
МОДЕЛИ С МАРКОВСКИМИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯМИ В АНАЛИЗЕ ВЛИЯНИЯ КРИЗИСНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ДИНАМИКУ БИТКОИНА

Коротких Вячеслав Владимирович, канд. экон. наук, доц.
Кириллова Ирина Сергеевна, маг.

Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж,
Россия, 394018; e-mail: kirillova@econ.vsu.ru

Цель: анализ циклических явлений в динамике биткоина с использованием модели с переключениями режимов. *Обсуждение:* виртуальная валюта, созданная с применением технологий асимметричного шифрования, начала свое развитие и распространение в мировой практике как новый вид денег с 2010 г. К настоящему моменту времени на рынке насчитывается уже более 7 тыс. виртуальных валют. Ценовая динамика виртуальных валют включает черты как традиционных финансовых инструментов, так и валютных активов. *Результаты:* установлено, что вне зависимости от рассматриваемых временных интервалов в динамике доходности биткоина наблюдаются два устойчивых режима, соответствующих состояниям умеренной и высокой волатильности. В состоянии умеренной волатильности рынок биткоина пребывал большую часть времени в период с 2014 по 2021 г. Событийный анализ показал, что практически все крупные обвалы на рынке криптовалют происходили в периоды, когда рынок находился в состоянии умеренной волатильности. В объяснение смены режимов значительный вклад вносят индекс доллара и цена золота, рост которых обуславливает переход в режим умеренной волатильности. Неопределенность экономической политики Китая способствует переходу рынка в режим высокой волатильности, для которого в то же время характерна и более высокая доходность.

Ключевые слова: скрытые состояния, системный риск, криптовалюта, Марковские переключения.

DOI: 10.17308/meps.2022.1/2758

Введение

Стремительное развитие цифровых технологий оказывает значительное влияние на экономические отношения. Большая часть трансформаций в финансовой сфере обеспечивается распространением оборота цифровых финансовых активов. Правовые основы и порядок использования и обраще-

ния цифровых финансовых активов в Российской Федерации регулируется Федеральным законом «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 31.07.2020 № 259-ФЗ. В нем вводятся такие понятия, как «цифровой финансовый актив», «виртуальная валюта», «токен», уделяется внимание правилам проведения цифровых транзакций, майнинга.

Виртуальные валюты с открытым исходным кодом, в схеме которых эмиссия и учет основываются на технологии асимметричного шифрования и применении различных криптографических методов защиты целостности информации и у которых нет центрального администратора и отсутствует централизованный контроль или надзор, Группа разработки финансовых мер борьбы с отмыванием денег (FATF) определяет как «криптовалюты». Возникновение самого термина «криптовалюта» связано с греческим словом «криптос», означающим в переводе «секрет». Подразумевается, что криптовалюта обеспечивает абсолютную степень защиты, однако криптовалюта нестабильна, никем не регулируется, не гарантирует защиту инвестора, подвержена высокой волатильности и крайне привлекательна для мошенников. Перспективы виртуального заработка могут быть столь же воздушными, как и сама валюта.

Криптовалюта, созданная с применением технологий асимметричного шифрования, начала свое развитие и распространение в мировой практике как новый вид денег с 2010 года. Ее появление связывают с созданием Bitcoin (BTC), затем список криптовалют продолжил стремительно расширяться. Альткоины были изобретены для замены биткоина по различным причинам. Например, Ethereum была создана для решения проблемы отсутствия языка сценариев Bitcoin при разработке приложений. Другой пример, Bitcoin Cash был изобретен для решения проблемы масштабируемости Bitcoin, ограничивающей количество транзакций, которые может совершать Bitcoin в заданные сроки и т.д. Такие инновации привели к быстрому росту многих альткоинов вместе с увеличением капитализации рынка криптовалют. Однако, будучи известной как самая ранняя децентрализованная валюта, Bitcoin неизменно занимает первое место по объему торгов, цене и рыночной капитализации. Стоит отметить, что криптовалюты не только появляются, но и исчезают. Часть проектов оказывается мошенничеством или не получает поддержку сообщества, а некоторые из всех сил пытаются закрепиться на рынке. В настоящее время существует более 7000 криптовалют.

