

Секция «Эконометрическое моделирование»,
научный руководитель – Яценко Н.А.

УДК 336.748:51-77

ВЗАИМОСВЯЗЬ КУРСА БИТКОИНА С РЫНОЧНОЙ ЦЕНОЙ АКЦИИ NVIDIA CORPORATION

Александрова А.А.

Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, e-mail: analexandrova97@yandex.ru

На фоне роста интереса к криптовалютам, в частности – к биткоинам, возникает практическая значимость и полезность исследований в рассматриваемой области: становится важно знать, какие факторы влияют на изменение курса биткоина, и к каким последствиям приводит колебание самого курса. В статье рассмотрена эконометрическая модель взаимосвязи курса биткоина и акции компании Nvidia Corp., занимающейся производством видеокарт. Исследуется объясняющая способность курса биткоина через расчет коэффициента детерминации, а также качество построенной спецификации при помощи F-теста. Модель проверяется на возможные ошибки в процессе построения и выполнение предпосылок теоремы Гаусса-Маркова. В ходе работы при выявлении автокорреляции модель корректируется при помощи процедуры Хилдрета-Лу, после проверяется на адекватность генерируемых результатов. По итогам работы делается вывод о возможности практического применения модели в прогнозировании рассматриваемых показателей.

Ключевые слова: эконометрика, эконометрическая модель, биткоин, акции

CORRELATION OF THE BITCOIN RATE WITH THE MARKET PRICE OF THE STOCK OF NVIDIA CORPORATION

Aleksandrova A.A.

Financial university under the Government of the Russian Federation, Moscow,
e-mail: analexandrova97@yandex.ru

Because of growing interest in cryptocurrencies, largely bitcoins, a necessity of researches arises. Now it is crucial to know what factors impact on the bitcoin rate and what the fluctuation of the rate leads to. The article considers an econometric model that interprets the correlation of the bitcoin rate with the market price of the stock of Nvidia Corp., a video card maker. The author explores the explanatory power of the bitcoin rate through the coefficient of determination and, in addition, quality of the model specification by means of F-test. The model is checked for mistakes during composing process and fulfillment of the premises of the Gauss-Markov theorem. Because of autocorrelation detection the model is corrected by using Hildreth-Lu procedure, then the adequacy test is made. Finally, the author draws a conclusion concerning the model's forecasting ability.

Keywords: econometrics, econometric model, bitcoin, stocks

Моделирование как основной метод эконометрики представляет собой построение гипотез касательно взаимосвязи некоторых переменных. После проведения определенных процедур над моделью становится возможным принять или отвергнуть поставленную гипотезу – обоснованно подтвердить или опровергнуть наличие взаимосвязи между переменными.

В рамках данной работы будут рассмотрены следующие факторы: экзогенной переменной будет взято x_t – значение курса биткоина в момент времени t , эндогенной переменной же y_t – рыночная цена одной акции Nvidia Corporation на время закрытия торгов в момент t .

Стоит отметить, что Nvidia Corp. – американская компания – разработчик процессоров, графических карт, ускорителей. Одним из направлений деятельности ком-

пании является разработка и производство игровых видеокарт, доля рынка – более 70%. Именно игровые видеокарты делают возможным осуществление майнинга – процесса создания новых биткоинов путем решения сложных математических задач при помощи особо мощных компьютеров.

В течение 2017 г. и на данный момент курс биткоина находится в позиции стремительного роста – за год произошло увеличение в 12 раз, с 968,51 долл. за один биткоин на 01.01.2017 до 15662,05 долл. на 09.12.2017 [4]. Та же тенденция характерна и для цены одной акции Nvidia Corp. – она выросла в 6 раз в сравнении с ценой на 01.01.2016 и в 2 раза – с 01.01.2017 [5]; рыночная капитализация компании увеличилась в разы. Стремительный рост подтверждают и финансовые результаты: выручка за II кв. 2017 г. составила 251 млн. долл., что

на 61% больше выручки I кв [6]. Это обосновывается подорожанием криптовалюты: растет курс – растет количество майнеров – людей, желающих заниматься получением биткоинов, а значит растет спрос на необходимое оборудование – игровые видеокарты. Поэтому считается возможным полагать взаимосвязь рассматриваемых переменных.

