

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЛАТИЛЬНОСТИ КРИПТОВАЛЮТ

Крысальная О.А., Васенкова Е.И.

*Белорусский государственный университет,
ул. К.Маркса, 31, 220030, г.Минск, Беларусь*

Рассмотрены состояние и тенденции рынка криптовалют. Отражены главные проблемы данного рынка. Для практического отображения работы были построены качественные модели авторегрессионной условной гетероскедастичности для анализируемых криптовалют и получен достоверный краткосрочный прогноз уровня цен анализируемых криптовалют. Для построения модели использованы дневные котировки Bitcoin, Ethereum, XRP, Bitcoin Cash.

Ключевые слова: криптовалюты; прогнозирование волатильности; ARMA-GARCH модели.

Мир денег и финансов развивается на наших глазах. Цифровые активы и инновационные финансовые инструменты открывают новые возможности для финансовых транзакций, альтернативные каналы движения капитала.

Первые криптовалюты были созданы для использования в качестве платежных систем, тем не менее сегодня криптовалюты обычно ассоциируются с 4 основными видами транзакций: спекуляциями, нелегальными операциями, азартными играми и международными переводами.

Главная проблема криптовалюты как платежной системы – это скорость обработки транзакций. Visa обрабатывает 65 тыс. операций в секунду. Bitcoin обрабатывает меньше 3 транзакций в секунду, Ethereum осуществляет пять транзакций в секунду. В то же самое время Uber совершает в среднем 12 заказов в секунду, PayPal – несколько сотен. Технические усовершенствования системы продолжают, но на данный момент эффективность биткоина составляет чуть более 0,01% от показателя Visa.

Другой характерной чертой рынка криптовалют, препятствующей использованию последних в качестве средства платежей, является чрезвычайно высокая волатильность по отношению к традиционным деньгам. Относительно низкие объемы еженедельной торговли свидетельствуют о небольшой емкости рынка, поэтому лицо, покупающее или продающее значительную сумму биткоинов, не может это сделать быстро, не повлияв на рыночную цену.

Курс биткоина вырос с 5 тыс. долл. в октябре 2017 г. до 19 тыс. долл. в середине декабря 2017 г., но затем стал падать. При этом следует отметить, что нет ни фундаментальных, ни технических индикаторов, которые объяснили бы это явление иначе, кроме как мощного спекулятивного пузыря. Высокую волатильность демонстрировали также и другие криптовалюты. Даже по сравнению с высоко рискованными ценными бумагами

волатильность криптовалют велика, что делает их использование для оценки активов проблематичным.

Ускоренные темпы развития рынка криптовалюты и его интеграция в систему операционных, финансовых и других процессов определяют необходимость количественного измерения волатильности криптовалют. Для традиционных валют широко используют модели обобщенной авторегрессионной условной гетероскедастичности (GARCH). Тем не менее, существует мало работ, посвященных возможности применения моделей класса GARCH для оценки и прогнозирования волатильности криптовалют.

Модели класса GARCH применяются для анализа временных рядов, у которых условная (по прошлым значениям ряда) дисперсия ряда зависит от прошлых значений дисперсий этого ряда и иных факторов.

Для построения модели использованы дневные котировки следующих криптовалют: Bitcoin, Ethereum, XRP, Bitcoin Cash. Используемые данные выгружены 14.11.2018 из общедоступного источника: <https://www.quandl.com>.

В работе анализируется логарифмическая доходность активов:

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right),$$

где P_i – цена актива в i периоде, r_i – доходность актива за i период.

Доходность моделируется следующим образом:

$$r_t = \mu_t + \varepsilon_t,$$

где μ_t условное математическое ожидание ряда, а ε_t – ошибки.

В данной работе рассматривается возможность применения связки из ARMA-GARCH моделей для прогнозирования волатильности анализируемых криптовалют.

Все показатели используются в форме логарифмической доходности, что позволяет решить проблему стационарности временных рядов.

Значения куртозисов всех рядов превышают характерное для нормального распределения (BTC – 9,93; ETH – 7,45; XRP – 11,30; BCH – 5,60). Р-вероятность для коэффициентов Жака-Бера анализируемых рядов равняется 0.000, отвергается гипотеза о нормальном распределении остатков. Большие значения коэффициентов эксцесса, а также результаты теста на наличие ARCH-эффекта в остатках подтверждают возможность моделирования остатков с использованием GARCH методики [1, 3].