Линейные спецификации эконометрических моделей остаются одними из самых востребованных в статистическом анализе риска на фондовом рынке во многом благодаря простоте параметрической идентификации [8, 9]. Обилие нелинейных скачкообразных эффектов, а также эффектов кластеризации в динамике криптовалют не может быть объяснено лишь настроениями инвесторов, модой или экономически значимыми событиями.

В работе [10] утверждается, что конструирование факторов риска общих для рынка блокчейн-активов сопряжено с определенными затруднениями, обусловленными недостатком релевантной фундаментальной информации об их функционировании и сравнительно недолгим сроком их обращения. Информационная база статистического анализа риска операций с криптовалютами в основном может быть сформирована лишь по рыночной информации. Указанные обстоятельства указывают на необходимость использования моделей, учитывающих сложные нелинейные эффекты. Наиболее подходящим кандидатом нам представляется модель с Марковскими переключениями режимов.

Целью настоящей статьи является анализ циклических явлений в динамике BTC с использованием модели с Марковскими переключениями режимов. Дальнейшее изложение построено следующим образом. В следующем разделе рассматриваются предпосылки, лежащие в основе моделей со сменой режимов. Результаты анализа скрытых режимов, а также их устойчивости, в динамике BTC на дневных, недельных и месячных интервалах представлены в первом подразделе с авторскими результатами. Во втором подразделе с авторскими результатами исследуется вклад макроэкономических переменных в формирование режимы рынка BTC с использованием различных факторных спецификаций.

Методология и исходные данные

Модели с Марковскими переключениями относятся к классу так называемых моделей с ненаблюдаемыми переменными [11, 12]. Они представляют собой систему уравнений, описывающих поведение временных рядов в различных режимах. Переключение между режимами в модели регулируется ненаблюдаемой переменной. Ее эволюция представляет собой Марковский процесс первого порядка. Под Марковским процессом первого порядка понимается случайный процесс, в эволюции которого текущее значение s_t зависит только от предыдущего s_{t-1} , при условии, что значение процесса в этот момент фиксировано («будущее» процесса не зависит от «прошлого» при известном «настоящем»):

$$\Pr(s_t | s_{t-1}, s_{t-2}, \dots, s_0) = \Pr(s_t | s_{t-1}).$$

Переключение режимов происходит в соответствии с вероятностями перехода ненаблюдаемой переменной из одного состояния в другое. Вероятности образуют специальную матрицу переходов. При переходе в новое состояние оно становится текущим, и только от него зависит следующее. Будущее и текущее состояния могут совпадать.

В работе с использованием модели с Марковскими переключениями режимов предпринята попытка идентификации скрытых состояний в динамике дневных, недельных и месячных доходностей криптовалюты Bitcoin за период с 01.01.2014 по 31.12.2021 в предположении, что средние значения и дисперсии доходностей могут изменяться в зависимости от скрытых состояний, в которых пребывает рынок. Определение оптимального числа

скрытых состояний осуществлялось в соответствии с минимумом Байесовского информационного критерия. Марковская модель была получена с помощью использования специального инструмента RStudio-среды разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом для языка программирования R.

Результаты

Идентификация скрытых режимов

На основании Байесовского информационного критерия (BIC) установлено, что для недельных данных достаточно рассматривать всего два скрытых состояния (табл. 1). Для месячных данных EM-алгоритм, используемый при оценивании параметров модели, сходится только при рассмотрении двух состояний. Режим 1 соответствует состояниям умеренной волатильности, режим 2 – состояниям высокой волатильности (табл. 2). На всех рассматриваемых выборках для режима умеренной волатильности характерны более низкие значения ожидаемой доходности, что свидетельствует о положительной взаимосвязи риска и доходности. На основе значений на главной диагонали матриц переходных вероятностей можно утверждать, что режимы близки к устойчивым (табл. 3). Минимум BIC для дневных данных достигается при пяти состояниях, однако наиболее близкие режимы в этом не являются устойчивыми.