Предлагается проводить анализ статистических данных на основе линейной спецификации модели парной регрессии

$$y_t = a_0 + a_1x_t + u_t \quad [1, \text{С. } 60].$$

График, построенный по 50 наборам данных [4, 5], вполне подтверждает возможность выбора линейной спецификации модели [2, С. 13].

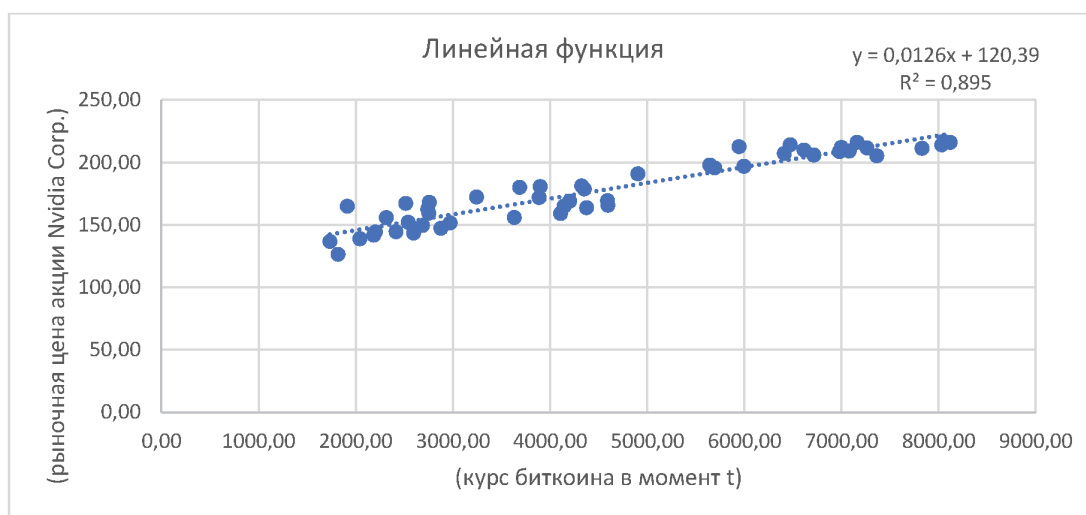


Рис. 1. График, построенный на основе значений исследуемой выборки

Таким образом, конечный вид спецификации модели представляется как:

$$\begin{cases} y_t = a_0 + a_1x_t + u_t; \\ E(u_t|x_t) = 0; E(u_t^2|x_t) = \sigma_u^2 \\ t = 1, 2, 3 \dots 50, \quad 0 < a_1 < 1 \end{cases}$$

Оцененный вид модели, при применении ЛИНЕЙН, будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{cases} y_t = 120,39 + 0,0126x_t + u_t; \\ S_{a_0} = 3,14 \quad S_{a_1} = 0,00062 \quad \sigma_u = 8,868 \\ E(u_t|x_t) = 0; E(u_t^2|x_t) = \sigma_u^2; t = 1, 2, 3 \dots 50. \end{cases}$$

Согласно ЛИНЕЙН, коэффициент детерминации модели $R^2 = 0,895$, значит, в рамках данной выборки цена одной акции Nvidia Corp. в момент t примерно на 89,5% объясняется значением курса биткоина в момент t.

Для анализа качества спецификации выбранной линейной модели парной регрессии рассчитаем F и $F_{кр}$ [1, С. 302].

$$F = \frac{R^2 / k}{(1 - R^2) / (n - (k + 1))} = \frac{0,895 / 1}{(1 - 0,895) / (50 - (1 + 1))} = 409,143$$

$$F_{кр.} = F_{ОБРПХ}(0,05;1;48) = 4,043$$

$F > F_{кр.}$ значит, гипотеза $H_0 : a_1 = 0$ отвергается, то есть имеет место хорошее качество спецификации модели: есть вероятность, что регрессор x_t – курс биткойна – действительно обладает способностью объяснять цену акции Nvidia Corp.

