

10. *Creative content in social networks: pros and cons*. Supa. (In Russ.) URL: <https://supa.ru/blog/posts/kriativnyi-kontient-v-sotsiialnykh-plashch-i-minusy>.
11. *About Aqua: official website*. (In Russ.) URL: <https://www.proaqua.pro>.
12. *All training programs: GeekBrains*. (In Russ.) URL: <https://gb.ru/courses/all>.
13. *VK. Education*. (In Russ.) URL: <https://vk.com/company/ru/company/education/>.
14. *We study together, solve complex problems, communicate and build our career in IT*. Yandex Academy. (In Russ.) URL: <https://academy.yandex.ru/?from=tg>.
15. *A platform for virtual conferences, which has been preferred for more than a decade*. (In Russ.) URL: <https://explore.zoom.us/ru/products/meetings/>.
16. *The easiest way to create professional live broadcasts*. StreamYard. URL: <https://streamyard.com/>.
17. Barker Sh. *Everything you need to know about microflowing in 2022*. Bloggersideas: (In Russ.) URL: <https://www.bloggersideas.com/ru/micro-influencers>.
18. *Influence-marketing for an online store: where to look for influential bloggers and how to work with them*. InSales. (In Russ.) URL: <https://www.insales.ru/blogs/university/influence-marketing>.

Статья поступила в редакцию 08.10.2022; одобрена после рецензирования 17.10.2022; принята к публикации 25.10.2022.  
The article was submitted 08.10.2022; approved after reviewing 17.10.2022; accepted for publication 25.10.2022.

## Научная статья.

УДК 336.74(045)

DOI: 10.25683/VOLBI.2022.61.499

### Anna Sergeevna Basova

Graduate student of the Department of Applied Mathematics,  
Mathematical analysis and management of economic processes,  
Perm National Research  
Polytechnic University  
Perm, Russian Federation  
annika-mail@mail.ru

### Анна Сергеевна Басова

магистрант кафедры прикладной математики,  
математический анализ и управление экономическими процессами,  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет  
Пермь, Российская Федерация  
annika-mail@mail.ru

### Daria Borisovna Vladimirova

Candidate of Physics and Mathematics,  
Associate Professor of Department of Applied Mathematics  
Perm National Research  
Polytechnic University  
Perm, Russian Federation  
da0807@mail.ru

### Дарья Борисовна Владимирова

канд. физ.-мат. наук,  
доцент кафедры прикладной математики,  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет  
Пермь, Российская Федерация  
da0807@mail.ru

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ КУРСА КРИПТОВАЛЮТЫ ETHEREUM

### 5.2.2 — Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

**Аннотация.** В ходе исследования проведен анализ рынка криптовалют для выбора более актуальной монеты с большой капитализацией. Благодаря своей набирающей популярности для исследования была выбрана криптовалюта ETH. Литературный обзор подтвердил актуальность и показал невысокий уровень изученности этой криптовалюты в рамках темы. Рассмотрены значения ряда за период с 14.03.2020 по 30.06.2020. Проведены тесты стационарности с помощью анализа графиков АКФ и ЧАКФ выбранного ряда криптовалюты, а также расширенные тесты Дики-Фуллера. Преобразованы исходные данные для уменьшения разброса дисперсии (логарифмирование) и исключения сезонности и тренда (взятие второй разности). Выполнено построение моделей прогноза с помощью модели авторегрессии — проинтегрированного скользящего среднего ARIMA ( $p, d, q$ ) и с помощью статистических методов (анализ обычного и скорректированного коэффициентов детерминации) и информационных

критериев Акайке и Швардца была выбрана единственная подходящая модель. Для того, чтобы можно было прогнозировать значения, была проведена диагностика модели по трем параметрам (остатки белый шум; модель стационарна и обратима) с помощью анализа остатков и теста единичного корня, и после получения успешного результата, спрогнозированы 2 значения за период с 01.07.2020 по 02.07.2020. Сравнение реальных и прогнозных значений цены криптовалюты показало, что сумма квадратов отклонений существенно ниже от выбранной точности результатов. Визуальный анализ графика также показал: модель способна формировать пики и спады цены. Был сделан вывод об эффективности данного метода в краткосрочных прогнозах криптовалюты.

**Ключевые слова:** криптовалюта, криптовалютный рынок, Ethereum, временной ряд, модель авторегрессии, модель скользящего среднего, прогнозирование, финансовый временной ряд, стационарность, автокорреляционная функция

**Для цитирования:** Басова А. С., Владимирова Д. Б. Прогнозирование динамики курса криптовалюты Ethereum // Бизнес. Образование. Право. 2022. № 4 (61). С. 199—204. DOI: 10.25683/VOLBI.2022.61.499.

