

Економіка

УДК 336.76:519.246

Ярема Олег Романович

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри цифрової економіки та бізнес-аналітики
Львівський національний університет імені Івана Франка*

Yarema Oleg

*PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the
Department of Digital Economics and Business Analytics*

Ivan Franko National University of Lviv

ORCID: 0000-0003-3736-4820

Васько Андрій Ростиславович

*студент
Львівського національного університету імені Івана Франка*

Vasko Andrii

*Student of the
Ivan Franko National University of Lviv*

ORCID: 0009-0001-6666-1456

ПРОГНОЗУВАННЯ ВОЛАТИЛЬНОСТІ BITCOIN: МОДЕЛІ

ARCH/GARCH

FORECASTING BITCOIN VOLATILITY: ARCH/GARCH MODELS

***Анотація.** Криптовалюти, зокрема Bitcoin, характеризуються високою волатильністю, яка створює значні виклики для інвесторів і трейдерів, але водночас відкриває можливості для прибуткових стратегій. У статті досліджуються методи прогнозування волатильності криптовалют за допомогою ARCH/GARCH-моделей. Розглянуто їхню*

ефективність і обмеження в умовах нестабільного ринку. Криптовалюти стали важливим фінансовим активом, залучаючи увагу інвесторів і дослідників. Одним із ключових аспектів, що визначають інтерес до цього класу активів, є їхня висока волатильність. Прогнозування змін у волатильності є важливим завданням для мінімізації ризиків і оптимізації стратегій інвестування. ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) та GARCH (Generalized ARCH) моделі стали популярними підходами для аналізу фінансових даних, і їхня адаптація для ринку криптовалют вимагає детального дослідження.

Ключові слова: волатильність криптовалют, Bitcoin, прогнозування, ARCH, GARCH, ринкові ризики, фінансові моделі, інвестиційні стратегії, аналіз даних, динаміка цін.

Summary. Cryptocurrencies, in particular Bitcoin, are characterized by high volatility, which creates significant challenges for investors and traders, but at the same time opens up opportunities for profitable strategies. The article explores methods for forecasting cryptocurrency volatility using ARCH/GARCH models. Their effectiveness and limitations in volatile market conditions are considered. Cryptocurrencies have become an important financial asset, attracting the attention of investors and researchers. One of the key aspects determining interest in this asset class is their high volatility. Forecasting changes in volatility is an important task for minimizing risks and optimizing investment strategies. ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) and GARCH (Generalized ARCH) models have become popular approaches to analyzing financial data, and their adaptation to the cryptocurrency market requires detailed research.

Key words: cryptocurrency volatility, Bitcoin, forecasting, ARCH, GARCH, market risks, financial models, investment strategies, data analysis, price dynamics.

Постановка проблеми. Криптовалюти сьогодні належать до найбільш динамічних і нестабільних фінансових активів, що суттєво впливають на поведінку учасників ринку та економіку загалом. Волатильність, тобто здатність цін криптовалют до різких коливань, є важливим показником, який характеризує рівень ризиків і непередбачуваності цього ринку. Прогнозування волатильності криптовалют надає інвесторам, аналітикам та регуляторам можливість краще розуміти ринкові процеси і потенційні загрози, пов’язані з використанням цих активів. У цьому контексті методи ARCH/GARCH виступають потужним інструментом для аналізу та прогнозування, сприяючи стабілізації ринку та прийняттю зважених інвестиційних рішень.

Метою статті є дослідження застосування ARCH/GARCH-моделей для аналізу та прогнозування волатильності Bitcoin. Зокрема, увага зосереджена на оцінці ефективності цих методів у контексті ринку криптовалют, визначенні їхніх переваг і недоліків, а також розробці рекомендацій щодо їх використання у практичних інвестиційних стратегіях.

Матеріали і методи. Дослідження базується на аналізі історичних даних про ціну Bitcoin, зібраних із відкритих платформ (CoinMarketCap). Використовувалися стандартні статистичні інструменти для вивчення динаміки цін і оцінки волатильності. Для побудови моделей використовувались бібліотеки Python, такі як arch і statsmodels. Порівняння моделей здійснювалося на основі середніх значень та точності прогнозів.

