

Цифровая экономика

Факторные модели доходности криптовалют: подход финансовой теории

Елена Владимировна Синельникова-Мурылева

ORCID 0000-0001-7494-2728

Кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Центра изучения проблем центральных банков, РАНХиГС (119571, РФ, Москва, пр. Вернадского, 84).

E-mail: e.sinelnikova@ranepa.ru

Мария Николаевна Кузнецова

ORCID 0000-0002-3660-6587

Научный сотрудник Центра изучения проблем центральных банков, РАНХиГС (119571, РФ, Москва, пр. Вернадского, 84).

E-mail: kuznetsova-mn@ranepa.ru

Кирилл Дмитриевич Шилов

ORCID 0000-0002-2149-3946

Научный сотрудник лаборатории математического моделирования экономических процессов, РАНХиГС (119571, РФ, Москва, пр. Вернадского, 84).

E-mail: shilov-kd@ranepa.ru

Аннотация

Целью статьи является выявление детерминант доходностей криптовалют, для чего предпринята попытка выделить факторы, определяющие особенности рынка криптовалют, и проанализировать их доходность, применив многофакторные модели по типу Фамы — Френча. Авторы моделируют стандартные факторы на основании показателей капитализации, объемов торгов криптовалютами и третьего момента. В работе представлена оценка влияния этих факторов на различные группы (портфели) криптовалют в отдельные периоды (становления рынка; зрелости или высокой ценовой волатильности рынка, в том числе с разбиением временного интервала исследований на два подпериода — до пандемии коронавирусной инфекции и в период пандемии). Это позволяет учесть неоднородность данных — как во времени, так и по определенным показателям. В результате построения регрессий на дневных данных были получены эмпирические свидетельства в пользу положительной взаимосвязи между доходностью групп криптовалют с моделируемыми факторами. Кроме того, в работе проверяется связь рынка криптовалют и фондового рынка. До начала периода высокой волатильности криптовалюты можно было рассматривать как актив для диверсификации рыночного риска. Однако впоследствии рынок криптовалют стал двигаться сопоставленно фондовому рынку. Это видно из появления статистической значимости коэффициента при переменной, отражающей премию за рыночный риск. Показано, что частотность данных может влиять на оценки коэффициентов модели, однако не влияет на принципиальные выводы из анализа. Полученные результаты указывают на необходимость дальнейшего анализа факторов доходности криптовалют на более однородных выборках.

Ключевые слова: криптовалюты, факторы доходности, модели ценообразования, временные ряды.

JEL: G11, G12, G17, C01, C32, C51.

Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы государственного задания РАНХиГС. Авторы выражают благодарность кандидату экономических наук, старшему научному сотруднику Института прикладных экономических исследований РАНХиГС Андрею Зубареву за ценные комментарии при обсуждении работы.

Статья поступила в редакцию в августе 2021 года

Factor Models of Cryptocurrency Returns: Financial Theory Approach

Elena V. Sinelnikova-Muryleva

ORCID 0000-0001-7494-2728

Cand. Sci. (Econ.), Senior Researcher, Center for the Study of Central Banks, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA)^a, e.sinelnikova@ranepa.ru

Maria N. Kuznetsova

ORCID 0000-0002-3660-6587

Researcher, Center for the Study of Central Banks, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA)^a, kuznetsova-mn@ranepa.ru

Kirill D. Shilov

ORCID 0000-0002-2149-3946

Researcher, Laboratory of Mathematical Modeling of Economic Processes, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA)^a, shilov-kd@ranepa.ru

^a 84, Vernadskogo pr., Moscow, 119571, Russian Federation

Abstract

The purpose of the article is to identify the determinants of cryptocurrency returns. To achieve this goal, the article presents an attempt to create factors that reflect the characteristics of the cryptocurrency market, and uses Fama–French type multifactor models for analyzing the returns of cryptocurrencies. Standard factors based on capitalization indicators, cryptocurrency trading volumes and the third momentum were built. The paper also presents an estimation of the impact of these factors on various groups, or portfolios, of cryptocurrencies in certain periods of time (the period of market formation and the period of high price volatility of the market, including its division into two sub-periods: before the coronavirus pandemic and during the pandemic), which allows us to consider the heterogeneity of data both in time and for certain indicators. As a result of estimating regressions on daily data, empirical evidence in favor of a positive relationship between the excess return of cryptocurrency groups with the constructed factors was obtained. In addition, the paper checks the relationship between the cryptocurrency market and the stock market. Prior to the beginning of high volatility period, cryptocurrencies could be considered as an asset for the diversification of market risk, but later there could be found co-movement of the cryptocurrency market and the stock market, seen from the appearance of the statistical significance of the coefficient before a variable reflecting the market risk premium. In addition, it was shown that the frequency of data can affect the estimates of the coefficients but does not affect the fundamental conclusions of the analysis. The findings indicate the need for further analysis of the cryptocurrency return factors on more homogeneous samples.

Keywords: cryptocurrencies, return factors, asset pricing models, time series.

JEL: G11, G12, G17, C01, C32, C51.

Acknowledgements

The article was written on the basis of the RANEPA state assignment research program. The authors are grateful to Andrey Zubarev for valuable comments and discussions.

1. Введение. Используемая методология

С момента появления первой криптовалюты биткойн (Bitcoin) прошло более двенадцати лет. За эти годы на рынке появилось множество цифровых валют и активов, выполняющих различные функции. В то же время до сих пор как в экономической литературе, так и в рамках законодательного регулирования на мировом уровне и на уровнях отдельных стран отсутствует общепринятое понимание экономической природы и сущности криптовалют.

Можно выделить три основные группы цифровых валют и активов: криптовалюты, стейблкойны и цифровые валюты центральных банков. К первой группе относятся традиционные, то есть не обеспеченные другими активами и имеющие децентрализованный реестр держателей, криптовалюты. Наиболее известен из них биткойн. Исследования показывают, что он используется преимущественно в качестве спекулятивного актива [Glaser et al., 2014] и ограниченно — в качестве средства платежа определенными группами экономических агентов. Зачастую речь идет об обслуживании сделок, связанных с оборотом наркотиков [Foley et al., 2019], уклонением от уплаты налогов и другой противоправной деятельностью. Ripple¹ позиционируется как трансграничная платежная система, позволяющая переводить средства из одной страны в другую, минуя цепочку банковских операций и посредников. Ethereum² используется в качестве платформы для заключения смарт-контрактов, то есть сделок, исполнение которых обеспечивается при помощи алгоритмов на базе технологии блокчейн [Гребенкина, Зубарев, 2018].

Ко второй группе цифровых валют и активов относятся стейблкойны — криптовалюты, обеспеченные одним активом или корзиной некоторых активов, например фиатных валют (установленных решением государства), других криптовалют или товаров (обеспеченных золотом, нефтью). Стейблкойны (например, Tether³) используются преимущественно для торговли на криптовалютных биржах в качестве средства платежа и для перевода средств за границу.

К третьей группе относятся цифровые валюты центральных банков (ЦВЦБ), которые в настоящее время эмитируются ограниченно в рамках пилотных проектов⁴, или государственные криптовалюты, выпускаемые не монетарными властями, а правительством.

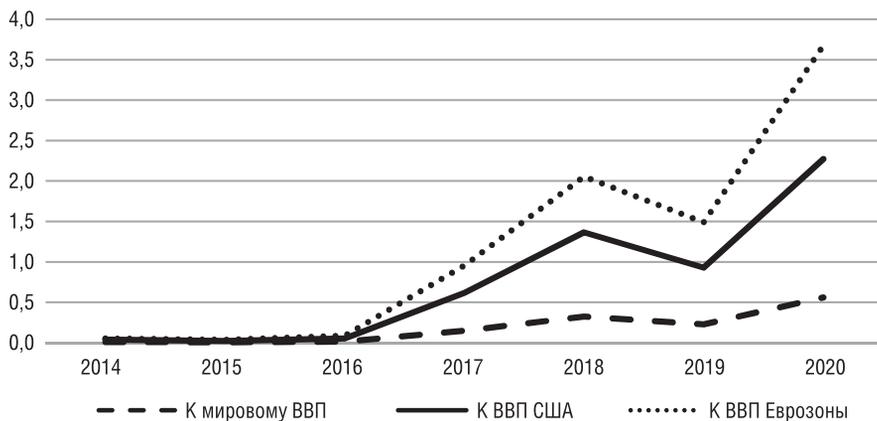
¹ <https://ripple.com/>.

² <https://ethereum.org/en/>.

³ <https://tether.to/>.