## FORECASTING THE DYNAMICS OF THE ETHEREUM CRYPTOCURRENCY RATE

## 5.2.2 — Mathematical, statistical and instrumental methods in economics

**Abstract.** *The study conducts an analysis of the cryptocurrency market to select a more relevant coin with a large capitalization. Due to its gaining popularity, the cryptocurrency ETH was chosen for the study. Literature review confirms the relevance and shows a low level of study of this cryptocurrency within the topic. The values of the series for the period from 14.03.2020 to 30.06.2020 are considered. The stationarity tests with the analysis of ACF and ChakF charts of the selected cryptocurrency series, as well as the extended Dickey-Fuller tests are carried out. The initial data were transformed to reduce dispersion (logarithm) and to exclude seasonality and trend (taking the second difference). Forecasting models were built by means of autoregressive model — ARIMA (p, d, q) integrated moving average and by means of statistical methods (analysis of ordinary and adjusted coefficients of determination) and Akaike*

*and Schwartz information criteria the only appropriate model was selected. In order to be able to predict values, the model was diagnosed by three parameters (residuals white noise; the model is stationary and reversible) using residuals analysis and unit root test, and after obtaining a successful result, 2 values were predicted for the period from 01.07.2020 to 02.07.2020. A comparison of the real and predicted cryptocurrency price values shows that the sum of squares of deviation is significantly lower than the selected accuracy of the results. Visual analysis of the chart also shows that the model is able to form price peaks and declines. It is concluded that this method is effective in short-term cryptocurrency forecasts.*

**Keywords:** *cryptocurrency, cryptocurrency market, Ethereum, time series, autoregressive model, moving average model, forecasting, financial time series, stationarity, autocorrelation function*

**For citation:** Basova A. S., Vladimirova D. B. Forecasting the dynamics of the Ethereum cryptocurrency rate. *Business. Education. Law*, 2022, no. 4, pp. 199—204. DOI: 10.25683/VOLBI.2022.61.499.

## Введение

**Актуальность.** В настоящее время деньги могут принимать все больше новых форм: валюта, недвижимость, вклады, акции и т.д. Но самая интересная и актуальная форма денег — криптовалюта. Самой первой и на данный момент почти самой успешной остается Bitcoin, но с течением времени появляется все больше альтернатив, как например, блокчейн (инновация блокчейна заключается в том, что он гарантирует точность и безопасность записи данных и генерирует доверие без необходимости в доверенной третьей стороне [1]) Ethereum или его монета — Эфир (ETH). Он находится на втором месте по капитализации, и его доля среди всех монет постоянно растет. На данный момент все больше стран задумывается об узаконивании криптовалюты, потому что сейчас площадка открыта абсолютно для каждого человека. Но больше всего пугает государства отсутствие налогообложения. В мире уже есть страны, принявшие криптовалюту за основное платежное средство. В России в Госдуме уже внесен проект о правилах майнинга криптовалют [2]. В связи с этим математические исследования в области криптовалют, в частности их статистический анализ и прогнозирование, является новыми и актуальными.

**Изученность проблемы.** Сафиуллин М. Р., Абдукаева А. А., Ельшин Л. А. в своей работе «Методические подходы к прогнозированию динамики курса криптовалют с применением инструментов стохастического анализа (на примере биткойна)» [3]. Также исследуют возможность прогноза криптовалюты с помощью моделей ARMA, ARIMA, но в данном случае исследование проводится на примере Биткойна. К сожалению, не все аспекты освещены в этой статье: не ясно, чем руководствовались и как подбирали параметры для модели, не приведены графики АКФ и ЧАКФ для ряда первых разностей. Но данная статья хорошо подойдет для прочтения тем, кто не готов и не хочет разбираться с методами, а просто ищет готовый механизм для прогноза.

Еще одно исследование по криптовалютам опубликовали Крысальная О. А., Васенкова Е. И. с названием «Моделирование и прогнозирование волатильности криптовалют» [4]. В нем авторы рассматривают возможность

применения связки из ARMA-GARCH моделей для прогнозирования волатильности криптовалют. Для практической части были взяты котировки 4 криптовалют, проведены исследования волатильности, построены модели и сделан прогноз на пять дней. Результаты показывали небольшую ошибку прогноза, что подтверждает пригодность использования такого метода для краткосрочных прогнозов.

**Научная новизна.** В настоящее время сложно найти исследования подобного характера. В основном делают анализ текущей ситуации на рынке или экспертную оценку перспектив развития, либо с помощью специальных методов биржевого технического анализа раскрывают особенности и тренды колебаний криптовалют.