Таблица 1

Байесовский информационный критерий

Интервал	Число скрытых состояний			
	2	3	4	5
День	-5489,53	-5550,10	-5585,37	-5590,11
Неделя	-326,05	-319,81	-316,41	-308,31
Месяц	5,44	-	-	-

Таблица 2

Результаты параметрической идентификации двухрежимной модели с марковскими переключениями

Интервал	Характеристики	Режим 1	Режим 2
День	$\hat{\mu}$	0,001471	0,001980
	$\hat{\sigma}$	0,017245	0,056108
Неделя	$\hat{\mu}$	0,002660	0,021816
	$\hat{\sigma}$	0,046019	0,128542
Месяц	$\hat{\mu}$	0,005371	0,284035
	$\hat{\sigma}$	0,187633	0,270591

Переходные вероятности

Интервал	Режимы	Режим 1	Режим 2
День	Режим 1	0,8755	0,1459
	Режим 2	0,1245	0,8541
Неделя	Режим 1	0,8212	0,1073
	Режим 2	0,1788	0,8927
Месяц	Режим 1	0,7879	0,0592
	Режим 2	0,2121	0,9408

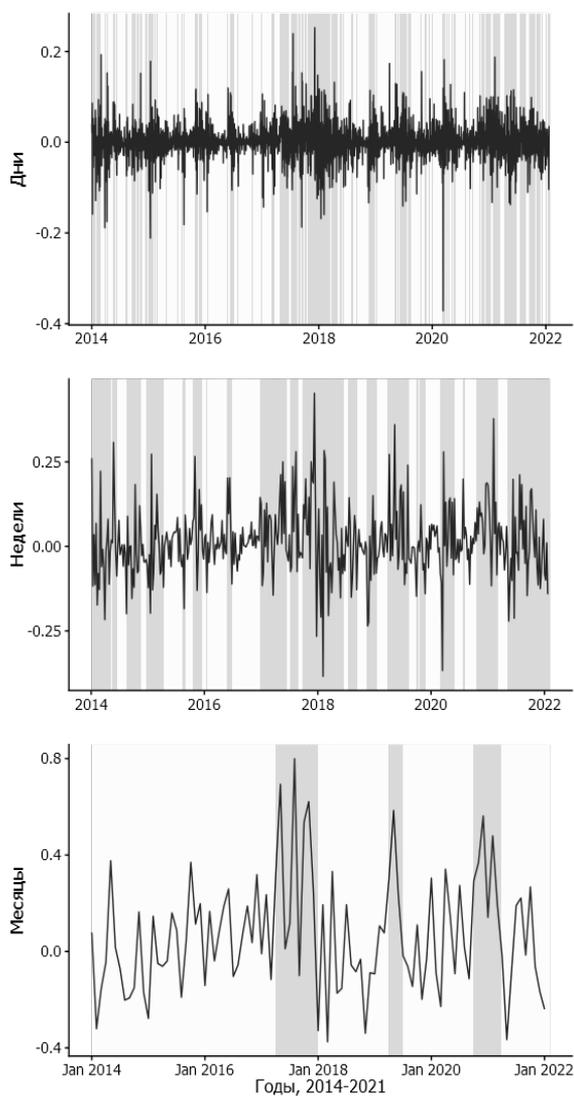


Рис. 1. Доходность BTC в различных режимах, вычисленных по сглаженным вероятностям. Темные области на графике соответствуют режиму высокой волатильности, а светлые – умеренной

Интересно отметить, что основные спады на рынке BTC происходили во время действия режима умеренной волатильности на месячных данных. Недельные и дневные режимы оказались более чувствительными к кризисным событиям. Рассмотрим конкретные примеры. В феврале 2017 года две крупнейшие биржи Китая блокировали вывод криптовалюты после того, как всего месяцем ранее BTC преодолел отметку в 1 тыс. долл. В связи с тем, что почти 100% транзакций по купле/продаже BTC происходили именно в Китае, это привело к резкому спаду на рынке BTC. В марте рынок BTC обрушился на 28% после информации об отклонении Комиссии по ценным бумагам и биржам США (КЦББ) заявки на создание первого биткоин-ETF. Это падение было отыграно, когда BTC был официально признан законным платежным средством в Японии.