Рассматриваемая модель прошла проверки на возможные ошибки при построении. Дробь Стьюдента [1, С. 347] подтвердила, что элементы модели – значимые; неравенство

$$\left| \frac{a_j}{S_{a_j}} \right| \leq t_{кр.}$$

не соблюдается:

$$\left| \frac{a_1}{S_{a_1}} \right| = \left| \frac{0,0126}{0,00062} \right| = 20,229,$$

$$t_{кр.} = \text{СТЮДЕНТ.ОБР.}2X(0,05;48) = 2,0106.$$

Посредством теста Голдфелда-Квандта [1, С. 186; 2, С. 34] нашла подтверждение и предпосылка теоремы Гаусса-Маркова о гомоскедастичности случайного остатка в модели, предполагающая равенство дисперсий случайных остатков в уравнениях наблюдений:

$$H_0 : \text{Var}(u_1) = \text{Var}(u_2) = \dots = \text{Var}(u_n) = \sigma^2.$$

Система неравенств

$$\begin{cases} GQ \leq F_{кр.} \\ GQ^{-1} \leq F_{кр.} \end{cases}$$

выполняется, т.к.

$$GQ = \frac{ESS_1}{ESS_2} = \frac{2405,472}{1341,747} = 1,792791.$$

$$GQ^{-1} = 0,55779;$$

$$F_{кр.} = F_{РАСПОБР}(0,05;23;23) = 2,0144.$$

Однако при проверке предпосылки теоремы о некоррелированности случайных остатков посредством теста Дарбина-Уотсона [1, С. 186; 2, С. 38] было выявлено, что случайные остатки в уравнениях наблюдений подвержены положительной автокорреляции; принимается альтернативная гипотеза

$$H_1 : \text{cov}(u_i, u_j) > 0$$

при $j=i-1$.

Уже при первоначальном рассмотрении график, построенный по вычисленным значениям u_t , свидетельствовал о наличии ложной автокорреляции – u_t сохраняют знаки в течение длительного периода (рис. 2).

Таблица 1

Применение функции ЛИНЕЙН Excel при проведении теста Голдфелда-Квандта

0,012660011	120,0045			0,011861	125,6647	
0,002710136	8,053212			0,001255	8,104238	
0,486854188	10,22672			0,795131	7,637854	
21,82156822	23			89,26693	23	
2282,224576	2405,472	ESS1		5207,548	1341,747	ESS2

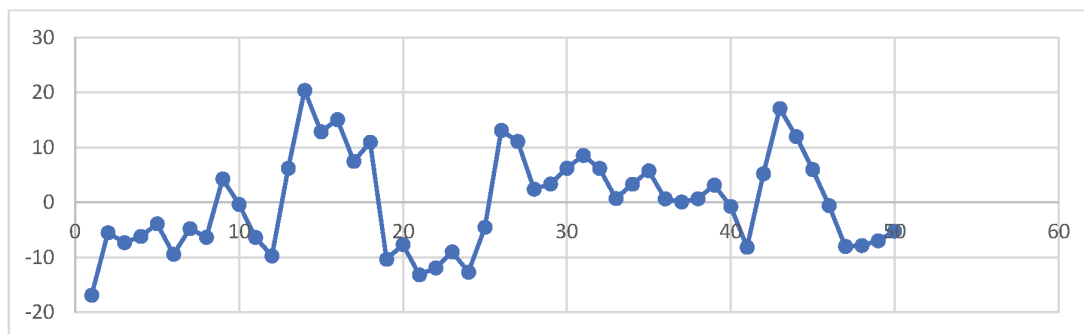


Рис. 2. График динамики рассчитанных u_t

Ложную автокорреляцию подтвердила и рассчитанная далее статистика $DW=0,683932$; $d_L=1,50, d_U=1,59$, значит, $DW \in M_1$.