⁴ Единственным исключением является проект Sand Dollar, запущенный на Багамах в октябре 2020 года.

Из рис. 1 видно, что в первые годы развития рынка криптовалют его масштаб оставался на низком уровне, однако с течением времени прослеживается тенденция к росту.



Источник: по данным Мирового банка и агрегатора <https://coinmarketcap.com/>.

Рис. 1. Отношение капитализации рынка криптовалют к показателям ВВП (ось ординат, %), 2014–2020 годы

Fig. 1. The Ratio of Cryptocurrency Market Capitalization to GDP Indicators (Y-Axis, %), 2014–2020

Интерес к криптовалютам, возникший и продолжающий нарастать в последние годы, может быть обусловлен их преимуществами. Большинство криптовалют функционируют децентрализованно, а также не подвержены инфляции. Криптовалютные транзакции обладают высокой скоростью обработки и сопряжены с низкими издержками. При этом все данные, необходимые для регистрации в системе и ее использования, надежно защищены. Это позволяет участнику сделок быть единственным владельцем средств. Всё это, несомненно, делает этот финансовый инструмент привлекательным для участников рынка криптовалют.

Однако не стоит также забывать, что анонимность работы с криптовалютами позволяет использовать их в качестве средства платежа в теневой экономике. Криптовалюты по-прежнему далеко не везде являются признанным средством платежа. Предоставляемые индивидами данные могут быть украдены хакерами, а волатильность рынка приводит к возникновению высоких рисков.

В настоящей работе дается ответ на вопрос, в какой степени движение цен криптовалют подчиняется тем же законам и логике, что и цен финансовых активов (акций). Под криптовалютами мы будем понимать только частные проекты, то есть из рассмотрения исключаются ЦВЦБ и государственные криптовалюты.

Отметим также, что в последнее время из-за пандемии происходило сокращение потребления и инвестиций. Резкое сокращение совокупного спроса, сопровождающееся прочими шоками экономики, привело к тому, что экономические агенты начали выводить средства из акций и направлять их либо в облигации, либо в наличные. Снижение процентных ставок центральными банками в сочетании с ростом спроса на облигации привело к сокращению реальной ставки процента [McKibbin, Fernando, 2020].

В России интерес к криптовалютам связан и с общим недоверием в отношении банков, которое усугубилось в последние годы в связи с обнаружением фактов фальсификации их балансов [Мамонов, 2017].

Анализ факторов доходностей криптовалют сегодня вызывает интерес у исследователей и практиков. Используемые для расчетов подходы разнообразны, но в большинстве случаев ограничены применением стандартных моделей CAPM (Capital Asset Pricing Model — моделей, которые оценивают чувствительность доходности конкретного финансового актива к рыночному риску) [Sharpe, 1964] и многофакторных моделей по типу Фамы — Френча (модель Юджина Фамы и Кеннета Френча была предложена в 1993 году как развитие модели оценки капитальных активов CAPM и решение присущей ей проблемы низкой прогнозной силы) [Fama, French, 1992; 1993; 2015]. Использование для анализа упомянутых моделей по умолчанию предполагает, что мы воспринимаем криптовалюты как финансовый актив. Сразу необходимо оговориться, что это предположение довольно сильное и, вообще говоря, не вполне оправданное, поскольку у криптовалют отсутствует фундаментальная стоимость, понимаемая как дисконтированная сумма потока платежей по этому активу. Подробно проблема существования фундаментальной стоимости у криптовалют исследуется в работах [Cheah, Fry, 2015; Hayes, 2019]. Возможно, использование моделей Фамы — Френча позволит установить, схожи ли детерминанты доходностей криптовалют с детерминантами доходностей прочих финансовых активов. Вероятно, использование таких моделей позволит также выявить эмпирические закономерности, которые впоследствии позволят лучше понять, в какой мере спрос на криптовалюты обусловлен их доходностью.

В рамках пятифакторной модели Фамы — Френча (среднемесячная) премия за риск по активу или портфелю активов обусловлена следующим набором переменных:

- 1) премия за рыночный риск;
- 2) разница доходностей портфелей «маленьких акций» и «больших акций» (small minus big, SMB);

- 3) разница доходностей портфелей с большим отношением балансовой стоимости к рыночной стоимости (balance to market, B/M) и малым B/M ;
- 4) разница доходностей портфелей с устойчивой (robust) и слабой (weak) доходностью;
- 5) разница доходностей портфелей малоинвестирующих фирм и много (агрессивно) инвестирующих.

Кроме того, Фама и Френч отмечают, что если модель действительно хорошо описывает данные и объясняет избыточные доходности портфелей предложенными факторами, то константа в соответствующем уравнении должна быть равна (статистическому) нулю [Fama, French, 2015].

Учитывая отличительные особенности криптовалют, в частности отсутствие у них фирм-эмитентов, которые могли бы иметь балансовую стоимость и стратегии инвестирования, мы будем следовать опыту [Tsyvinski et al., 2019], расширяя их методологию. Это позволит создать перечень факторов доходности криптовалют с опорой на специфические для этого рынка характеристики. Отличия в используемой методологии состоят в том, что в настоящей работе используется более широкий период, вся выборка разбивается дополнительно на определенные подпериоды; создается новая переменная, отражающая разницу в доходности определенных отбираемых по объемам торговли групп криптовалют. Используются не только недельные, но и дневные данные. В качестве зависимой переменной выступает средневзвешенная доходность группы криптовалют, что предполагает опору не на панельные данные, а на временные ряды.

Для анализа факторов доходностей была сформирована выборка, состоящая из 5386 криптовалют, представленных на рынке на момент сбора данных⁵. Анализируемый период — с 1 апреля 2014 года по 21 июня 2021 года. Ежедневные данные содержат информацию о трех показателях: цене, объемах торговли, рыночной капитализации.

Для сокращения степени разнородности анализируемой группы и исключения из нее токенов — «мертвых душ» — было решено ограничить первоначальную выборку на основе двух критериев.

1. Выборка содержит только криптовалюты, рыночная капитализация которых отлична от нуля в течение тридцати дней (возможно, не идущих подряд).

⁵ В рамках исследования были использованы данные, представленные на сайте-агрегаторе <https://coinmarketcap.com/>.

2. Из выборки исключаются криптовалюты, средняя капитализация которых за весь период их существования была ниже 1 млн долл.

Таким образом, была сформирована выборка, состоящая из 1037 криптовалют⁶. Помимо этого, собрана информация за тот же период о безрисковой доходности, то есть доходности трехмесячных казначейских векселей (T-bill), а также рассчитана средняя рыночная доходность акций на основе индекса S&P 500.

Заметим, что в работе [Fama, French, 2015] использовались месячные данные за период с июля 1963 года по декабрь 2013-го — 606 точек. Ввиду исторически короткого временного ряда доходностей криптовалют далее в работе будут представлены результаты анализа дневных и недельных данных.

Основной принцип, лежащий в основе построения факторных моделей по типу Фамы — Френча, состоит в разделении выборки на определенные портфели криптовалют по тому или иному признаку. Разбиение всей совокупности криптовалют на группы позволяет учесть и впоследствии отразить особенности в детерминантах доходности определенных криптовалют.

В настоящей работе для сортировки криптовалют по размеру использован показатель рыночной капитализации. Таким образом, в рамках каждого отдельно взятого дня или недели формируются квантильные (20-процентные) портфели криптовалют, где первая группа соответствует портфелю наиболее крупных по капитализации, а пятая группа — портфелю наименьших по этому показателю криптовалют.

В качестве зависимой переменной Y_t использована средневзвешенная доходность портфеля криптовалют в определенный день или за определенную неделю (уравнение (1)). В качестве веса используется относительная капитализация криптовалюты, что позволяет учесть ее значимость на рынке.

$$Y_t = \left(\sum R_{it} \frac{MarketCap_{it}}{SumMarketCap_t} \right) - R_t^f, \quad (1)$$

где R_{it} — доходность i -й криптовалюты в момент t , $MarketCap_{it}$ — рыночная капитализация i -й криптовалюты в момент t , $SumMarketCap_t$ — суммарная рыночная капитализация всех криптовалют в момент t , R_t^f — безрисковая ставка процента в момент t (трехмесячная ставка по казначейским векселям США⁷).

⁶ Заметим, что авторы [Tsyvinski et al., 2019] использовали в качестве критерия отбора капитализацию криптовалюты не менее 1 млн долл. на момент сбора данных.

⁷ <https://fred.stlouisfed.org/series/DTB3>.