В ноябре 2019 года цена BTC снова оказывается под давлением со стороны Народного банка Китая, из-за этого цены достигли шестимесячного минимума. Отчетливо это видно на графиках, соответствующих дневным и недельным данным.

Обвал BTC в апреле 2021 года, вызванный ожиданиями негативных изменений в налоговом законодательстве США, отказом Tesla в приеме платежей в BTC из-за воздействия на окружающую среду, а также запретом финансовым учреждениям Китая оказания услуг, связанных с криптовалютой, также происходил в режиме умеренной волатильности на месячных данных.

Признание BTC в качестве законного платежного средства в Сальвадоре в сентябре сопровождалось техническими сбоями и вызвало обвал более чем на 10%. Несмотря на оптимизм, последовавший за поддержкой КЦББ ETF на биткоин-фьючерсы в октябре 2021 года, ноябрь и декабрь ознаменованы бегством капитала в традиционные финансовые инструменты, вызванным опасениями о распространении нового штамма и о новой волне коронавирусной инфекции.

Объяснение скрытых режимов

Для объяснения вероятностей, обуславливающих действие двух идентифицированных режимов в динамике BTC, в данном разделе будет использована биномиальная логит-модель. В качестве объясняемой используется номинативная переменная действующего режима. Режим будем считать действующим в текущем моменте, если соответствующая ему величина сглаженной вероятности превышает 50%.

В качестве объясняющих переменных в логит-модели набор макроэкономических переменных, которые могут рассматриваться в качестве индикаторов риска.

Первой объясняющей переменной выступает индекс подразумеваемой волатильности VIX. Baiardi et al. [1] рассматривают индекс VIX в качестве переменной, объясняющей Марковские переключения в моделях доходностей фондовых индексов S&P 500 и Dow Jones Industrial Average за период 2001-2020 гг. В работе Kambouroudis et al. [14] выявлена устойчивая взаимосвязь реализо-

ванной и подразумеваемой волатильности для большинства развитых рынков. Мы полагаем, что слабые взаимосвязи доходностей BTC и доходностей фондовых рынков не являются основанием отсутствия взаимосвязи на уровне рисков.

Будучи в первую очередь именно валютным рынком, рынок криптовалют подвержен влиянию факторов, характерных именно для валютных рынков. Ключевым показателем состояния мирового валютного рынка в работе является индекс доллара США (DXY), характеризующий относительную стоимость доллара США к корзине шести из основных валют: евро (57,6%), японская иена (13,6%), фунт стерлингов (11,9%), канадский доллар (9,1%), шведская крона (4,2%) и швейцарский франк (3,6%). В академических исследованиях индекс доллара США обычно используется в анализе макроэкономических процессов у основных торговых партнеров США. В работе Su & Fen [19] и более поздних исследованиях Roubaud & Arouri [18], Ni et al. [16] отмечается, что индекс доллара США может рассматриваться также и в качестве индикатора активности на национальных фондовых рынках.

Благодаря особым инвестиционным свойствам золота, третьей объясняющей переменной является динамика цен на золото. В работе Baur and Lucey [3], как в более поздних исследованиях Carpentier [4] и Potrykus [17], представлены свидетельства слабой корреляция рынка золота и фондовых рынков. Этот факт делает золото инструментом хеджирования, а также своеобразной «тихой гаванью» в кризисные периоды. На наличие первого свойства у рынка криптовалют указывают результаты исследований Corbet et al. [6] и Lucey et al. [15].