Попробуем с помощью алгоритма Хилдрета-Лу [3, С. 126] избавиться от ложной автокорреляции и заново оценим модель. Воспользуемся спецификацией модели, представленной ниже:

$$\begin{cases} y_t - \rho y_{t-1} = a_0(1-\rho) + a_1(x_t - \rho x_{t-1}) + (u_t - \rho u_{t-1}); \\ E(\varepsilon_t) = 0; \\ E(\varepsilon_t^2) = \sigma_\varepsilon^2; 0 < a_1 < 1. \end{cases}$$

где ρ – параметр автокорреляции $\rho \in (-1; 1)$

Сделаем замену, получим стандартную спецификацию линейной модели регрессии:

$$Y_t^* = b_0^* + b_1^* X_t^* + \varepsilon_t,$$

где $b_0^* = a_0(1-\rho)$, $b_1^* = a_1, \varepsilon_t = u_t - \rho u_{t-1}$,

$$Y_t^* = y_t - \rho y_{t-1}, \quad X_t^* = x_t - \rho x_{t-1}.$$

Смысл процедуры Хилдрета-Лу состоит в подборе такого ρ , чтобы $\sum_{j=2}^n \varepsilon_j^2$ оказалась минимальной ($\sum_{j=2}^n \varepsilon_j^2 \rightarrow \min$). Примерное значение параметра автокорреляции $\rho = 0,658$ было найдено при помощи формулы $\rho = 1 - \frac{DW}{2}$. Дальнейшее решение заключается в рассмотрении значений близ $\rho = 0,658$ (табл. 2) до нахождения числа, наиболее удовлетворяющего условие.

Таблица 2

Рассмотренные значения ρ

1 шаг	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	
2 шаг	0,58	0,59	0,61	0,62	0,63	
3 шаг	0,614	0,617	0,619	0,621	0,622	0,623
4 шаг	0,6207	0,6209	0,6211	0,6213	0,6214	0,6215

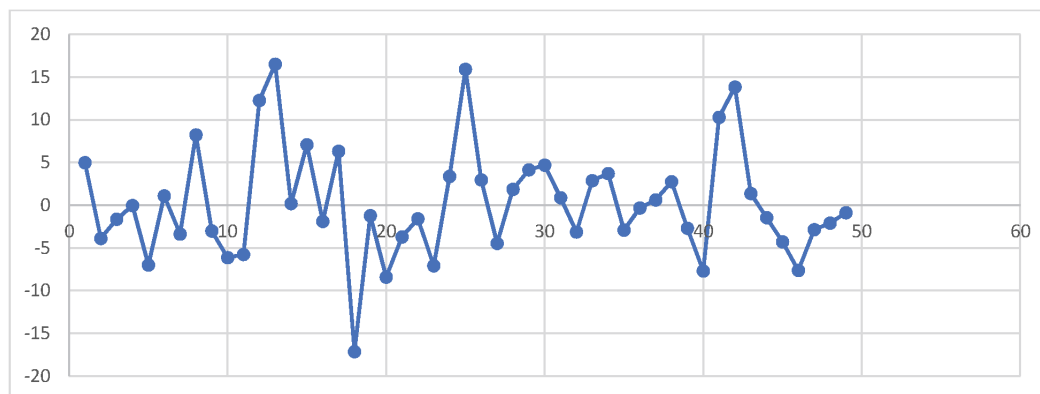


Рис. 3. График динамики рассчитанных ε_t

Минимальная найденная сумма

$$\sum_{j=2}^n \varepsilon_j^2 = 2044,293585$$

при $\rho = 0,6213$.

Графически также заметно, что нам удалось избавиться от длительного сохранения знака случайными остатками (рис. 3). Это подтверждает заново рассчитанная статистика DW.

$$DW = \frac{3465,38}{2044,29} = 1,695.$$

Теперь можно констатировать некоррелированность случайных остатков, $cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$ при $j = i - 1$, и выполнение второй предпосылки теоремы Гаусса-Маркова.