Для каждой из пяти групп впоследствии были смоделированы три объясняющих фактора, отражающих особенности рынка криптовалют. В качестве показателей для их формирования использовались рыночная капитализация, объем торгов, а также третий моментум⁸. Механизм построения факторов одинаков и может быть описан следующим образом.

1. Сортировка выборки (внутри группы) в рамках каждого дня или недели по убыванию выбранного показателя.
2. Разделение выборки в рамках каждого дня или недели на портфели и выделение «верхнего» (30% от общего количества криптовалют в группе с наиболее высокими значениями определенного показателя) и «нижнего» (30% криптовалют с наиболее низкими значениями показателя) портфелей.
3. Расчет средневзвешенных доходностей для верхних 30% и нижних 30% криптовалют на основе выбранного показателя. Термин «доходность» здесь обозначает величину $(x_1 - x_0) / x_0$, где x_1 — значение показателя в определенный день или неделю, а x_0 — его значение одним периодом ранее.
4. Формирование фактора как разности между средневзвешенными доходностями верхних и нижних 30-процентных групп.

Последующие расчеты предполагают построение набора моделей, позволяющих проанализировать степень и значимость влияния определенных факторов на доходность криптовалют. Наиболее полная модель, включающая все названные факторы, представлена в уравнении (2):

$$Y_t = \alpha + \beta_1 X_t + \beta_2 CBS_t + \beta_3 CVOL_t + \beta_4 CMOM_t + \varepsilon_t, \quad (2)$$

где X_t — разность между рыночной доходностью в момент t (R_t^m) и безрисковой доходностью (R_t), CBS_t — разность средневзвешенных доходностей между первыми 30% и последними 30% криптовалют по показателю рыночной капитализации (аналог показателя *small minus big* для рынка акций), $CMOM_t$ — разность средневзвешенных доходностей между первыми 30% и последними 30% криптовалют по показателю третьего моментума, $CVOL_t$ — разность средневзвешенных доходностей между первыми 30% и последними 30% криптовалют по показателю объема торговли, ε_t — случайные ошибки. Показатель $CVOL$ можно трактовать как

⁸ Разность между ценой в текущем периоде и ценой, установленной тремя периодами ранее.

индикатор роста спроса на криптовалюты, приводящего к приросту капитальной стоимости, а значит, и доходности. Показатель *CMOM* отражает инерционность динамики цен криптовалют.

Оговоримся, что представленная в уравнении (2) взаимосвязь между $CVOL_t$ и Y_t может послужить причиной наличия эндогенности, поскольку, возможно, отражает взаимосвязь между ценой (доходностью группы криптовалют за вычетом безрисковой доходности) и количеством (то есть объемом торговли). Однако в настоящей работе мы не ставим перед собой задачу решить эту проблему и избавиться от потенциальной эндогенности.

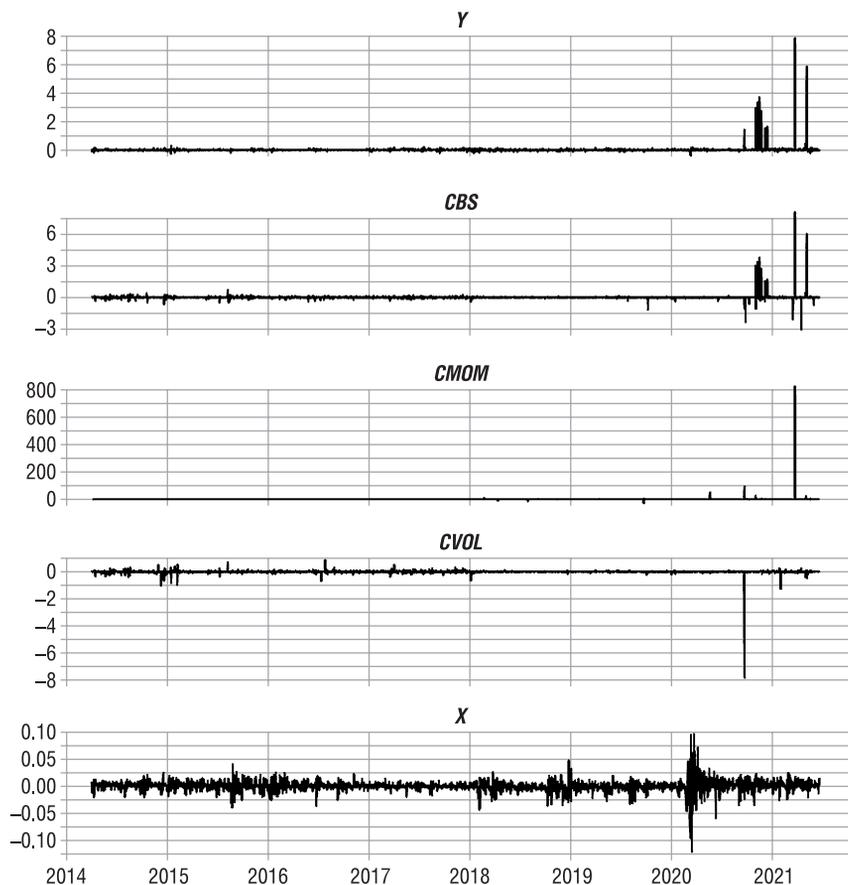
Мы стремимся выявить факторы доходности криптовалют в содержательно различные периоды. Разбиение на подпериоды основано на датировке из работы [Зубарев, Шилов, 2021] и приводит нас к использованию следующих пяти временных промежутков:

- 1) весь период (01.04.2014—21.06.2021);
- 2) период становления рынка криптовалют (01.04.2014—01.05.2017);
- 3) период зрелости (высокой волатильности) рынка криптовалют (01.05.2017—21.06.2021);
- 4) период зрелости (высокой волатильности) до пандемии COVID-19 (01.05.2017—01.03.2020);
- 5) период продолжающейся пандемии COVID-19 (01.03.2020—21.06.2021).

Таким образом, полная и усеченные вариации модели (2) были построены для описанных выше пяти выборок. Чтобы упростить представление основных результатов, в рамках каждого периода для каждой 20-процентной группы представлена лишь одна — наилучшая, по мнению авторов, — модель. В работе были использованы ошибки НАС (Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent standard errors — стандартные ошибки, состоятельные при наличии гетероскедастичности и автокорреляции).

2. Результаты оценок на дневных данных

Перед обсуждением результатов построения регрессий приведем примеры графиков переменных и описательную статистику (табл. П1). Результаты формальных тестов для рядов, изображенных на рис. 2, свидетельствуют об их стационарности. С 2020 года отмечаются сильные колебания показателей, что отражает реакцию рынка криптовалют на пандемию.



Примечание. Y — зависимая переменная, отражающая средневзвешенную доходность портфеля криптовалют в определенный день, X — рыночная премия за риск.

Рис. 2. Графики переменных (ось ординат, %) для первой группы на всем периоде исследования, 2014–2021 годы

Fig. 2. Graphs of Variables (Y-Axis, %) for the 1st Group for the Entire Study Period, 2014–2021

Результаты оценивания регрессий для пяти групп на всём временном промежутке (01.04.2014—21.06.2021) позволяют сделать вывод, что на доходность криптовалют значимое положительное влияние оказывают все факторы. Лишь для первой группы характерна отрицательная взаимосвязь между показателем $CVOL$ и доходностью криптовалют (табл. 1). Таким образом, полученные результаты являются устойчивыми по группам, однако предложенная нами модель обладает высокой объясняющей способностью только для верхних 20% наиболее капитализированных криптовалют.

Для сравнения степени влияния показателей на зависимую переменную было решено рассчитать экономические эффекты

Т а б л и ц а 1

**Результаты оценивания моделей на дневных данных для всего периода
(01.04.2014–21.06.2021)**

T a b l e 1

**The Results of Model Estimation on Daily Data for the Entire Period
(Apr 1, 2014 – Jun 21, 2021)**

Зависимая переменная: Y					
20-процентные группы	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа	5-я группа
X	1,105*** (0,198)	0,661*** (0,174)	0,992*** (0,265)	0,625*** (0,179)	0,411** (0,151)
CBS	0,699*** (0,120)	0,179*** (0,033)	0,203*** (0,056)	0,122*** (0,034)	0,151*** (0,019)
$CMOM$	0,003** (0,001)	–	0,041*** (0,011)	0,044*** (0,011)	0,023*** (0,004)
$CVOL$	–0,255*** (0,036)	0,104*** (0,018)	0,040* (0,021)	0,061*** (0,022)	0,065*** (0,013)
$Const$	0,014*** (0,002)	0,010*** (0,001)	0,009*** (0,002)	0,006*** (0,002)	–0,008*** (0,001)
R^2	0,825	0,165	0,126	0,111	0,121
Скорректированный R^2	0,825	0,164	0,125	0,110	0,120
Число наблюдений	2,636	2,639	2,634	2,631	2,636
F -статистика	3,107145*** (df = 4; 2631)	173,514*** (df = 3; 2635)	94,844*** (df = 4; 2629)	81,944*** (df = 4; 2626)	90,423*** (df = 4; 2631)

Примечания: 1. ** — результаты значимы на 5-процентном уровне значимости, *** — результаты значимы на 1-процентном уровне значимости. 2. В скобках указаны стандартные отклонения.