Курс криптовалют является очень волатильным, так как складывается сугубо из спроса и предложения. За день колебания курса могут превышать 25 %. Это является отрицательным фактором для получения стабильных результатов при проведении научных исследований в области финансов. В рамках данной работы впервые была сформулирована задача прогнозирования криптовалюты ETH с использованием модели авторегрессии — проинтегрированного скользящего среднего. Отличительной чертой данного исследования можно назвать особенность в построении модели — отсутствие сезонных переменных.

**Целесообразность** исследования заключается в высоком потребительском спросе на построение быстрых и качественных прогнозов на рынке криптовалют. Оригинальная авторская методика построения предиктора позволяет качественно решать поставленную задачу.

**Целью** данной работы является исследование криптовалюты ETH в виде временного ряда, построение модели с помощью программного обеспечения EViews и генерация значений цены ETH на следующие два дня.

Для достижения вышеописанной цели, в рамках данного исследования решались следующие **задачи**:

- исследование ряда на стационарность;
- подбор параметров модели ARMA/ARIMA;
- проверка пригодности модели для прогноза;
- генерация прогнозных значений и оценка их отклонения.

**Теоретическое обоснование** работы заключено в методологическом обосновании подходов к возможности прогнозирования рядов данных криптовалют, а также в том, что для реализации краткосрочных прогнозов использованы классические статистические методы. **Практическая значимость** работы связана с тем, что настоящее исследование будет полезно как обычному человеку, который хочет вложить активы, так и крупным компаниям, которые уже перешли на систему Ethereum или собираются это сделать.

Модель имеет большую популярность именно в краткосрочном прогнозировании.

### Основная часть

Рисс В. И. дает следующее определение криптовалюты — это разновидность цифровой валюты, учёт внутренних расчётных единиц которой обеспечивает децентрализованная платежная система (нет внутреннего или внешнего администратора или какого-либо его аналога) [5], которая работает полностью в автономном режиме.

Что такое Эфириум (Ethereum)? Ethereum (ETH) — это технология, являющаяся домом для цифровых денег, глобальных платежей и приложений [6]. Так пишут на главном сайте криптовалюты. Такая технология сильно отличается от Биткойна, который, в свою очередь, считается инструментом накопления. Для пользователя Ethereum открывается возможность не только найти «дом» для денег, но и возможности майнинга (деятельность по созданию новых структур (блоков) для обеспечения функционирования криптовалютных платформ [7]) и стейкинга (процесс хранения средств, который и обеспечивает общую работоспособность сети [8]).

Для анализа использованы значения цены криптовалюты ETH в долларах за период с 14.03.2020 по 30.06.2020 [9]. Прогноз соответственно будет произведен для периода с 01.07.2020 по 02.07.2020. Работа проведена с логарифмированными данными (для усреднения разброса дисперсии).

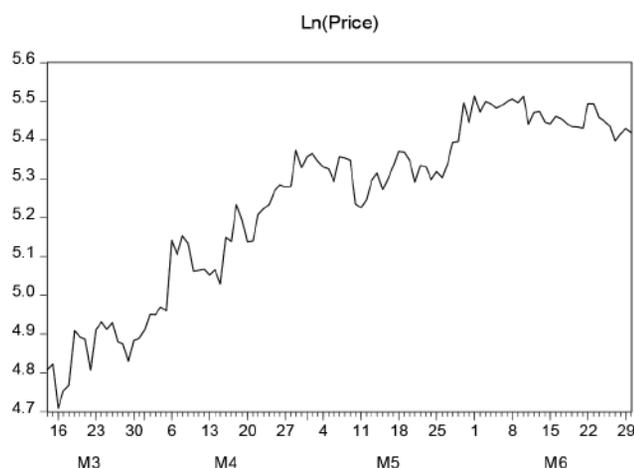


Рис. 1. График логарифмированного временного ряда ETH

**Методология.** Для работы с данными криптовалюты использован известный подход, разработанный Дж. Боксом и Г. Дженкинсом, а именно, модель авторегрессии — интегрированного скользящего среднего ARIMA (p, d, q) [10]. Для построения такой модели в самом начале проводятся тесты на стационарность ряда (для определения класса модели). По его результатам принимают решение о взятии разности определенного порядка. После получения стационарного ряда путем таких преобразований строится ARIMA-модель.