Найдем новые оценки модели. Согласно ЛИНЕЙН по Y^* , X^* , $\rho = 0,6213$:

$$\tilde{n}_0 = \frac{b_0^*}{(1-\rho)} = \frac{49,84649}{(1-0,6213)} = 131,625;$$

$$c_1 = b_1^* = 0,01049;$$

$$\sigma_\varepsilon^2 = 6,336.$$

Последним шагом в рассмотрении построенной модели будет ее проверка на адекватность [1, С. 317]. После исправления автокорреляции модель имеет вид:

$$\begin{cases} y_t = 131,625 + 0,01049x_t + \varepsilon_t; \\ S_{c_0} = 5,87 \quad S_{c_1} = 0,0011 \quad \sigma_\varepsilon = 6,336 \\ E(\varepsilon_t | x_t) = 0; E(\varepsilon_t^2 | x_t) = \sigma_\varepsilon^2; t = 1, 2, 3 \dots 50. \end{cases}$$

За контрольную выборку примем новые отдельно взятые значения y_t и x_t

Контрольная выборка

		yt	xt
01	на 10.07.2017	153,7	2356,15
02	на 10.08.2017	164,74	3355,81

Найдем оцененные значения y_{01} и y_{02} :

$$y_{01} = 131,625 + 0,01049 \cdot 2356,15 = 156,33;$$

$$y_{02} = 131,625 + 0,01049 \cdot 3355,81 = 166,81$$

После ряда вычислений были получены следующие границы доверительных интервалов:

$$\begin{aligned} y_{01}^- &= y_{01} - t_{\text{ед.}} S_{y_{01}} = \\ &= 166,8128 - 2,016,423 = 143,307; \end{aligned}$$

$$y_{01}^+ = 169,355.$$

$$y_{02}^- = 156,3308 - 2,01 \cdot 6,477 = 153,8977;$$

$$y_{02}^+ = 156,3308 + 2,01 \cdot 6,477 = 179,7278$$

Контрольные значения y_i принадлежат доверительным интервалам:

$$y_{01} = 153,7 \in [143,307; 169,355],$$

$$y_{02} = 164,74 \in [153,8977; 179,7278].$$

Таким образом, можно сделать вывод, что построенная линейная спецификация модели парной регрессии в процессе прогнозирования способна генерировать адекватные значения.

Вследствие постоянных изменений в экономической сфере появляется острая необходимость прогнозирования экономических показателей. Этот факт особенно актуален в отношении рынка ценных бумаг, где возможность вычисления будущих тенденций может привести к успешной реализации стратегии и получению дохода. В результате проведенного исследования была построена эконометрическая модель, констатирующая зависимость рыночной цены одной акции Nvidia Corporation от значения курса самой известной криптовалюты – биткойна. Модель прошла проверки на возможные ошибки в построении, была скорректирована вследствие идентификации автокорреляции. Поэтому можно утверждать, что практическое применение модели, а именно – использование в прогнозировании рассматриваемых показателей, вполне реально.

Список литературы

1. Эконометрика: учеб. пособие / В.А. Бывшев. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 480 с.
2. Эконометрика: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки укрупненной группы специальностей «Экономика и управление» / [авт.-сост. М.Г. Тиндова, О.С. Кузнецова]. – Саратов: ССЭИ РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2015 – 108 с.
3. Эконометрика: учебное пособие / П.Б. Болдыревский, С.В. Зимица. – М.: КноРус, 2017. – 177 с.
4. Bitcoin.com. Bitcoin Price. – URL: <https://charts.bitcoin.com/chart/price> (Дата обр.: 08.12.2017)
5. YAHOO! Finance. NVIDIA Corporation. Chart.
6. URL: <https://finance.yahoo.com/quote/NVDA/profile?p=NVDA> (Дата обращения: 08.12.2017).
7. Cryptochan.org. – URL: <https://cryptochan.org/> (Дата обращения: 08.12.2017).