(произведение стандартного отклонения i -й объясняющей переменной и соответствующего ей коэффициента, поделенное на стандартное отклонение зависимой переменной). Из табл. 2 очевидно, что наибольшее влияние на доходность группы криптовалют оказывают такие показатели, как CBS и $CVOL$.

Ввиду неоднородности анализируемого периода далее мы приводим результаты оценок для разных временных интервалов. Результаты построения регрессий для периода становления рынка криптовалют приведены в табл. 3. Мы вновь видим, что для всех групп криптовалют, кроме группы наиболее крупных из них, значимое положительное влияние на их доходность оказывают все моделируемые факторы.

Для первой группы криптовалют характерно отсутствие статистически значимой взаимосвязи между предлагаемыми факторами и доходностью. При этом представленные модели обладают низкой объясняющей способностью.

Заметим также, что в отличие от ранее представленных результатов для полной выборки между рыночной доходностью и доходностью портфелей криптовалют отсутствует статистически

Т а б л и ц а 2

Экономические эффекты на дневных данных для всего периода (01.04.2014–21.06.2021)

T a b l e 2

Economic Effects on Daily Data for the Entire Period (Apr 1, 2014 – Jun 21, 2021)

Группа	Модель							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1-я группа								
X	0,0584	0,0374	0,0535	0,0623	0,0390	0,0432	0,0555	0,0438
CBS		0,8702			0,7378	0,8897		0,7802
CVOL				-0,1298		-0,2118	-0,0654	-0,1838
2-я группа								
X	0,1014	0,1015	0,1024	0,0994	0,1015	0,0996	0,1009	0,1002
CBS		0,3065			0,3073	0,2883		0,2891
CVOL				0,2683		0,2471	0,2632	0,2413
3-я группа								
X	0,1027	0,1058	0,1035	0,1042	0,1065	0,1072	0,1047	0,1076
CBS		0,3084			0,2978	0,3069		0,2970
CVOL				0,0821		0,0762	0,0676	0,0641
4-я группа								
X	0,0943	0,091	0,0972	0,0966	0,0939	0,0933	0,0989	0,0956
CBS		0,2255			0,2185	0,2077		0,2044
CVOL				0,1945		0,1731	0,1671	0,1470
5-я группа								
X	0,0783	0,0686	0,0807	0,0769	0,0710	0,0687	0,0796	0,0712
CBS		0,2716			0,2914	0,2411		0,2596
CVOL				0,1878		0,1320	0,2003	0,1429

Т а б л и ц а 3

Результаты оценивания моделей на дневных данных для периода становления рынка криптовалют (01.04.2014–01.05.2017)

T a b l e 3

The Results of Models' Estimation on Daily Data for the Period of Formation of the Cryptocurrency Market (Apr 1, 2014 – May 1, 2017)

Зависимая переменная: Y					
20-процентные группы	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа	5-я группа
X	0,013 (0,170)	0,001 (0,245)	0,349 (0,225)	-0,143 (0,336)	-0,306 (0,323)
CBS	0,043 (0,028)	0,154*** (0,040)	0,127*** (0,041)	0,118*** (0,038)	0,120*** (0,022)
CMOM	0,010 (0,020)	0,055* (0,032)	0,133*** (0,025)	0,132*** (0,020)	–
CVOL	-0,045 (0,040)	0,132*** (0,047)	–	0,069** (0,031)	0,089*** (0,019)
Const	0,002** (0,001)	0,001 (0,002)	-0,001 (0,003)	-0,003 (0,002)	-0,008*** (0,001)
R ²	0,017	0,230	0,228	0,235	0,125

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы 3

Зависимая переменная: Y					
20-процентные группы	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа	5-я группа
Скорректированный R ²	0,014	0,227	0,226	0,232	0,123
Число наблюдений	1,127	1,122	1,125	1,122	1,127
F-статистика	4,897*** (df = 4; 1122)	83,225*** (df = 4; 1117)	110,598*** (df = 3; 1121)	85,864*** (df = 4; 1117)	53,650*** (df = 3; 1123)

Примечания: 1. * — результаты значимы на 10-процентном уровне значимости, ** — результаты значимы на 5-процентном уровне значимости, *** — результаты значимы на 1-процентном уровне значимости. 2. В скобках указаны стандартные отклонения.

значимая взаимосвязь для периода становления рынка криптовалют. Соответствующий результат указывает на возможности использования криптовалют в качестве инструмента для диверсификации рыночного риска в период до мая 2017 года.

Судя по экономическим эффектам, рассчитанным для первого периода (табл. 4), можно сделать вывод, что на доходность раз-

Т а б л и ц а 4

**Экономические эффекты на дневных данных
для периода становления рынка криптовалют (01.04.2014–01.05.2017)**

T a b l e 4

**Economic Effects on Daily Data for the Formation Period
of the Cryptocurrency Market (Apr 1, 2014 – May 1, 2017)**

Группа	Модель							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1-я группа								
X	0,0002	0,0033	-0,0009	-0,0021	0,0021	0,0033	-0,0028	0,0026
CBS		0,0471			0,0481	0,1010		0,0997
CMOM			0,0447		0,0457		0,0324	0,0285
CVOL				-0,0891		-0,1306	-0,0844	-0,1259
2-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,0205	0,0178	0,0201	0,0002	0,0105	-0,0001	0,0057	0,0001
CBS		0,3249			0,3625	0,2784		0,3036
CVOL				0,3754		0,3369	0,3613	0,3000
3-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,0130	0,0263	0,0237	0,0136	0,0344	0,0271	0,0236	0,0343
CBS		0,3039			0,2611	0,3064		0,2645
CVOL				0,1552		0,1600	0,0697	0,0811
4-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	-0,0259	-0,0224	-0,0141	-0,0284	-0,0110	-0,0249	-0,0170	-0,0138
CBS		0,2570			0,2455	0,2408		0,2357
CVOL				0,2684		0,2531	0,1865	0,1724
5-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	-0,0217	-0,0350	-0,0215	-0,0250	-0,0364	-0,0357	-0,0248	-0,0369
CBS		0,2904			0,3000	0,2474		0,2559
CMOM			0,0127		-0,0478		0,0104	-0,0407
CVOL				0,2578		0,2064	0,2577	0,2049

личных групп криптовалют наиболее сильное влияние оказывают переменные *CBS* и *CVOL*.

Следующий период (01.05.2017—21.06.2021) характеризуется бурным ростом котировок криптовалют, существенными размахами абсолютных ценовых колебаний, а также периодами возникновения и сдутия пузырей [Corbet et al., 2018; Fry, 2018; Fry, Cheah, 2016; Kyriazis et al., 2020]. Увеличение числа криптовалют, рост объема торгов на рынке и, по-видимому, корректировка инвестиционных стратегий игроков привели к изменению взаимосвязей между доходностями портфелей криптовалют и влияющими на них факторами (табл. 5).

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, аналогичный полученным ранее: все факторы оказывают значимое положительное влияние на доходность криптовалют, а отличие наблюдается лишь для первой группы во влиянии *CVOL*. Более того, коэффициент «бета» при рыночной премии за риск для рассматриваемого периода статистически равен единице по всем группам, за исключением пятой.