Влияние уровня неопределенности в экономике на рынок криптовалют сравнительно недавно привлекло внимание исследователей. В работе [13] изучается потенциал использования криптовалют как инструмента хеджирования позиций с инструментами фондового рынка в условиях неопределенности будущего. В настоящей работе используются в качестве объясняющих переменных использованы индексы неопределенности экономической политики в США, России и Китае. Выбор регионов обусловлен значительным вкладом данных стран в добычу BTC.

В работе Baker et al. [2] предлагается методика вычисления трехкомпонентного индекса неопределенности экономической политики на примере экономики США. Первая составляющая индекса формируется на основе публикаций 10 крупнейших периодических изданий США (USA Today, the Miami Herald, the Chicago Tribune, the Washington Post, the Los Angeles Times, the Boston Globe, the San Francisco Chronicle, the Dallas Morning News, the New York Times и the Wall Street Journal), в которых обсуждаются проблемы экономической политики. Вторая составляющая рассчитывается на основе данных Бюджетного управления конгресса США о сроках действия временных положений налогового законодательства в течение следующих 10 лет и показывает уровень неопределенности, обусловленный ожидаемыми изменениями в налоговом законодательстве. Третья составляющая индекса

неопределенности учитывает уровень несогласованности экономических прогнозов экспертов Федерального банка Филадельфии, касающихся индекса потребительских цен и государственных расходов различных уровней.

Индекс неопределенности экономической политики России вычисляется по аналогии с первой компонентой индекса США, однако в Baker et al. [2] отмечается, что в расчет принимаются публикации лишь в издании «Коммерсантъ». Согласно подходу Davis et al. [7], индекс неопределенности экономической политики Китая учитывает публикации лишь в изданиях континентального Китая. О предсказательной силе индекса неопределенности экономической политики Китая в отношении динамики доходности BTC свидетельствуют результаты исследования Chen et al. [5].

Описательные статистики и коэффициенты корреляции всех задействованных переменных представлены в табл. 4–табл. 5.

Таблица 4

Описательная статистика факторов

Показатель	Среднее	Медиана	СКО	Минимум	Максимум
BTC	0,1023	0,037	0,4239	-0,375	3,636
VIX	0,0029	-0,0086	0,2548	-0,6143	0,8526
DXY	0,0014	0,0028	0,0178	-0,0409	0,049
Gold	-0,0042	-0,0038	0,1344	-0,4121	0,3551
TCI_us	4,8268	4,7748	0,3229	4,2664	5,8592
EPU_ru	5,4175	5,4525	0,5442	4,0091	6,6766
EPU_cn	5,2166	5,2766	0,5963	4,0758	6,495
Bears	0,5063	0,5	0,0231	0,4643	0,6667

Примечание. В таблице использованы следующие условные обозначения: BTC – месячная доходность валютной пары BTC/USD; VIX – логарифмическая доходность индекса подразумеваемой волатильности рынка акций США; DXU – логарифмическая доходность индекса доллара; Gold – логарифмическая доходность золота; TCI_us – логарифм трехкомпонентного индекса неопределенности экономической политики США; EPU_ru – логарифм индекса неопределенности экономической политики России; EPU_cn – логарифм индекса неопределенности экономической политики Китая; Bears – доля игроков на понижение на рынке BTC.

Таблица 5

Корреляционная матрица

	BTC	VIX	DXU	Gold	TCI_us	EPU_ru	EPU_cn	Bears
BTC	1							
VIX	-0,067	1						
DXU	-0,026	0,201**	1					
Gold	-0,057	0,004	-0,237**	1				
TCI_us	-0,041	-0,058	-0,213**	0,136	1			
EPU_ru	-0,111	-0,05	-0,001	0,099	0,546***	1		
EPU_cn	-0,01	-0,106	-0,171*	0,106	0,652***	0,416***	1	
Bears	0,144	0,047	-0,019	0,233**	-0,233**	-0,079	-0,189**	1

Примечание. Коэффициенты корреляции, значимые на уровнях 10%, 5% и 1%, отмечены символами *, ** и *** соответственно.

Для отобранных нами переменных наблюдается отсутствие тесных линейных связей с доходностью ВТС, что, как будет показано ниже, не является причиной отсутствия таковой с учетом действующего на рынке режима.

