.E. of regression	45.02708	Akaike info criterion	10.47163	
Sum squared resid	409542.4	Schwarz criterion	10.53625	
Log likelihood	-1074.578	Hannan-Quinn criter.	10.49777	
F-statistic	45.95319	Durbin-Watson stat	1.951727	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Рис. 9. Результаты оценки расширенного теста Дики-Фулера.

Включение константы не целесообразно. Вероятность отклонения нулевой гипотезы о незначимости модели $0,16 > 0,05$.

5 этап

Тестируется тип процесса DS (I(0)): $\Delta z_t = \rho_0 + \rho_1 z_{t-1} + \sum_{i=2}^p p_i \Delta z_{t-i+1} + \varepsilon_t$

Null Hypothesis: BITCOIN_OBJECT has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.208519	0.7459
Test critical values:		
1% level	-2.576127	
5% level	-1.942361	
10% level	-1.615684	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(BITCOIN_OBJECT)

Method: Least Squares

Date: 03/04/17 Time: 14:22

Sample (adjusted): 2/25/2013 2/13/2017

Included observations: 208 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BITCOIN_OBJECT(-1)	0.001432	0.006868	0.208519	0.8350
D(BITCOIN_OBJECT(-1))	0.280595	0.067678	4.146035	0.0000
R-squared	0.071084	Mean dependent var	4.754327	
Adjusted R-squared	0.066575	S.D. dependent var	47.93950	
S.E. of regression	46.31624	Akaike info criterion	10.51843	
Sum squared resid	441909.9	Schwarz criterion	10.55052	
Log likelihood	-1091.917	Hannan-Quinn criter.	10.53141	
Durbin-Watson stat	1.979548			

Рис. 10. Результаты оценки расширенного теста Дики-Фулера.

Тест не выполняется. Следовательно, гипотеза о том, что это стационарный процесс, не подтверждается.

Гипотеза о том, что это стационарный процесс не подтверждается.

Тестируется тип процесса DS (I(0)) с константой.

Null Hypothesis: BITCOIN_OBJECT has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.486786	0.5385
Test critical values:		
1% level	-3.461783	
5% level	-2.875262	
10% level	-2.574161	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(BITCOIN_OBJECT)
 Method: Least Squares
 Date: 03/04/17 Time: 14:24
 Sample (adjusted): 2/25/2013 2/13/2017
 Included observations: 208 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BITCOIN_OBJECT(-1)	-0.020740	0.013949	-1.486786	0.1386
D(BITCOIN_OBJECT(-1))	0.290687	0.067527	4.304747	0.0000
C	11.94838	6.554829	1.822837	0.0698
R-squared	0.085900	Mean dependent var	4.754327	
Adjusted R-squared	0.076982	S.D. dependent var	47.93950	
S.E. of regression	46.05731	Akaike info criterion	10.51197	
Sum squared resid	434861.5	Schwarz criterion	10.56011	
Log likelihood	-1090.245	Hannan-Quinn criter.	10.53143	
F-statistic	9.632161	Durbin-Watson stat	1.986681	
Prob(F-statistic)	0.000100			

Rис. 11. Результаты оценки расширенного теста Дики-Фулера.

Константа статистически не значима, т.к. вероятность ошибки отклонения нулевой гипотезы о незначимости модели составляет более 5%.

4 задача (вывод).

Заключение о типе процесса.

Таблица 1. Результаты выполнения тестов.

Тест	1 тест	2 тест	3 тест		4 тест		5 тест	
			тест	модиф.	тест	модиф.	тест	модиф.
Результат	-	-	+	-	+	-	-	-

Из результатов тестов следует, что исследуемый процесс является процессом DS(I(1)), включение константы не целесообразно.