В период высокой волатильности криптовалюты теряют свое свойство активов, которые можно использовать для диверсифи-

Т а б л и ц а 5

**Результаты оценивания моделей на дневных данных
для периода зрелости (01.05.2017—21.06.2021)**

T a b l e 5

**Results of Model Estimation on Daily Data
for the Maturity Period (May 1, 2017 – Jun 21, 2021)**

Зависимая переменная: <i>Y</i>					
20-процентные группы	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа	5-я группа
<i>X</i>	1,336*** (0,253)	0,887*** (0,204)	1,199*** (0,317)	0,868*** (0,177)	0,614*** (0,155)
<i>CBS</i>	0,733*** (0,118)	0,231*** (0,043)	0,281*** (0,072)	0,144*** (0,037)	0,252*** (0,041)
<i>CMOM</i>	0,002** (0,001)	–	–	–	0,029*** (0,003)
<i>CVOL</i>	–0,260*** (0,033)	0,076*** (0,014)	–	0,029* (0,015)	–
<i>Const</i>	0,020*** (0,003)	0,015*** (0,002)	0,018*** (0,003)	0,014*** (0,001)	–0,010*** (0,002)
<i>R</i> ²	0,851	0,151	0,127	0,068	0,142
Скорректированный <i>R</i> ²	0,851	0,149	0,126	0,066	0,140
Число наблюдений	1,513	1,513	1,513	1,513	1,513
<i>F</i> -статистика	2,154185*** (df = 4; 1508)	89,252*** (df = 3; 1509)	109,509*** (df = 2; 1510)	36,765*** (df = 3; 1509)	82,998*** (df = 3; 1509)

Примечания: 1. * — результаты значимы на 10-процентном уровне значимости, ** — результаты значимы на 5-процентном уровне значимости, *** — результаты значимы на 1-процентном уровне значимости. 2. В скобках указаны стандартные отклонения.

кации рыночного портфеля. При этом хорошей объясняющей способностью обладает только модель, оцененная для первой 20-процентной группы наиболее крупных криптовалют.

Результаты расчета экономических эффектов для периода зрелости аналогичны полученным ранее. Они по-прежнему позволяют установить, что наибольшее влияние на зависимую переменную оказывают показатели, отражающие разность доходностей 30-процентных групп криптовалют по показателям рыночной капитализации и объему торгов (табл. 6).

Пандемия COVID-19 оказала существенное влияние на финансово-экономическую сферу, поэтому в настоящей работе решено разбить период зрелости (высокой волатильности рынка)

Т а б л и ц а 6

**Экономические эффекты на дневных данных
для периода зрелости (01.05.2017–21.06.2021)**

T a b l e 6

**Economic Effects on Daily Data
for the Maturity Period (May 1, 2017 – Jun 21, 2021)**

Группа	Модель							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1-я группа								
X	0,0706	0,0380	0,0638	0,0763	0,0403	0,0457	0,0667	0,0467
CBS		0,8900			0,7702	0,9036		0,8066
CMOM			0,6620		0,1990		0,6548	0,1586
CVOL				-0,1376		-0,1994	-0,0684	-0,1760
2-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,1514	0,1534	0,1489	0,1523	0,1509	0,1542	0,1501	0,1520
CBS		0,3043			0,3039	0,3017		0,3014
CMOM			0,0879		0,0865		0,0769	0,0757
CVOL				0,1918		0,1876	0,1872	0,1831
3-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,1376	0,1341	0,1367	0,1389	0,1336	0,1342	0,1380	0,1337
CBS		0,3283			0,3258	0,3279		0,3255
CMOM			0,0566		0,0307		0,0563	0,0306
CVOL				0,0314		0,0037	0,0308	0,0036
4-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,1831	0,1737	0,1828	0,1864	0,1736	0,1767	0,1861	0,1765
CBS		0,1748			0,1732	0,1605		0,1600
CMOM			0,0365		0,0259		0,0225	0,0176
CVOL				0,1006		0,0658	0,0973	0,0634
5-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,1418	0,1320	0,1435	0,1404	0,1315	0,1319	0,1419	0,1314
CBS		0,2503			0,3336	0,2401		0,3191
CMOM			0,1486		0,2568		0,1703	0,2612
CVOL				0,1043		0,0355	0,1322	0,0556

на два подпериода и проанализировать, изменилось ли влияние факторов на доходность криптовалют с началом пандемии.

Представленные в табл. 7 результаты оценивания свидетельствуют, что в период зрелости до пандемии (01.05.2017—01.03.2020) все факторы по-прежнему оказывают статистически значимое положительное влияние на доходность криптовалют. Лишь для криптовалют первой группы характерно наличие отрицательной зависимости между фактором *CBS* и доходностью криптовалют. В то же время объясняющая способность моделей является низкой для всех пяти 20-процентных групп криптовалют.

Экономические эффекты, представленные в табл. 8, рассчитаны для периода зрелости рынка криптовалют и не включают период пандемии. Результаты согласуются с полученными ранее.

Результаты построения регрессий для групп криптовалют в период продолжающейся пандемии COVID-19 аналогичны полученным ранее (табл. 9). Мы вновь видим, что все факторы оказывают значимое положительное влияние на доходность криптовалют, за исключением отрицательной связи фактора *CVOL* и доходности первой группы криптовалют. Коэффициент «бета» при рыночной

Т а б л и ц а 7

Результаты оценивания регрессий для периода зрелости до периода пандемии (01.05.2017—01.03.2020)

T a b l e 7

The Results of Estimating Regressions for the Maturity Period before the Pandemic (May 1, 2017 – Mar 1, 2020)

Зависимая переменная: <i>Y</i>					
20-процентные группы	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа	5-я группа
<i>X</i>	0,378 (0,246)	0,662** (0,322)	1,624* (0,91)	0,63** (0,279)	0,725*** (0,28)
<i>CBS</i>	-0,111** (0,045)	0,236*** (0,047)	0,286*** (0,074)	0,144*** (0,047)	0,251*** (0,05)
<i>CMOM</i>	0,003*** (0,001)	0,004** (0,002)	0,021* (0,012)	–	0,021* (0,012)
<i>CVOL</i>	0,112** (0,05)	0,082*** (0,014)	–	0,043*** (0,016)	0,034* (0,02)
<i>Const</i>	0,001 (0,001)	0,010*** (0,002)	0,015** (0,006)	0,011*** (0,002)	-0,007*** (0,002)
<i>R</i> ²	0,03	0,14	0,126	0,054	0,135
Скорректированный <i>R</i> ²	0,026	0,137	0,123	0,051	0,131
Число наблюдений	1,036	1,036	1,036	1,036	1,036
<i>F</i> -статистика	7,903*** (df = 4; 1031)	42,127*** (df = 4; 1031)	49,552*** (df = 3; 1032)	19,6*** (df = 3; 1032)	40,17*** (df = 4; 1031)

Примечания: 1. * — результаты значимы на 10-процентном уровне значимости, ** — результаты значимы на 5-процентном уровне значимости, *** — результаты значимы на 1-процентном уровне значимости. 2. В скобках указаны стандартные отклонения.

Т а б л и ц а 8

**Экономические эффекты на дневных данных для периода зрелости
до начала пандемии (01.05.2017–01.03.2020)**

T a b l e 8

**Economic Effects on Daily Data for the Maturity Period
before the Pandemic (May 1, 2017 – Mar 1, 2020)**

Группа	Модель							
1-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,0677	0,0597	0,0678	0,0715	0,0598	0,0639	0,0715	0,0640
CBS		-0,0874			-0,0874	-0,1484		-0,1483
CMOM			0,0115		0,0116		0,0109	0,0100
CVOL				0,0466		0,1212	0,0465	0,1210
2-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,0682	0,0777	0,0664	0,0678	0,0759	0,0772	0,0664	0,0759
CBS		0,2862			0,2856	0,2839		0,2835
CMOM			0,0653		0,0627		0,0495	0,0471
CVOL				0,2160		0,2129	0,2123	0,2094
3-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,1043	0,1038	0,1024	0,1042	0,1027	0,1038	0,1024	0,1027
CBS		0,3331			0,3293	0,3316		0,3283
CMOM			0,0713		0,0411		0,0674	0,0396
CVOL				0,0447		0,0192	0,0377	0,0153
4-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,0824	0,082	0,0825	0,0812	0,0821	0,0813	0,0813	0,0814
CBS		0,1926			0,1883	0,1655		0,1644
CMOM			0,0616		0,0421		0,0315	0,0236
CVOL				0,1458		0,1017	0,139	0,0969
5-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,0861	0,0946	0,0917	0,0804	0,0975	0,0913	0,0853	0,0942
CBS		0,3481			0,3377	0,3263		0,3196
CMOM			0,1199		0,069		0,0936	0,0595
CVOL				0,1691		0,0798	0,153	0,0714

премии за риск для периода пандемии статистически равен единице для всех групп, за исключением пятой. Это говорит о том, что на последнем анализируемом периоде криптовалюты также не могли использоваться в качестве защитного актива. В то же время хорошей объясняющей способностью вновь обладает только модель, оцененная для группы наиболее крупных криптовалют.