В работе рассматриваются три спецификации логит-модели (табл. 6). Первая спецификация включает только макропеременные, вторая – только переменные, отражающие уровень неопределенности экономической политики в странах, вносящих вклад в добычу и торговлю ВТС. Третья спецификация объединяет первые две.

Таблица 6

Параметрическая идентификация логит-моделей

Параметры	Модель 1	Модель 2	Модель 3
VIX	0.212		1.077
	[0.201]		[0.841]
DXY	-41.682**		-49.569**
	[-2.365]		[-2.322]
Gold	-4.047		-6.055*
	[-1.516]		[-1.881]
TCI_us		-1.435	-2.114
		[-1.138]	[-1.561]
EPU_ru		-0.040	0.302
		[-0.066]	[0.446]
EPU_cn		1.811**	2.070**
		[2.499]	[2.558]
Bears	-12.687	-16.488	-11.400
	[-0.636]	[-0.801]	[-0.482]
Constant	4.830	4.252	1.533
	[0.481]	[0.360]	[0.112]
Observations	96	96	96
AIC	94.693	93.729	92.133
BIC	107.51	106.55	112.64
Rsq (KL)	0.085	0.096	0.178

Примечание. В квадратных скобках указаны t-статистики Стьюдента. Оценки параметров регрессии, значимые на уровнях 10%, 5% и 1%, отмечены символами *, ** и *** соответственно.

Согласно Байесовскому информационному критерию, наилучшей является спецификация, учитывающая лишь переменные, отражающие уровень неопределенности экономической политики. Однако с точки зре-

ния объясняющей способности модели в целом, оцениваемой с помощью псевдокоэффициента детерминации, использующего расстояние Кульбака – Лейблера, наилучшей является объединенная спецификация.

Среди всего набора объясняющих переменных статистически значимое влияние на действующий режим оказывают индекс доллара и цена золота, рост которых обуславливает переход в режим умеренной волатильности. Неопределенность экономической политики Китая способствует переходу рынка в режим высокой волатильности, для которого характерна и более высокая доходность. Данный факт не противоречит упомянутому исследованию Chen et al. [5].

Заключение

Для динамики рынка криптовалют, в значительной степени формируемой динамикой биткоина, как и для любой валюты, характерна подверженность влиянию кризисных явлений. Несмотря на асинхронность с фондовыми рынками, рынок BTC также демонстрирует циклическую динамику, чередуя периоды высокой и низкой волатильности.

В работе было установлено, что при рассмотрении различных временных интервалов в динамике доходности биткоина наблюдаются всего два устойчивых режима, соответствующих состояниям умеренной и высокой волатильности. При рассмотрении недельных и месячных данных выявлено, что большую часть времени рынок биткоина пребывал в состоянии умеренной волатильности (62,33 и 81,18%). На дневных данных доминировало состояние высокой волатильности (55,71%). Событийный анализ показал, что практически все крупные обвалы на рынке криптовалют происходили в периоды, когда рынок находился в состоянии умеренной волатильности по месячным данным.

Для объяснения смены режимов на месячных данных рассматривались несколько факторных спецификаций логит-моделей. Было установлено, что значительный вклад вносят индекс доллара и цена золота, рост которых обуславливает переход в режим умеренной волатильности. Неопределенность экономической политики Китая способствует переходу рынка в режим высокой волатильности, для которого в то же время характерна и более высокая доходность. Проведенный анализ событий не опроверг этого утверждения.