Подбор порядков и оценивание ARMA-GARCH модели для рядов логарифмической доходности анализируемых криптовалют производился, начиная с заведомо больших лагов, то есть с ARMA(2,2)-GARCH(2,2). В качестве спецификации были рассмотрены GARCH (1,1), EGARCH (1,1), GJR-GARCH (1,1) и TS-GARCH (1,1). При этом исключались модели, в которых есть не значимые коэффициенты, либо нормированные остатки не удовлетворяют предположениям модели: в них присутствует не учтённый Garch-эффект, либо они коррелированы. Для проверки присутствия условной гетераскедастичности в остатках так же используется ARCH-LM тест, для

проверки некоррелированности – Q-статистика Льюинга-Бокса. Среди оставшихся моделей отобраны лучшие с наименьшими значениями информационных критериев и ошибкой прогноза MAPE (табл. 1).

Таблица 1

**Информационные критерии и ошибки прогноза
отобранных моделей**

Ряд	Модель	Крит. Акаике	Крит. Шварца	Крит. Ханнана-Куинна	MAPE
BTC	ARMA(2,2)-EGARCH(2,1)	-3.827518	-3.800862	-3.817697	2,92%
ETH	ARMA(2,1)-EGARCH(1,1)	-2.761076	-2.726936	-2.748211	14,52%
XRP	ARMA(2,2)-EGARCH(2,1)	-3.063335	-2.889624	-2.992793	3,16%
BCH	ARMA(2,2)-GARCH(1,1)	-3.196471	-3.042061	-3.133767	4,92%

Источник: собственная разработка автора.

Наименьшие значения критериев наблюдаются у моделей спецификации EGARCH (за исключением ряда Bitcoin Cash), а значит она наиболее точно, по сравнению с остальными моделями, описывает динамику волатильности доходности Bitcoin, Ethereum, XRP. Это можно объяснить тем, что асимметричные модели, одной из которых является EGARCH, дают объяснение так называемому эффекту рычага, когда неожиданное падение цены увеличивает волатильность больше, чем аналогичное неожиданное повышение цены. То есть положительные шоки ведут к меньшим увеличениям будущей волатильности, чем отрицательные шоки той же абсолютной величины [2].

По отобранным моделям был построен ретроспективный прогноз на пять дней (табл. 2).

Таблица 2

**Наблюдаемые и предсказанные значения
цены криптовалют**

		08.11	09.11	10.11	11.11	12.11	13.11	14.11	MAPE
BTC	Факт.	6338,75	6360,01	6370,42	6321,56	6258,93	5618,78	5573,00	2,9%
	Прогноз			6372,28	6380,64	6332,40	6270,44	5621,05	
ETH	Факт.	128,07	134,56	123,65	121,70	111,23	114,30	107,19	14,5%
	Прогноз			133,79	132,64	132,03	131,19	130,72	
		08.11	09.11	10.11	11.11	12.11	13.11	14.11	MAPE
XRP	Факт.	0,5354	0,4942	0,5005	0,5053	0,5048	0,5160	0,5043	3,2%
	Прогноз			0,4927	0,4940	0,4876	0,4892	0,4871	
BCH	Факт.	615,27	572,87	540,17	553,18	529,08	510,62	503,51	4,9%
	Прогноз			564,06	555,51	552,34	547,92	544,20	

Источник: собственная разработка автора.

Прогноз цены криптовалют показывает, что модель весьма точно описывает движение котировок. Таким образом, можно сделать вывод о том, что полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего анализа и прогнозирования доходности и цен на рынке криптовалют.

Библиографический список

1. Абакумова Ю.Г. Динамическое управление криптопортфелем с резервами / И.А. Карачун, В. С. Сташевский, Ю.Г. Абакумова // Банковский вестник. – 2018. – №8 – С. 38-44.
2. Большакова И.В. Энергозатраты и правовое регулирование майнинга криптовалют в Республике Беларусь / И.В.Большакова, К.А.Шунько // Беларусь 2030: государство, бизнес, наука, образование: 5-ая Межд. науч. конф., Минск, 14 декабря 2018 г. / Белорусский государственный университет. – Минск, 2018. – С. 34-37.
3. Nelson D. Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach / *Econometrica*. – 1991. – Vol. 59. – P. 347–370.
4. Rossi E. Univariate GARCH Models: A Survey / *Quantile*. – 2010. – No.8. – P. 1–67.
5. Васенкова Л. И. Развитие сферы услуг и экономический рост / Л. И. Васенкова // Аналитические методы анализа и дифференциальных уравнений: материалы междунар. семинара 17-21 сентября 2018 г., Минск, Беларусь: ИМ НАН РБ 2018. – С. 18-19.
6. Комков В.Н. Проблемы экономического роста в Республике Беларусь / В. Н. Комков // Банковский вестник. – 2013. – №16 – С. 3-7.
7. Ковалев М.М. Цифровая экономика – шанс для Беларуси : моногр. / М. М. Ковалев, Г. Г. Головенчик. – Минск : Изд. центр БГУ, 2018. – С. 327.