Экономические эффекты переменных, рассчитанные для периода пандемии и представленные в табл. 10, отличаются от полученных ранее и разнятся для разных групп криптовалют. Однако можно заметить, что на доходность всех групп криптовалют наиболее значимое влияние оказывают такие факторы, как рыночная премия за риск и разность доходностей 30-процентных групп криптовалют по третьему моменту.

Т а б л и ц а 9

**Результаты оценивания регрессий
для периода пандемии COVID-19 (01.03.2020–21.06.2021)**

T a b l e 9

**The Results of Estimating Regressions
for the Period of the COVID-19 Pandemic (Mar 1, 2020 – Jun 21, 2021)**

Зависимая переменная: Y					
20-процентные группы	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа	5-я группа
X	1,304*** (0,322)	0,834*** (0,215)	0,973*** (0,317)	0,893*** (0,229)	0,624*** (0,198)
CBS	0,753*** (0,116)	0,228*** (0,081)	0,207*** (0,051)	0,101** (0,044)	0,241*** (0,046)
CMOM	0,002* (0,001)	0,049*** (0,011)	–	–	0,029*** (0,003)
CVOL	–0,256*** (0,031)	–	–	–0,065** (0,029)	–
Const	0,038*** (0,009)	0,019*** (0,003)	0,022*** (0,002)	0,018*** (0,002)	–0,015*** (0,003)
R ²	0,877	0,220	0,173	0,137	0,223
Скорректированный R ²	0,876	0,215	0,17	0,131	0,218
Число наблюдений	478	478	478	478	478
F-статистика	840,539*** (df = 4; 473)	44,659*** (df = 3; 474)	49,855*** (df = 2; 475)	25,025*** (df = 3; 474)	45,226*** (df = 3; 474)

Примечания: 1. * — результаты значимы на 10-процентном уровне значимости, ** — результаты значимы на 5-процентном уровне значимости, *** — результаты значимы на 1-процентном уровне значимости. 2. В скобках указаны стандартные отклонения.

Т а б л и ц а 10

**Экономические эффекты на дневных данных
для периода пандемии COVID-19 (01.03.2020–21.06.2021)**

T a b l e 10

**Economic Effects on Daily Data for the Period
of the COVID-19 Pandemic (Mar 1, 2020 – Jun 21, 2021)**

Группа	Модель							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1-я группа								
X	0,0636	0,0232	0,0610	0,0733	0,0275	0,0361	0,0659	0,0381
CBS		0,9080			0,7965	0,9192		0,8299
CMOM			0,6668		0,1834		0,6594	0,1449
CVOL				–0,1395		–0,1930	–0,0696	–0,1725
2-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,2321	0,2255	0,2212	0,2331	0,2143	0,2264	0,2220	0,2151
CBS		0,3291			0,3318	0,3272		0,3298
CMOM			0,2379		0,2416		0,2414	0,2450
CVOL				0,1349		0,1302	0,1409	0,1362
3-я группа	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0,3211	0,3075	0,3214	0,3196	0,3073	0,3046	0,3200	0,3042
CBS		0,2656			0,2666	0,2684		0,2699
CMOM			0,0170		–0,0095		0,0149	–0,0143
CVOL				–0,0215		–0,0398	–0,0199	–0,0415

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы 1 0

Группа	Модель							
	1	2	3	4	5	6	7	8
4-я группа								
X	0,3395	0,3268	0,3397	0,3304	0,3270	0,3169	0,3305	0,3171
CBS		0,1039			0,1032	0,1076		0,1067
CMOM			-0,0191		-0,0141		-0,0244	-0,0194
CVOL				-0,1009		-0,1047	-0,1022	-0,1057
5-я группа								
X	0,2831	0,2877	0,2857	0,2869	0,2560	0,2850	0,2866	0,2569
CBS		-0,0529			0,3783	0,0246		0,3764
CMOM			0,2849		0,5694		0,2520	0,5390
CVOL				-0,1946		-0,2038	-0,0631	-0,0555

Таким образом, можно сделать вывод, что в большинстве моделей доходности криптовалюты положительно связаны с построенными факторами. До начала периода высокой волатильности криптовалюты можно было рассматривать как актив для диверсификации рыночного риска. Однако впоследствии рынок криптовалют стал двигаться сонаправленно с фондовым рынком. При этом хорошей объясняющей способностью обладали модели только для портфеля наиболее крупных криптовалют.

3. Результаты оценок на недельных данных

Финансовые зависимости между переменными зачастую проявляются по-разному, в зависимости от частоты данных. Поэтому мы провели также оценку моделей на недельных данных, с которыми, в частности, работали авторы [Tsyvinski et al., 2019]⁹. С этой целью в рамках исследования для каждой переменной были найдены средние за семь дней (с понедельника по воскресенье) значения.

Существенная проблема, на которую необходимо обратить внимание, — сокращение числа точек, доступных для анализа на выбранных нами подпериодах при переходе к недельным данным.

Оценка моделей на всём периоде позволяет отметить наличие положительной связи между факторами капитализации, объема, моментума и доходностью квантильных портфелей криптовалют. Помимо этого, на доходность портфелей криптовалют значимое положительное влияние оказывает рыночная премия

⁹ Авторы делили каждый год на 52 недели, последняя из которых включала в себя восемь оставшихся дней.

за риск, что немного отличается от полученного на дневных данных результата.

Результаты построения регрессий для периода становления схожи с результатами, полученными при использовании дневных данных. Аналогичным образом не были получены свидетельства наличия взаимосвязи между премией за рыночный риск и доходностью криптовалют. Однако по-прежнему значимое влияние для некоторых групп криптовалют оказывают такие факторы, как *CMOM* и *CVOL*.

Анализ факторов доходности криптовалют за период зрелости (с мая 2017 года) позволяет сделать выводы, аналогичные полученным ранее за тот же период с использованием дневных данных. В период высокого роста рынка криптовалют возникает статистически значимая взаимосвязь между избыточной доходностью групп криптовалют и премией за рыночный риск. Единственное отличие состоит в том, что при использовании недельных данных не удастся установить взаимосвязь между показателем *CVOL* и доходностью групп криптовалют.

Результаты оценивания для периода зрелости до пандемии COVID-19 показывают, что при работе с недельными данными модели хуже ведут себя, чем при работе с дневными: несмотря на низкую в целом объясняющую способность моделей, остается частичная значимость влияния сформированных факторов на доходности портфелей криптовалют. В то же время премия за рыночный риск уже не может восприниматься как устойчивый фактор доходности криптовалют.

Результаты, полученные при построении регрессий для периода пандемии COVID-19, опираются на крайне малое количество точек, а потому не могут считаться достаточно надежными. В то же время знаки коэффициентов при переменных *CBS*, *CMOM* и *CVOL*, а также их значимость для определенных групп криптовалют сохраняются. Однако в регрессиях, оцененных на недельных данных, оказывается незначим коэффициент при переменной, отражающей рыночную премию за риск.

4. Выводы

В работе была предпринята попытка применения многофакторных моделей по типу Фамы — Френча для анализа доходностей криптовалют. На основании проведенных расчетов можно сделать следующие выводы.

1. Выбор частотной разбивки данных (дневные, недельные, месячные¹⁰) оказывает значимое влияние на содержательные результаты, что может объясняться, во-первых, высокой зашумленностью дневных и недельных данных, а во-вторых, вовлечением в процесс ценообразования дополнительных факторов в зависимости от частоты данных. Например, хотя торговля криптовалютами ведется без выходных, отдельные эффекты дня недели всё еще могут иметь место. Это нуждается в дополнительном исследовании.

2. Необходимо отметить высокую неоднородность данных как в разрезе объектов, так и во временном разрезе. Мы учитываем неоднородность данных во времени за счет оценки моделей на содержательно разных подпериодах. На наш взгляд, специфика рынка криптовалют включает крайне высокий удельный вес биткойна. В связи с этим факторы доходности вложений в криптовалюты требуют дальнейших исследований. Их необходимо продолжать не только в рамках анализа общих квантильных портфелей (то есть более однородных по размеру капитализации криптовалют), но и в рамках однородных по содержательным признакам криптовалют. В частности, мы оставляем на будущее вопрос о выявлении факторов ценообразования и доходности криптовалют внутри (1) группы криптовалют, предполагающих майнинг, (2) группы криптовалют с алгоритмом консенсуса «доказательство работы», (3) группы токенов из области децентрализованных финансов, (4) криптовалют, используемых как средство сбережения, (5) токенов из сферы смарт-контрактов и др. Отдельного исследования заслуживает анализ криптовалютного рынка с исключением биткойна из выборки.