### Результаты

На первом этапе исследования проводилась проверка стационарности ряда. Для начала построены автокорреляционная (АКФ) и частная автокорреляционная (ЧАКФ) функции и определено по их виду поведение коэффициентов, а также их значимость. В данном случае (рис. 2) коэффициенты автокорреляционной функции убывают от значения коэффициента, близкого к единице, по угасающей экспоненте, в то же время первый лаг ЧАКФ выделяется на фоне остальных, близких к 0. Таким образом, ряд не стационарный. Построив АКФ и ЧАКФ второй разности ряда, предварительно можно сделать вывод о стационарности ряда, но это заключение стоит проверить с помощью расширенного теста Дики — Фуллера (рис. 3) [11].

| Autocorrelation | Partial Correlation | AC     | PAC    | Q-Stat | Prob |
|-----------------|---------------------|--------|--------|--------|------|
| 1               | 0.959               | 0.959  | 102.99 | 0.000  |      |
| 2               | 0.928               | 0.103  | 200.30 | 0.000  |      |
| 3               | 0.882               | -0.179 | 289.16 | 0.000  |      |
| 4               | 0.851               | 0.121  | 372.66 | 0.000  |      |
| 5               | 0.819               | 0.022  | 450.63 | 0.000  |      |
| 6               | 0.794               | 0.036  | 524.68 | 0.000  |      |
| 7               | 0.765               | -0.033 | 594.14 | 0.000  |      |
| 8               | 0.734               | -0.072 | 658.73 | 0.000  |      |
| 9               | 0.704               | 0.012  | 718.62 | 0.000  |      |
| 10              | 0.684               | 0.137  | 775.79 | 0.000  |      |
| 11              | 0.662               | -0.028 | 829.95 | 0.000  |      |
| 12              | 0.638               | -0.100 | 880.75 | 0.000  |      |
| 13              | 0.615               | 0.032  | 928.42 | 0.000  |      |
| 14              | 0.584               | -0.089 | 971.87 | 0.000  |      |
| 15              | 0.550               | -0.081 | 1010.8 | 0.000  |      |
| 16              | 0.515               | -0.022 | 1045.3 | 0.000  |      |
| 17              | 0.478               | -0.073 | 1075.4 | 0.000  |      |
| 18              | 0.444               | 0.005  | 1101.6 | 0.000  |      |
| 19              | 0.412               | 0.022  | 1124.4 | 0.000  |      |
| 20              | 0.381               | -0.031 | 1144.2 | 0.000  |      |
| 21              | 0.349               | -0.055 | 1160.9 | 0.000  |      |
| 22              | 0.315               | -0.028 | 1174.7 | 0.000  |      |
| 23              | 0.287               | 0.048  | 1186.2 | 0.000  |      |
| 24              | 0.268               | 0.109  | 1196.5 | 0.000  |      |
| 25              | 0.250               | -0.016 | 1205.5 | 0.000  |      |
| 26              | 0.232               | -0.047 | 1213.3 | 0.000  |      |
| 27              | 0.210               | -0.020 | 1219.8 | 0.000  |      |
| 28              | 0.187               | -0.001 | 1225.0 | 0.000  |      |
| 29              | 0.164               | 0.025  | 1229.1 | 0.000  |      |
| 30              | 0.142               | -0.050 | 1232.2 | 0.000  |      |
| 31              | 0.112               | -0.163 | 1234.1 | 0.000  |      |
| 32              | 0.080               | -0.035 | 1235.1 | 0.000  |      |
| 33              | 0.051               | 0.079  | 1235.5 | 0.000  |      |
| 34              | 0.035               | 0.151  | 1235.7 | 0.000  |      |
| 35              | 0.022               | -0.004 | 1235.8 | 0.000  |      |
| 36              | 0.015               | -0.012 | 1235.9 | 0.000  |      |

Рис. 2. АКФ и ЧАКФ временного ряда

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -5.837855   | 0.0000 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -4.058619   |        |
| 5% level                               | -3.458326   |        |
| 10% level                              | -3.155161   |        |

Рис. 3. Расширенный тест Дики — Фуллера для второй разности ряда

Подтвердив стационарность ряда вторых разностей, мы произвели подбор коэффициентов модели. Так как ряд стационарный на взятии второй разности, для построения модели использована модель ARIMA (p, d, q), где d=2 [12].

Для подбора остальных параметров проанализированы АКФ и ЧАКФ второй разности ряда. После перебора моделей и сравнения их по коэффициентам детерминации, информационным критериям Акайке и Швардца [13], выделена модель, использованная для построения прогноза.

Общее уравнение модели выглядит следующим образом:

$$\hat{y}_t^* = -0,0002494 + \hat{a}_t + 1,7853y_{t-1}^* - y_{t-2}^* - 0,2492y_{t-3}^* - 0,0956y_{t-4}^* - 0,2219y_{t-2}^* - 1,1221\hat{a}_{t-1} + 0,1262\hat{a}_{t-9}$$

В модель включены лаговые переменные с лагом 1, 2, 3, 4 и 22 (авторегрессионная часть), а также случайные отклонения с лагом 1 и 9 (часть скользящего среднего). Следовательно, существует 22 AR-корня и 9 MA-корней характеристического многочлена.