Виклад основного матеріалу. Ринок криптовалют сьогодні вважається одним із найволатильніших фінансових ринків [5]. Ціни на криптовалюту можуть зазнавати значних змін навіть протягом одного дня, забезпечуючи однім учасникам значні прибутки, а іншим — значні втрати. Наприклад, вартість Біткоїна може зрости на 10–20% і більше за кілька годин, а потім різко знизитися за лічені хвилини. Подібна динаміка приваблює трейдерів, які прагнуть заробити на короткострокових змінах,

проте водночас створює високі ризики для інвесторів, особливо для новачків [3; 4].

До прикладу – ціна біткоїна 6 листопада 2024 р о 02:00 становила 69358,5 тис. доларів за одиницю (див. рис. 1).

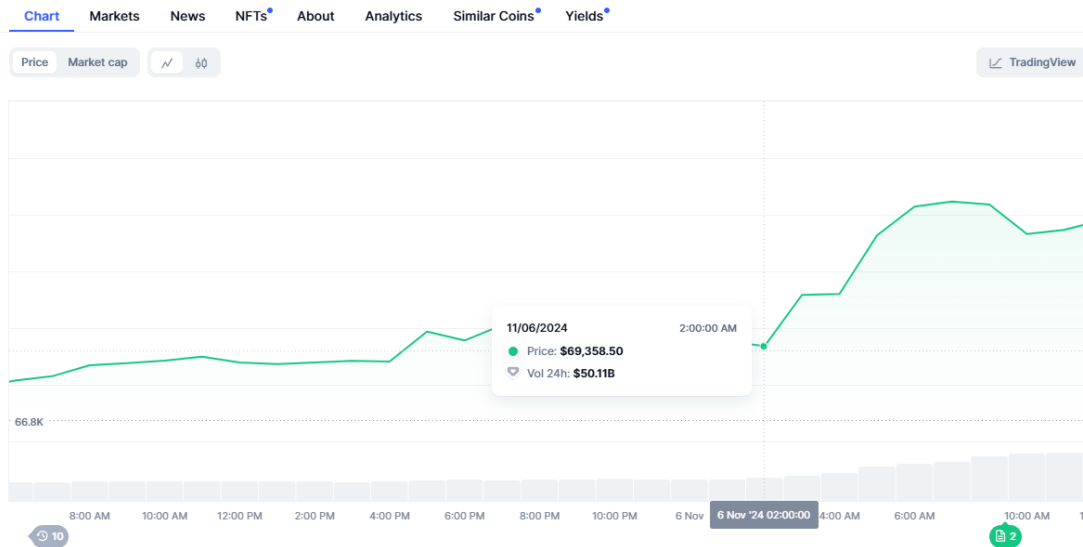


Рис. 1. Ціна Біткоїну станом на 06.11.2024 о 02:00.

Джерело: Coinmarketcap [2]

А вже 6 листопада 2024 року о 07:00 його ціна становить 74466,53 тис. доларів. Тобто ціна зросла більше ніж на три тисячі доларів за п'ять годин. (див. рис. 2).