3. На данных за период становления рынка криптовалют (до мая 2017 года) факторные модели по типу Фамы — Френча не обладают хорошей описательной способностью. В то же время на данных за период зрелости (высокой волатильности цен) факторные модели становятся более эффективными с точки зрения объяснения дисперсии в данных — преимущественно для портфеля наиболее крупных по капитализации криптовалют.

4. Возможности криптовалют служить активом для диверсификации рыночного риска с течением времени существенно сни-

¹⁰ В случае с анализом доходностей криптовалют мы всё еще не можем опираться на месячные данные ввиду исторически короткого временного промежутка, доступного для анализа.

жаются — и в период пандемии, по всей видимости, окончательно исчезают.

5. На доходность всех групп криптовалют в различные периоды значимое положительное влияние оказывают такие факторы, как *CBS* и *CMOM*. Знак коэффициента при переменной *CVOL* преимущественно остается положительным, однако может меняться в зависимости от рассматриваемого периода.

Специфика криптовалют существенно усложняет задачу выявления детерминант их доходностей. Однако в эмпирической литературе постепенно формируется направление исследований, которые рассматривают криптовалюты в качестве финансовых (чаще спекулятивных) активов. Полученные нами результаты открывают широкое поле для дальнейшего более детального анализа данных.

Приложение
Appendix

Таблица П 1

Описательная статистика переменных
для всего периода (01.04.2014—21.06.2021)

Table A 1

Descriptive Statistics of Variables
for the Entire Period (Apr 1, 2014 – Jun 21, 2021)

Группа	Переменные				
1-я группа	Y	CBS	CMOM	CVOL	X
nbr.val	2,639000e+03	2,639000e+03	2636,00000000	2,639000e+03	2,639000e+03
nbr.null	0,000000e+00	1,000000e+00	0,00000000	1,000000e+00	2,000000e+00
nbr.na	0,000000e+00	0,000000e+00	3,00000000	0,000000e+00	0,000000e+00
min	-3,772751e-01	-3,081878e+00	-30,79262064	-7,863713e+00	-1,204300e-01
max	7,848769e+00	8,106547e+00	826,79413605	8,494101e-01	9,380040e-02
range	8,226044e+00	1,118843e+01	857,58675668	8,713123e+00	2,142304e-01
sum	3,874482e+01	2,401116e+00	1102,90623824	-4,923656e+00	-2,519574e+00
median	1,795836e-03	-9,089840e-04	0,02937412	3,715813e-03	-7,352230e-04
mean	1,468163e-02	9,098584e-04	0,41840146	-1,865728e-03	-9,547456e-04
SE.mean	4,609252e-03	5,146558e-03	0,31673464	3,327931e-03	1,825052e-04
CI.mean.0.95	9,038115e-03	1,009170e-02	0,62107378	6,525619e-03	3,578678e-04
var	5,606610e-02	6,989935e-02	264,44571882	2,922726e-02	8,790019e-05
std.dev	2,367828e-01	2,643849e-01	16,26178707	1,709598e-01	9,375510e-03
coef.var	1,612783e+01	2,905780e+02	38,86646864	-9,163169e+01	-9,819904e+00

Продолжение таблицы П 1

Группа	Переменные				
	Y	CBS	CMOM	CVOL	X
2-я группа					
nbr.val	2,639000e+03	2,639000e+03	2631,00000000	2,639000e+03	2,639000e+03
nbr.null	0,000000e+00	3,100000e+01	22,00000000	4,300000e+01	2,000000e+00
nbr.na	0,000000e+00	0,000000e+00	8,00000000	0,000000e+00	0,000000e+00
min	-3,872993e-01	-1,155844e+00	-22,99058611	-1,002603e+00	-1,204300e-01
max	5,460493e-01	1,037214e+00	4,69767689	1,810575e+00	9,380040e-02
range	9,333486e-01	2,193058e+00	27,68826300	2,813178e+00	2,142304e-01
sum	3,249620e+01	4,538017e+00	242,28504319	7,229302e+01	-2,519574e+00
median	5,983376e-03	0,000000e+00	0,06519569	6,833666e-03	-7,352230e-04
mean	1,231383e-02	1,719597e-03	0,09208858	2,739410e-02	-9,547456e-04
SE.mean	1,210914e-03	1,949803e-03	0,01003409	2,884850e-03	1,825052e-04
CI.mean.0.95	2,374437e-03	3,823298e-03	0,01967551	5,656797e-03	3,578678e-04
var	3,869600e-03	1,003277e-02	0,26489694	2,196270e-02	8,790019e-05
std.dev	6,220611e-02	1,001637e-01	0,51468139	1,481982e-01	9,375510e-03
coef.var	5,051726e+00	5,824836e+01	5,58898201	5,409859e+00	-9,819904e+00
3-я группа					
nbr.val	2,639000e+03	2,639000e+03	2,634000e+03	2,639000e+03	2,639000e+03
nbr.null	0,000000e+00	1,300000e+01	1,200000e+01	1,500000e+01	2,000000e+00
nbr.na	0,000000e+00	0,000000e+00	5,000000e+00	0,000000e+00	0,000000e+00
min	-3,945575e-01	-1,014514e+00	-3,489808e+00	-1,260234e+00	-1,204300e-01
max	2,823751e+00	3,385681e+00	3,634408e+00	1,964162e+00	9,380040e-02
range	3,218309e+00	4,400195e+00	7,124216e+00	3,224396e+00	2,142304e-01
sum	3,632924e+01	3,414731e+00	3,177114e+02	4,076165e+01	-2,519574e+00
median	7,568838e-03	-7,000677e-04	8,052212e-02	2,020630e-03	-7,352230e-04
mean	1,376629e-02	1,293949e-03	1,206194e-01	1,544587e-02	-9,547456e-04
SE.mean	1,682493e-03	2,465023e-03	4,970996e-03	2,726423e-03	1,825052e-04
CI.mean.0.95	3,299139e-03	4,833574e-03	9,747455e-03	5,346144e-03	3,578678e-04
var	7,470436e-03	1,603546e-02	6,508826e-02	1,961670e-02	8,790019e-05
std.dev	8,643168e-02	1,266312e-01	2,551240e-01	1,400596e-01	9,375510e-03
coef.var	6,278501e+00	9,786412e+01	2,115117e+00	9,067772e+00	-9,819904e+00
4-я группа					
nbr.val	2,639000e+03	2,639000e+03	2,631000e+03	2,639000e+03	2,639000e+03
nbr.null	0,000000e+00	7,300000e+01	2,700000e+01	4,200000e+01	2,000000e+00
nbr.na	0,000000e+00	0,000000e+00	8,000000e+00	0,000000e+00	0,000000e+00
min	-3,578250e-01	-7,497890e-01	-2,643796e+00	-1,094170e+00	-1,204300e-01
max	7,268600e-01	1,000000e+00	2,436880e+00	2,323674e+00	9,380040e-02
range	1,084685e+00	1,749789e+00	5,080676e+00	3,417845e+00	2,142304e-01
sum	3,179536e+01	3,499560e+00	3,415103e+02	3,601907e+01	-2,519574e+00

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы П 1

Группа	Переменные				
	Y	CBS	CMOM	CVOL	X
4-я группа					
median	9,202319e-03	0,000000e+00	9,396969e-02	0,000000e+00	-7,352230e-04
mean	1,204826e-02	1,326093e-03	1,298025e-01	1,364876e-02	-9,547456e-04
SE.mean	1,193377e-03	1,992866e-03	4,115590e-03	2,888742e-03	1,825052e-04
CI.mean.0.95	2,340050e-03	3,907739e-03	8,070122e-03	5,664430e-03	3,578678e-04
var	3,758329e-03	1,048083e-02	4,456409e-02	2,202201e-02	8,790019e-05
std.dev	6,130521e-02	1,023759e-01	2,111021e-01	1,483982e-01	9,375510e-03
coef.var	5,088303e+00	7,720115e+01	1,626333e+00	1,087265e+01	-9,819904e+00
5-я группа					
nbr.val	2,639000e+03	2,639000e+03	2,636000e+03	2,639000e+03	2,639000e+03
nbr.null	0,000000e+00	4,900000e+01	3,800000e+01	3,200000e+01	2,000000e+00
nbr.na	0,000000e+00	0,000000e+00	3,000000e+00	0,000000e+00	0,000000e+00
min	-3,369086e-01	-9,956419e-01	-8,097890e-01	-9,071669e-01	-1,204300e-01
max	2,883519e-01	6,969697e-01	1,642657e+01	1,216641e+00	9,380040e-02
range	6,252605e-01	1,692612e+00	1,723636e+01	2,123808e+00	2,142304e-01
sum	-2,537938e+00	7,859373e+01	3,178888e+02	2,537619e+01	-2,519574e+00
median	-2,875990e-03	2,433186e-02	9,451556e-02	5,054270e-03	-7,352230e-04
mean	-9,617044e-04	2,978163e-02	1,205952e-01	9,615837e-03	-9,547456e-04
SE.mean	1,054191e-03	1,813030e-03	6,922752e-03	2,309816e-03	1,825052e-04
CI.mean.0.95	2,067125e-03	3,555105e-03	1,357458e-02	4,529234e-03	3,578678e-04
var	2,932769e-03	8,674599e-03	1,263290e-01	1,407972e-02	8,790019e-05
std.dev	5,415505e-02	9,313753e-02	3,554279e-01	1,186580e-01	9,375510e-03
coef.var	-5,631153e+01	3,127348e+00	2,947282e+00	1,233985e+01	-9,819904e+00