Проанализировав характеристики модели, представленные на рис. 4, получаем ее описание с точки зрения статистики: коэффициент детерминации  $R^2 = 0,7081$  — дисперсия выбранной модели — описывает 70,81 % генеральной совокупности по выборке [14]

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.  |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| C                  | -0.000140   | 2.73E-05              | -5.131515   | 0.0000 |
| AR(1)              | -0.214712   | 0.129923              | -1.652608   | 0.1016 |
| AR(3)              | -0.249185   | 0.105963              | -2.351621   | 0.0207 |
| AR(4)              | -0.095569   | 0.125045              | -0.764271   | 0.4465 |
| AR(22)             | -0.221865   | 0.101193              | -2.192489   | 0.0307 |
| MA(1)              | -1.122136   | 0.071303              | -15.73767   | 0.0000 |
| MA(9)              | 0.126183    | 0.065010              | 1.940983    | 0.0551 |
| SIGMASQ            | 0.001506    | 0.000386              | 3.900547    | 0.0002 |
| R-squared          | 0.708139    | Mean dependent var    | -0.000218   |        |
| Adjusted R-squared | 0.687502    | S.D. dependent var    | 0.072176    |        |
| S.E. of regression | 0.040348    | Akaike info criterion | -3.386503   |        |
| Sum squared resid  | 0.161164    | Schwarz criterion     | -3.186665   |        |
| Log likelihood     | 189.1779    | Hannan-Quinn criter.  | -3.305492   |        |
| F-statistic        | 34.31461    | Durbin-Watson stat    | 1.932776    |        |
| Prob(F-statistic)  | 0.000000    |                       |             |        |

Рис. 4. Характеристики и статистические данные модели

Чтобы модель можно было использовать для прогноза, должны выполняться три условия:

1. Остатки — это белый шум.
- 2) Процесс должен быть ковариационно-стационарным.
3. Процесс должен быть обратимым.

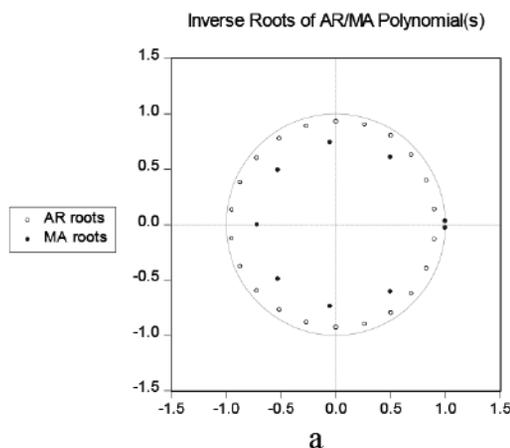


Рис. 6. Тест единичного корня: а) графическая интерпретация; б) представление координат

Для проверки первого условия на рис. 5 построены АКФ и ЧАКФ остатков модели.

| Autocorrelation | Partial Correlation | AC     | PAC    | Q-Stat | Prob  |
|-----------------|---------------------|--------|--------|--------|-------|
| 1               |                     | 0.012  | 0.012  | 0.0152 |       |
| 2               |                     | 0.052  | 0.052  | 0.3205 |       |
| 3               |                     | 0.017  | 0.015  | 0.3512 |       |
| 4               |                     | 0.006  | 0.003  | 0.3550 |       |
| 5               |                     | 0.023  | 0.021  | 0.4146 |       |
| 6               |                     | 0.071  | 0.070  | 0.9966 |       |
| 7               |                     | 0.017  | 0.013  | 1.0293 | 0.310 |
| 8               |                     | -0.083 | -0.092 | 1.8455 | 0.397 |
| 9               |                     | -0.058 | -0.061 | 2.2450 | 0.523 |
| 10              |                     | 0.045  | 0.055  | 2.4857 | 0.647 |
| 11              |                     | -0.103 | -0.099 | 3.7702 | 0.583 |
| 12              |                     | -0.072 | -0.082 | 4.3998 | 0.623 |
| 13              |                     | 0.082  | 0.099  | 5.2306 | 0.632 |
| 14              |                     | -0.014 | 0.012  | 5.2568 | 0.730 |
| 15              |                     | -0.085 | -0.092 | 6.1797 | 0.722 |
| 16              |                     | 0.073  | 0.070  | 6.8655 | 0.738 |
| 17              |                     | -0.100 | -0.085 | 8.1575 | 0.699 |
| 18              |                     | -0.062 | -0.059 | 8.6562 | 0.732 |
| 19              |                     | -0.016 | -0.026 | 8.6903 | 0.796 |
| 20              |                     | 0.007  | -0.008 | 8.6969 | 0.850 |
| 21              |                     | -0.024 | 0.003  | 8.7772 | 0.889 |
| 22              |                     | 0.015  | 0.022  | 8.8075 | 0.921 |
| 23              |                     | 0.020  | -0.004 | 8.8606 | 0.945 |
| 24              |                     | -0.095 | -0.074 | 10.120 | 0.928 |
| 25              |                     | -0.118 | -0.106 | 12.085 | 0.882 |
| 26              |                     | 0.001  | -0.041 | 12.085 | 0.913 |
| 27              |                     | -0.125 | -0.120 | 14.368 | 0.853 |
| 28              |                     | -0.095 | -0.096 | 15.708 | 0.830 |
| 29              |                     | -0.018 | -0.042 | 15.758 | 0.865 |
| 30              |                     | 0.124  | 0.168  | 18.090 | 0.799 |
| 31              |                     | 0.008  | 0.058  | 18.100 | 0.838 |
| 32              |                     | -0.062 | -0.117 | 18.705 | 0.849 |
| 33              |                     | -0.081 | -0.101 | 19.738 | 0.842 |
| 34              |                     | -0.036 | -0.021 | 19.940 | 0.867 |
| 35              |                     | -0.003 | -0.055 | 19.942 | 0.895 |
| 36              |                     | 0.108  | 0.012  | 21.860 | 0.859 |