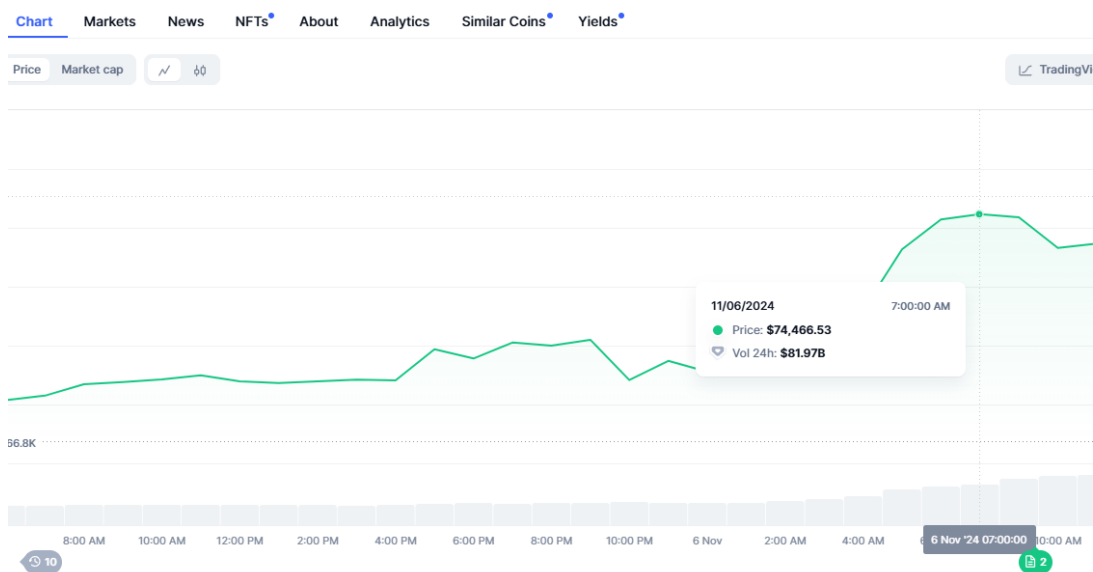


Рис. 2. Ціна Біткоїну станом на 06.11.2024 о 07:00

Джерело: Coinmarketcap [2]

Такі коливання ринку спонукають дослідників до спроб спрогнозувати волатильність різними методами, щоб отримати перевагу на ринку. У даній статті ж буде розглянуто моделі ARCH/GARCH.

Вибірка даних для моделі ARCH\GARCH

Для проведення дослідження було використано дані ціни біткоїну з платформи Coinmarketcap [2] за 2021-2023 роки. Дані ж волатильності було власноруч розраховано для цього періоду за допомогою програми Excel (див. таблиця 1).

Таблиця 1

Дані волатильності Біткоїну за 2021-2023 рік

01.01.2021	14,21	01.07.2022	17,74048
01.02.2021	36,37	01.08.2022	-14,0818
01.03.2021	30,49	01.09.2022	-3,08917
01.04.2021	-2,06	01.10.2022	5,47469
01.05.2021	-35,38	01.11.2022	-16,2328
01.06.2021	-6,05	01.12.2022	-3,61188
01.07.2021	18,34	01.01.2023	39,82327
01.08.2021	13,60	01.02.2023	0,056595
01.09.2021	-6,97	01.03.2023	22,99001
01.10.2021	39,95	01.04.2023	2,647292
01.11.2021	-7,20	01.05.2023	-6,8727
01.12.2021	-18,62	01.06.2023	11,95307
01.01.2022	-16,9071	01.07.2023	-4,07253
01.02.2022	12,24668	01.08.2023	-11,2787
01.03.2022	5,46287	01.09.2023	3,984637
01.04.2022	-17,2123	01.10.2023	28,51546
01.05.2022	-15,6993	01.11.2023	8,831434
01.06.2022	-37,6569	01.12.2023	12,09562

Модель ARCH\GARCH. Прогноз на 2024 рік.

Моделі ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity — авторегресивна умовна гетероскедастичність) і GARCH (Generalized ARCH — узагальнена авторегресивна умовна гетероскедастичність) були створені для врахування динаміки зміни волатильності в часі [1]. Вони базуються на принципі, що фінансова волатильність часто проявляє так звану «кластеризацію» — чергування періодів високої та низької волатильності. Основна ідея цих моделей полягає в тому, що поточна волатильність залежить від минулих значень доходності та волатильності.

ARCH-модель припускає, що поточна волатильність визначається попередніми квадратами доходності. Модель GARCH розширює цей підхід, додаючи лагові компоненти самої волатильності. Ці моделі широко застосовуються у фінансовій сфері, зокрема для оцінки ризиків у портфельному інвестиційному менеджменті та роботі з фінансовими інструментами, такими як деривативи.

Для створення прогнозу у даній статті було використано бібліотеки arch та statsmodels для Python. В результаті було створено утиліту із наступним кодом (див. лістинг. 1)

Лістинг 1

Утиліта мовою Python для створення моделі ARCH\GARCH

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from arch import arch_model

# Дані
data = {
    «Date»: [
        «01.01.2021», «01.02.2021», «01.03.2021», «01.04.2021», «01.05.2021»,
        «01.06.2021», «01.07.2021», «01.08.2021», «01.09.2021», «01.10.2021»,
        «01.11.2021», «01.12.2021», «01.01.2022», «01.02.2022», «01.03.2022»,
        «01.04.2022», «01.05.2022», «01.06.2022», «01.07.2022», «01.08.2022»,
```