Список источников

1. Baiardi L.C. [et al.]. The dynamics of the S&P 500 under a crisis context: Insights from a three-regime switching model // *Risks*, 2020, vol. 3 (8), pp. 1-15.
2. Baker S.R., Bloom N., Davis S.J. Measuring economic policy uncertainty // *Quarterly Journal of Economics*, 2016, vol. 4 (131), pp. 1593-1636.
3. Baur D.G., Lucey B.M. Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold // *Financial Review*, 2010, vol. 2 (45), pp. 217-229.
4. Carpentier J.F. Anything but gold – The golden constant revisited // *Journal of Commodity Markets*, 2021.
5. Chen T. [et al.]. Economic Policy Uncertainty in China and Bitcoin Returns: Evidence From the COVID-19 Period // *Frontiers in Public Health*, 2021, no. 9.
6. Corbet S. [et al.]. Cryptocurrencies as

- a financial asset: A systematic analysis // *International Review of Financial Analysis*, 2019, no. 62, pp. 182-199.
7. Davis S.J., Liu D., Sheng X.S. Economic Policy Uncertainty in China Since 1949: The View from Mainland Newspapers // *Working paper*, 2019, April, pp. 1-35.
 8. Endovitsky D.A., Davnis V.V., Korotkikh V.V. Adaptive trend decomposition method in financial time series analysis // *Journal of Social Sciences Research*, 2018, no. 3, pp. 104-109.
 9. Endovitsky D.A., Korotkikh V.V., Khripushin D.A. Equity Risk and Return across Hidden Market Regimes // *Risks*, 2021, vol. 11 (9).
 10. Endovitsky D.A., Korotkikh V.V. Common risk factors in the returns on digital assets: evidence from cryptocurrency market // *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management*, 2021, no. 3, pp. 3-21.
 11. Hamilton J.D. A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle // *Econometrica*, 1989, vol. 2 (57), p. 357.
 12. Hamilton J.D. Analysis of time series subject to changes in regime // *Journal of Econometrics*, 1990, vol. 1-2 (45), pp. 39-70.
 13. Haq I.U. [et al.]. Economic policy uncertainty and cryptocurrency market as a risk management avenue: A systematic review // *Risks*, 2021, vol. 9 (9).
 14. Kambouroudis D.S., McMillan D.G., Tsakou K. Forecasting realized volatility: The role of implied volatility, leverage effect, overnight returns, and volatility of realized volatility // *Journal of Futures Markets*, 2021, vol. 10 (41), pp. 1618-1639.
 15. Lucey B.M. [et al.]. The cryptocurrency uncertainty index // *Finance Research Letters*, 2021.
 16. Ni Y., Day M.Y., Huang P. Trading stocks following sharp movements in the USDX, GBP/USD, and USD/CNY // *Financial Innovation*, 2020, vol. 1 (6).
 17. Potrykus M. The share of investments in gold and oil using the example of selected European stock exchanges – A comparative analysis // *Cogent Economics and Finance*, 2021, vol. 1 (9).
 18. Roubaud D., Arouri M. Oil prices, exchange rates and stock markets under uncertainty and regime-switching // *Finance Research Letters*, 2018, no. 27, pp. 28-33.
 19. Su E.-D., Fen Y.-G. The affect of the U.S. dollar index, U.S. stocks and the currency exchange on the Taiwan stock market during the financial tsunami // *Journal of Statistics and Management Systems*, 2011, vol. 4 (14), pp. 789-813.

THE DYNAMICS OF THE BITCOIN UNDER A CRISIS CONTEXT: INSIGHTS FROM A TWO-REGIME SWITCHING MODEL

Korotkikh Viacheslav Vladimirovich, Cand. Sc. (Econ.), Assoc. Prof.
Kirillova Irina Sergeevna, M.A. student

Voronezh State University, University sq., 1, Voronezh, Russia, 394018; e-mail: kirillova@econ.vsu.ru

Purpose: in this paper, we analyze the cyclical components of Bitcoin dynamics using two-regime switching model. *Discussion:* virtual currencies based on asymmetric encryption technologies have been accepted by thousands of merchants and vendors, and the cryptocurrency market has seen enormous growth. Today, there are thousands of cryptocurrencies that are being traded on major cryptocurrency exchanges internationally. The price dynamics of virtual currencies includes features of both traditional financial instruments and currency assets. *Results:* this paper found that, regardless of the time intervals under consideration, there are two stable regimes in the dynamics of Bitcoin returns, corresponding to the states of "moderate" and "high" volatility. The Bitcoin market was in a state of moderate volatility most of the time in the period from 2014 to 2021. Event analysis showed that almost all major collapses in the cryptocurrency market occurred during periods when the market was in a moderate volatility state. The dollar index and the gold price make a significant contribution to the explanation of the regime change, the growth of which causes the transition to a moderate volatility mode.