Литература

1. Гребенкина А. М., Зубарев А. В. Перспективы использования смарт-контрактов в финансовой сфере // Экономическое развитие России. 2018. Т. 25. № 12. С. 32–43.
2. Зубарев А. В., Шилов К. Д. Эволюция криптовалюты биткоин как финансового актива // Финансы: теория и практика. 2021. Т. 25. № 5. С. 150–171.
3. Мамонов М. Е. Спрятанные «дыры» в капитале еще не обанкротившихся российских банков: оценка масштаба возможных потерь // Вопросы экономики. 2017. № 7. С. 42–61.
4. Cheah E.-T., Fry J. Speculative Bubbles in Bitcoin Markets? An Empirical Investigation into the Fundamental Value of Bitcoin // Economics Letters. 2015. Vol. 130(C). P. 32–36.
5. Corbet S., Lucey B., Yarovaya L. Datestamping the Bitcoin and Ethereum Bubbles // Finance Research Letters. 2018. Vol. 26(C). P. 81–88.
6. Fama E. F., French K. R. A Five-Factor Asset Pricing Model // Journal of Financial Economics. 2015. Vol. 116. No 1. P. 1–22.
7. Fama E. F., French K. R. Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds // Journal of Financial Economics. 1993. Vol. 33. No 1. P. 3–56.
8. Fama E. F., French K. R. The Cross-Section of Expected Stock Returns // The Journal of Finance. 1992. Vol. 47. No 2. P. 427–465.

9. Foley S., Karlsen J. R., Putniņš T. J. Sex, Drugs, and Bitcoin: How Much Illegal Activity Is Financed Through Cryptocurrencies? // *The Review of Financial Studies*. 2019. Vol. 32. No 5. P. 1798–1853.
10. Fry J. Booms, Busts and Heavy-Tails: The Story of Bitcoin and Cryptocurrency Markets? // *Economics Letters*. 2018. Vol. 171(C). P. 225–229.
11. Fry J., Cheah E. T. Negative Bubbles and Shocks in Cryptocurrency Markets // *International Review of Financial Analysis*. 2016. Vol. 47(C). P. 343–352.
12. Glaser F. E. A., Zimmermann K., Haferkorn M., Weber M. C., Sierin M. Bitcoin—Asset or Currency? Revealing Users' Hidden Intentions. 2014. https://www.researchgate.net/publication/286338705_Bitcoin_-_Asset_or_currency_Revealing_users'_hidden_intentions.
13. Hayes A. S. Bitcoin Price and Its Marginal Cost of Production: Support for a Fundamental Value // *Applied Economics Letters*. 2019. Vol. 26. No 7. P. 554–560.
14. Kyriazis N., Papadamou S., Corbet S. A Systematic Review of the Bubble Dynamics of Cryptocurrency Prices // *Research in International Business and Finance*. 2020. Vol. 54(C). P. 101–254.
15. McKibbin W. J., Fernando R. The Global Macroeconomic Impacts of COVID-19: Seven Scenarios. CAMA Working Paper. No 19. 2020.
16. Sharpe W. F. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk // *The Journal of Finance*. 1964. Vol. 19. No 3. P. 425–442.
17. Tsyvinski A., Liu Y., Wu X. Common Risk Factors in Cryptocurrency. NBER Working Paper. No 25882. 2019.

References

1. Grebenkina A. M., Zubarev A. V. Perspektivy ispol'zovaniya smart-kontraktov v finansovoy sfere [Prospects for Smart-Contracts Use in Financial Sphere]. *Economicheskoe razvitiye Rossii [Russian Economic Developments]*, 2018, vol. 25, no. 12, pp. 32-43. (In Russ.)
2. Zubarev A. V., Shilov K. D. Evolyutsiya kriptovalyuty bitcoin kak finansovogo aktiva [Evolution of Bitcoin as a Financial Asset]. *Finansy: teoriya i praktika [Finance: Theory and Practice]*, 2021, vol. 25, no. 5, pp. 150-171. DOI:10.26794/2587-5671-2021-25-5-150-1712021. (In Russ.)
3. Mamonov M. E. Spryatannye "dyry" v kapitale eshche ne obankrotivshikhssya rossiyskikh bankov: otsenka masshtaba vozmozhnykh poter' [Hidden "Holes" in the Capital of Not Yet Failed Banks in Russia: An Estimate of the Scope of Potential Losses]. *Voprosy ekonomiki*, 2017, vol. 7, pp. 42-61. DOI:10.32609/0042-8736-2017-7-42-61. (In Russ.)
4. Cheah E.-T., Fry J. Speculative Bubbles in Bitcoin Markets? An Empirical Investigation into the Fundamental Value of Bitcoin. *Economics Letters*, 2015, vol. 130(C), pp. 32-36. DOI:10.1016/j.econlet.2015.02.029.
5. Corbet S., Lucey B., Yarovaya L. Datestamping the Bitcoin and Ethereum Bubbles. *Finance Research Letters*, 2018, vol. 26(C), pp. 81-88. DOI:10.1016/j.frl.2017.12.006.
6. Fama E. F., French K. R. A Five-Factor Asset Pricing Model. *Journal of Financial Economics*, 2015, vol. 116, no. 1, pp. 1-22. DOI:10.1016/j.jfineco.2014.10.010.
7. Fama E. F., French K. R. Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds. *Journal of Financial Economics*, 1993, vol. 33, no. 1, pp. 3-56.
8. Fama E. F., French K. R. The Cross-Section of Expected Stock Returns. *The Journal of Finance*, 1992, vol. 47, no. 2, pp. 427-465. DOI:10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x.
9. Foley S., Karlsen J. R., Putniņš T. J. Sex, Drugs, and Bitcoin: How Much Illegal Activity Is Financed Through Cryptocurrencies? *The Review of Financial Studies*, 2019, vol. 32, no. 5, pp. 1798-1853. DOI:10.1093/rfs/hhz015.
10. Fry J. Booms, Busts and Heavy-Tails: The Story of Bitcoin and Cryptocurrency Markets? *Economics Letters*, 2018, vol. 171(C), pp. 225-229. DOI:10.1016/j.econlet.2018.08.008.
11. Fry J., Cheah E. T. Negative Bubbles and Shocks in Cryptocurrency Markets. *International Review of Financial Analysis*, 2016, vol. 47(C), pp. 343-352. DOI:10.1016/j.irfa.2016.02.008.

12. Glaser F. E. A., Zimmermann K., Haferkorn M., Weber M. C., Sierin M. *Bitcoin - Asset or Currency? Revealing Users' Hidden Intentions*, 2014. https://www.researchgate.net/publication/286338705_Bitcoin_-_Asset_or_currency_Revealing_users'_hidden_intentions.
13. Hayes A. S. Bitcoin Price and Its Marginal Cost of Production: Support for a Fundamental Value. *Applied Economics Letters*, 2019, vol. 26, no. 7, pp. 554-560. DOI:10.1080/13504851.2018.1488040.
14. Kyriazis N., Papadamou S., Corbet S. A Systematic Review of the Bubble Dynamics of Cryptocurrency Prices. *Research in International Business and Finance*, 2020, vol. 54(C), pp. 101-254. DOI:10.1016/j.ribaf.2020.101254.
15. McKibbin W. J., Fernando R. The Global Macroeconomic Impacts of COVID-19: Seven Scenarios. *CAMA Working Paper*, no. 19, 2020. DOI:10.2139/ssrn.3547729.
16. Sharpe W. F. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, 1964, vol. 19, no. 3, pp. 425-442. DOI:10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x.
17. Tsyvinski A., Liu Y., Wu X. Common Risk Factors in Cryptocurrency. *NBER Working Paper*, no. 25882, 2019.