Рис. 5. Остатки модели

На рис. 5 видно, что все значения р статистики превышают значения 0,05, поэтому принята гипотеза о том, что остатки являются белым шумом.

Произведена проверка второго и третьего условий с помощью теста единичного корня (рис. 6).

| AR Root(s)            | Modulus  | Cycle    |
|-----------------------|----------|----------|
| -0.945583 ± 0.129916i | 0.954466 | 2.090872 |
| -0.867769 ± 0.379802i | 0.947245 | 2.302348 |
| 0.504682 ± 0.799308i  | 0.945303 | 6.235737 |
| 0.268558 ± 0.899645i  | 0.938874 | 4.906047 |
| -0.719151 ± 0.600368i | 0.936814 | 2.568789 |
| 0.694046 ± 0.626987i  | 0.935315 | 8.552284 |
| 0.003052 ± 0.928704i  | 0.928709 | 4.008387 |
| -0.512613 ± 0.773867i | 0.928247 | 2.914492 |
| -0.265164 ± 0.886133i | 0.924956 | 3.375238 |
| 0.830263 ± 0.397916i  | 0.920692 | 14.05877 |
| 0.902322 ± 0.136199i  | 0.912543 | 41.94046 |

No root lies outside the unit circle.  
ARMA model is stationary.

| MA Root(s)            | Modulus  | Cycle    |
|-----------------------|----------|----------|
| 0.999552 ± 0.029924i  | 1.000000 | 209.9432 |
| 0.499415 ± 0.606496i  | 0.785654 | 7.124414 |
| -0.052006 ± 0.739223i | 0.741050 | 3.828800 |
| -0.528156 ± 0.491271i | 0.721316 | 2.626353 |
| -0.715474             | 0.715474 |          |

No root lies outside the unit circle.  
ARMA model is invertible.

Точки AR лежат внутри единичного круга. Это подтверждает, что процесс является ковариационно-стационарным. Модель подходит для прогноза, так как все условия выполнены.

Сгенерированы числовые значения логарифма цены ETH на период 01.07.2020—02.07.2020. Всего получено 2 значения [15]

Совместив исходные данные и полученный прогноз, получили график, представленный на рис. 7, из которого видно (рис. 7а), что полученный прогноз формирует некоторые пики цены криптовалюты. Для удобства сравнения данные прогноза были преобразованы обратно из логарифмов в значения в долларах с помощью экспоненцирования.

Рис. 7б демонстрирует небольшое отклонение прогнозных значений цены от реальных на дату 01.07.2020. Используются квадраты отклонений, чтобы подтвердилась несущественная ошибка прогноза (таблица).

Сумма квадратов отклонений:

$$S^2 = \sum_{i=1}^n \left( y_i - \hat{y}_i^* \right)^2 = 1,2719.$$

Исходные данные представляли собой сотни, в то время как значение  $S^2$  это десятки, из чего следует логичный вывод: модель имеет небольшую погрешность. Но похожий вывод напрашивался после анализа рис. 7. Почти идеальное значение модель приняла на 02.07.2020, где цена прогноза отличается от реального значения всего на 1,2 доллара. Относительная погрешность в оба дня прогнозирования не превышает 5 %, что также является хорошим показателем полученного прогноза.