Keywords: hidden regimes, system risk, cryptocurrency, Markov switching.

References

1. Baiardi L.C., Costabile M., De Giovanni D., Lamantia F. et al. The dynamics of the S&P 500 under a crisis context: Insights from a three-regime switching model. *Risks*, 2020, vol. 8 (3), pp. 1-15.
2. Baker S.R., Bloom N., Davis S.J. Measuring economic policy uncertainty. *Quarterly Journal of Economics*, 2016, vol. 131 (4), pp. 1593-1636.
3. Baur D.G., Lucey B.M. Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financial Review*, 2010, vol. 45 (2), pp. 217-229.
4. Carpentier J.F. Anything but gold – The golden constant revisited. *Journal of Commodity Markets*, 2021.
5. Chen T., Lau C.K.M., Cheema S., Koo C.K. Economic Policy Uncertainty in China and Bitcoin Returns: Evidence From the COVID-19 Period. *Frontiers in Public Health*, 2021, no. 9.
6. Corbet S., Lucey B., Urquhart A., Yarovaya L. Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis. *International Review of Financial Analysis*, 2019, no. 62, pp. 182-199.
7. Davis S.J., Liu D., Sheng X.S. Economic Policy Uncertainty in China Since 1949: The View from Mainland Newspapers. *Working paper*, 2019, no. 4, pp. 1-35.
8. Endovitsky D.A., Davnis V.V., Korotkikh V.V. Adaptive trend decomposition method

- in financial time series analysis. *Journal of Social Sciences Research*, 2018, Special Issue 3, pp. 104-109.
9. Endovitsky D.A., Korotkikh V.V., Khripushin D.A. Equity Risk and Return across Hidden Market Regimes. *Risks*, 2018, vol. 9 (11).
 10. Endovitsky D.A., Korotkikh V.V. Common risk factors in the returns on digital assets: evidence from cryptocurrency market. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management*, 2021, no. 3, pp. 3-21.
 11. Hamilton J.D. A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle. *Econometrica*, 1989, vol. 57 (2), pp. 357.
 12. Hamilton J.D. Analysis of time series subject to changes in regime. *Journal of Econometrics*, 1990, vol. 45 (1-2), pp. 39-70.
 13. Haq I.U., Maneengam A., Chupradit S., Suksatan W., et al. Economic policy uncertainty and cryptocurrency market as a risk management avenue: A systematic review. *Risks*, 2021, vol. 9 (9).
 14. Kambouroudis D.S., McMillan D.G., Tsakou K. Forecasting realized volatility: The role of implied volatility, leverage effect, overnight returns, and volatility of realized volatility. *Journal of Futures Markets*, 2021, vol. 41 (10), pp. 1618-1639.
 15. Lucey B.M., Vigne S.A., Yarovaya L., Wang Y. The cryptocurrency uncertainty index. *Finance Research Letters*, 2021.
 16. Ni Y., Day M.Y., Huang P. Trading stocks following sharp movements in the USDX, GBP/USD, and USD/CNY. *Financial Innovation*, 2020, vol. 6 (1).
 17. Potrykus M. The share of investments in gold and oil using the example of selected European stock exchanges – A comparative analysis. *Cogent Economics and Finance*, 2021, vol. 9 (1).
 18. Roubaud D., Arouri M. Oil prices, exchange rates and stock markets under uncertainty and regime-switching. *Finance Research Letters*, 2018. no. 27, pp. 28-33.
 19. Su E.-D., Fen Y.-G. The affect of the U.S. dollar index, U.S. stocks and the currency exchange on the Taiwan stock market during the financial tsunami. *Journal of Statistics and Management Systems*, 2011, vol. 14 (4), pp. 789-813.