```
«01.09.2022», «01.10.2022», «01.11.2022», «01.12.2022», «01.01.2023»,
«01.02.2023», «01.03.2023», «01.04.2023», «01.05.2023», «01.06.2023»,
«01.07.2023», «01.08.2023», «01.09.2023», «01.10.2023», «01.11.2023»,
«01.12.2023»
],
«Volatility»: [
    14.21, 36.37, 30.49, -2.06, -35.38, -6.05, 18.34, 13.60, -6.97, 39.95,
    -7.20, -18.62, -16.91, 12.25, 5.46, -17.21, -15.70, -37.66, 17.74,
    -14.08, -3.09, 5.47, -16.23, -3.61, 39.82, 0.06, 22.99, 2.65, -6.87,
    11.95, -4.07, -11.28, 3.98, 28.52, 8.83, 12.10
]
}
# Створення DataFrame
df = pd.DataFrame(data)
df[«Date»] = pd.to_datetime(df[«Date»], format=»%d.%m.%Y»)
df.set_index(«Date», inplace=True)
# Побудова моделі GARCH(1,1)
garch_model = arch_model(df[«Volatility»].dropna(), vol=»Garch», p=1, q=1)
garch_fit = garch_model.fit(dis=»off»)
# Прогноз на 6 місяців
forecast = garch_fit.forecast(horizon=6)
forecast_variance = forecast.variance.iloc[-1]
forecast_volatility = np.sqrt(forecast_variance)

# Виведення результатів
print(«Прогнозовані волатильності (наступні 6 місяців 2024 року):»)
for i, vol in enumerate(forecast_volatility, start=1):
    print(f»Місяць {i}: {vol:.6f}»)

# Побудова графіка
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(df.index, df[«Volatility»], label=»Історична волатильність»)
plt.axvline(df.index[-1], color=»red», linestyle=»—«, label=»Початок прогнозу»)
plt.plot(
    pd.date_range(start=df.index[-1], periods=7, freq=»M»)[1:],
    forecast_volatility,
    label=»Прогнозована волатильність», color=»green»
)
```