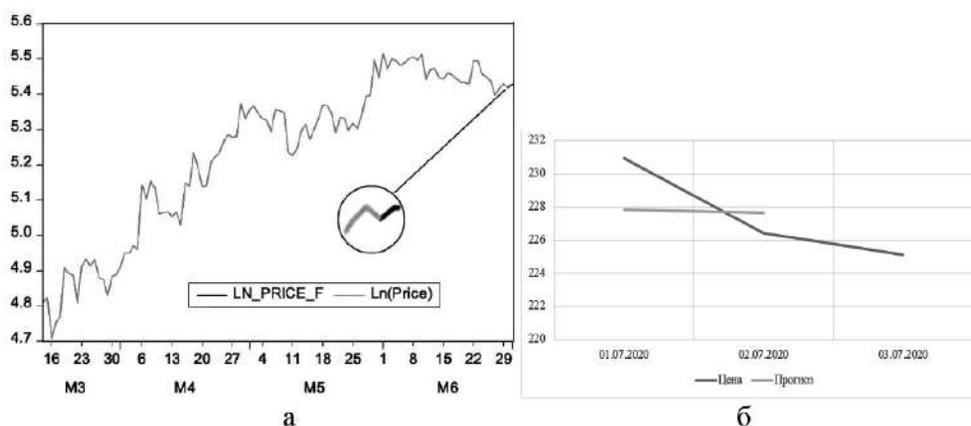


Рис. 7. Сводный график исходного ряда и спрогнозированных значений:

а) общий ряд за 14.03.2020—30.06.2020 и прогнозные значения; б) реальные и спрогнозированные данные за 01—02.07.2020

### Цена и прогноз на 01—02.07.2020

| Дата       | Реальная цена, $y_i$ | $y_i^*$    | $\hat{Ln}(y_i^*)$ | $\hat{y}_i^*$ | $S^2$    | $\Delta$ |
|------------|----------------------|------------|-------------------|---------------|----------|----------|
| 01.07.2020 | 230,95               | 5,44220124 | 5,428593          | 227,8285      | 9,7438   | 0,0428   |
| 02.07.2020 | 226,42               | 5,42239168 | 5,427836          | 227,6562      | 1,528104 | 0,0067   |

### Заключение

Исследование и прогнозирование криптовалютного рынка показало, что, даже при большой волатильности и иногда непредсказуемых скачках цены, с помощью правильного подбора параметров модели можно добиться точных значений, а также и предсказать некоторые пики и

спады. Популярность Ethereum растет с каждым днем. Эта система представляет большой спектр возможностей для пользователя, но и несет риски. Такие методы и их модификации помогают людям и компаниям не только не потерять финансы, но и приумножить их. Таким образом, можно сделать вывод, что цель исследования была достигнута.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Fortney L. Blockchain facts: what is it, how it works, and how it can be used. Blockchain Explained // Investopedia. URL: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>.
2. Законопроект о регулировании криптовалюты может быть внесен в ГД до конца весенней сессии // Государственная дума федерального собрания РФ. Официальный сайт. URL: <http://duma.gov.ru/news/54448/>.
3. Сафиуллин М. Р., Абдукаева А. А., Ельшин Л. А. Методические подходы к прогнозированию динамики курса криптовалют с применением инструментов стохастического анализа (на примере биткойна) // Финансы: теория и практика. 2018. № 22(4). С. 38—51.
4. Экономический базис развития Республики Беларусь: проблемы, перспективы : материалы I науч.-практ. конф., Минск, 15 апр. 2019 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. Г. Господарик (гл. ред.), Е. Э. Головчанская, Ю. Г. Абакумова. Минск : БГУ, 2019. С. 61—64.
5. Рисс В. И. К вопросу о коллективных валютах или частных деньгах // Экономика, управление, и право: инновационное решение проблем : сборник статей победителей VIII Междунар. науч.-практич. конференции : в 3 частях. Ч. 2. 2017. С. 21—23.
6. What is Ethereum? // Ethereum. Official site. URL: <https://ethereum.org/en/>.

7. Козловский С. Никто не знает, но стоит дорого // Wayback Machine. Lenta.ru. URL: <https://lenta.ru/articles/2013/04/03/bitcoins/>.
8. Стейкинг. Информация с сайта электронного кошелька // EXBASE.IO. URL: <https://exbase.io/ru/wiki/stejking>.
9. ETH / USD — Эфириум / Доллар США. Данные за 14.03.2020—30.06.2020 // Ведущий финансовый портал. URL: <https://ru.investing.com/crypto/ethereum/eth-usd>.
10. Курс лекций по дисциплине «Эконометрика» // StudFiles. URL: <https://studfile.net/preview/2915417/page:21/>.
11. Вербик М. Путеводитель по современной эконометрике. М. : Научная книга, 2008. 616 с.
12. Введение в анализ временных рядов : учеб. пособие для вузов / Н. В. Артамонов, Е. А. Ивин, А. Н. Курбацкий, Д. Фантаццини ; МГУ им. М. В. Ломоносова, МШЭ. Вологда : ВолНИЦ РАН, 2021. 134 с.
13. Канторович Г. Г. Анализ временных рядов. Лекционные и методические материалы // Экономический журнал ВШЭ. 2002. Т. 6. № 2. С. 251—273.
14. Кремер Н. Ш., Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2004. 573 с.
15. Молчанов И. Н., Герасимова И. А. Компьютерный практикум по начальному курсу эконометрики (реализация на EViews) : Практикум / Ростовский государственный экономический университет. Ростов н/Д., 2001. 58 с.

## REFERENCES

1. Fortney L. Blockchain facts: what is it, how it works, and how it can be used. Blockchain Explained. *Investopedia*. URL: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>.
2. The bill on the regulation of cryptocurrency may be submitted to the State Duma before the end of the spring session. *State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation. Official site*. (In Russ.) URL: <http://duma.gov.ru/news/54448/>.
3. Safiullin M. R., Abdukaeva A. A., Elshin L. A. Methodological approaches to forecasting of cryptocurrency rate dynamics using stochastic analysis tools (on the example of bitcoin). *Finance: Theory and Practice*, 2018, no. 22(4), pp. 38—51. (In Russ.)
4. Gospodarik E. G., Golovchanskaya E. E., Abakumova Yu. G. The economic basis for the development of the Republic of Belarus: problems, prospects. In: *Materials of I scientific and practical conference, Minsk, 15 Apr. 2019*. Minsk, BGU, 2019, pp. 61—64. (In Russ.)
5. Riss V. I. On the issue of collective currencies or private money. In: *Economics, management, and law: innovative problem solving: collection of articles by the winners of the VIII International Scientific and Practical Conference: in 3 parts. Part 2*. 2017. Pp. 21—23. (In Russ.)
6. *What is Ethereum? Ethereum. Official site* URL: <https://ethereum.org/en/>.
7. Kozlovskiy S. *No one knows, but it costs a lot*. Wayback Machine, Lenta.ru (In Russ.) URL: <https://lenta.ru/articles/2013/04/03/bitcoins/>.
8. *Steaking. Information from e-wallet site*. EXBASE.IO (In Russ.) URL: <https://exbase.io/ru/wiki/stejking>.
9. *ETH / USD — Ethereum / USD. Data for 14.03.2020—30.06.2020*. Leading financial portal. URL: <https://ru.investing.com/crypto/ethereum/eth-usd>.
10. *Course of lectures on discipline «Econometrics»*. StudFiles. (In Russ.) URL: <https://studfile.net/preview/2915417/page:21/>.
11. Verbik M. *A Guide to Modern Econometrics*. Moscow, Nauchnaya kniga, 2008. 616 p. (In Russ.)
12. Artamonov N. V., Ivin E. A., Kurbatsky A. N. et al. *Introduction to Time Series Analysis: textbook for universities*. Vologda, VolNTs RAN, 2021. 134 p. (In Russ.)
13. Kantorovich G. G. Analysis of time series. Lecture and methodological materials. *Economic Journal of Higher School of Economics*, 2002, vol. 6, no. 2, pp. 251—273. (In Russ.)
14. Kremer N. Sh. *Probability Theory and Mathematical Statistics: textbook for universities*. Moscow, UNITI-DANA, 2004. 573 p. (In Russ.)
15. Molchanov I. N., Gerasimova I. A. *Computer Practice for the Initial Course of Econometrics (Implementation in EViews): practicum*. Rostov State Economic University, Rostov-on-Don, 2001. 58 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 04.10.2022; одобрена после рецензирования 17.10.2022; принята к публикации 25.10.2022.  
The article was submitted 04.10.2022; approved after reviewing 17.10.2022; accepted for publication 25.10.2022.

## Научная статья

УДК 330.341.2

DOI: 10.25683/VOLBI.2022.61.497

**Tatiana Alexeevna Kondratskaya**

Candidate of Economics,  
Associate Professor of the Department of Management and Service,  
Baikal State University  
Irkutsk, Russian Federation  
forsherbak@gmail.com

**Татьяна Алексеевна Кондрацкая**

канд. экон. наук,  
доцент кафедры менеджмента и сервиса,  
Байкальский государственный университет  
Иркутск, Российская Федерация  
forsherbak@gmail.com

## ИНФОРМАЦИЯ КАК ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РЕСУРС: УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ

### 5.2.1 — Экономическая теория (экономические науки)

**Аннотация.** Принятие экономически обоснованных решений представляет собой сложный процесс. Он присущ не только коммерческим компаниям, государственным уч-

реждениям, общественным организациям, домохозяйствам в целом, но и отдельным индивидам. Качество решений определяется наличием и полнотой информации об объемах