```
plt.title(«Прогноз волатильності біткоїна (GARCH)»)
plt.legend()
plt.xlabel(«Дата»)
plt.ylabel(«Волатильність»)
plt.grid()
plt.show()
```

Дана утиліта приймає дані дати і волатильності (масив data) і генерує прогноз волатильності методом ARCH\GARCH на 6 наступних періодів за заданими параметрами. В якості експерименту були вибрані параметри $p = 1$; $q = 1$.

В результаті, утиліта розрахувала прогнозоване значення волатильності біткоїну на перші 6 місяців 2024 року (див. рис. 3).

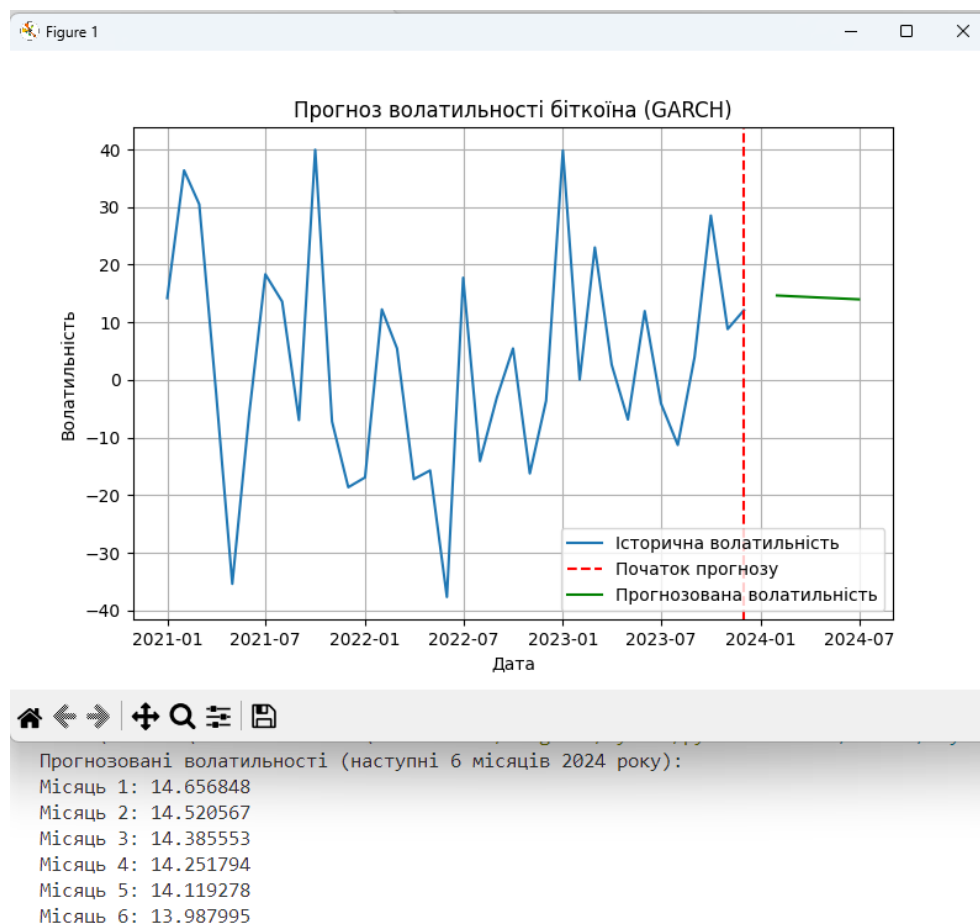


Рис. 3. Прогноз волатильності Біткоїна на перші 6 місяців 2024 року

Джерело: створено автором

Тепер, маючи прогнозовані значення волатильності біткоїну від моделі GARCH, можна порівняти справжні дані і отриманими (див. таблиця 2).

На таблиці 2 можна спостерігати значні відхилення прогнозованих значень від реальних проте, через специфіку досліджуваного параметру, має сенс порівнювати точність прогнозу у середніх значеннях волатильності. В результаті отримано наступні дані (див. таблиця 3).

Таблиця 2

Порівняльна таблиця реальних та прогнозованих даних волатильності Біткоїну за перші шість місяців 2024 року

Дата	Реальні значення	Прогнозовані значення
01.01.2024	8,831434	14 ,656848
01.02.2024	12,09562	14 ,520567
01.03.2024	0,684779	14 ,385553
01.04.2024	43,689	14 ,251794
01.05.2024	16,61884	14 ,119278
01.06.2024	-15,0336	13 ,987995

Таблиця 3

Порівняльна таблиця реальних та прогнозованих даних волатильності Біткоїну за перші шість місяців 2024 року в середніх значеннях

	Прогнозовані значення	Реальні значення	Відсоткова помилка	Середня абсолютна похибка	Точність прогнозу
Середнє Значення	14,32	11,15	28%	-3,17	72%

Висновки і перспективи подальших досліджень. В результаті проведеної роботи (таблиця 3) можна бачити, що прогнозування волатильності криптовалют методами ARCH\GARCH має право на існування. 72% точності прогнозу це доволі великий показник, але необхідно проводити додаткові дослідження методів прогнозування криптовалют – порівняти отримані результати із іншими

експериментальними ітераціями застосування даної моделі а також провести порівняльний аналіз із іншими, традиційними і нетрадиційними методами прогнозування волатильності.

Література

1. Моделі ARCH, GARCH. Студ Ком ЮА. URL: https://stud.com.ua/72687/ekonomika/modeli_arch_garch (дата звернення: 01.12.2024).
2. Bitcoin (BTC). CoinMarketCap. URL: <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/> (дата звернення: 01.12.2024).
3. Поняття волатильності: що це таке і як вона впливає на ваші інвестиції. Fondexx. URL: <https://fondexx.com.ua/blog/ponyattya-volatilnosti-scho-ce-take-i-yak-vona-vplyvae-na-vashi-investicii> (дата звернення: 01.12.2024).
4. Ethereum (ETH), CoinMarketCap. URL: <https://coinmarketcap.com/currencies/ethereum/> (дата звернення: 01.12.2024).
5. Crypto Bubbles. URL: <https://cryptobubbles.net/> (дата звернення: 01.12.2024).

References

1. Stud Kom UA. Modeli ARCH, GARCH [ARCH, GARCH Models]. Access mode: https://stud.com.ua/72687/ekonomika/modeli_arch_garch.
2. CoinMarketCap. Bitcoin (BTC). Access mode: <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>.
3. Fondexx. Poniattia volatylnosti: shcho tse take i iak vona vplyvaie na vashi investytsii [The Concept of Volatility: What It Is and How It Affects Your Investments]. Access mode: <https://fondexx.com.ua/blog/ponyattya-volatilnosti-scho-ce-take-i-yak-vona-vplyvae-na-vashi-investicii>.

4. CoinMarketCap. Ethereum (ETH). Access mode: <https://coinmarketcap.com/currencies/ethereum/>.
5. Crypto Bubbles. Access mode: <https://cryptobubbles.net/>.