

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова
Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
Кафедра оптимального керування та економічної кібернетики

Дипломна робота

магістра

на тему: «Моделювання волатильності криптовалютних ринків»
«Modeling the volatility of cryptocurrency markets»

Виконала: студентка денної форми навчання
спеціальності 113 Прикладна математика

Ялимова Іванна Валентинівна

Керівник: к. т. н., доц. Мороз В.В.

Рецензент: к. ф. – м. н., доц. Страхов Є.М.

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
№__ від «__» _____ р.
Завідувач кафедри

Захищено на засіданні ЕК №_____
протокол №__ від _____ р.
Оцінка _____ / _____ / _____
Голова ЕК

ЗМІСТ

Анотація	3
Вступ	4
1. Огляд літератури	6
1.1. Основні поняття броунівського руху.....	6
1.2. Огляд моделей броунівського руху.....	7
2. Математичні моделі та методи дослідження	9
2.1. Теорія Ейнштейна.....	9
2.2. Теорія Ланжевена, співвідношення Стокса-Ейнштейна та формула Гріна-Кубо.....	13
2.3. Стохастичні диференціальні рівняння та рівняння Фоккера-Планка.....	17
3. Модифікація алгоритму моделі GBM	20
4. Апробація алгоритму моделі GBM	28
Висновок	34
Список літератури	35

Анотація

В роботі розглянута теорія Ейнштейна про броунівський рух та експеримент Перріна. Описано підхід і теорію Ланжевена в термінах випадкової сили, а також співвідношення Стокса - Ейнштейна. Розглянуто поняття стохастичного диференціального рівняння та його еквівалентний опис у термінах рівнянь Фоккера-Планку. Використано стохастичний метод для побудови моделі геометричного броунівського руху, в результаті якого отримано різні сценарії волатильності цін на криптовалютній біржі.

Вступ

Головною проблемою використання інформації на ринках/біржах є збереження активів та уміння прогнозувати ціни. У русі цін на криптовалютному ринку беруть участь багато факторів, які складно змодельовати. Такими факторами є новини, ліквідність, розмір ринку та навіть людська психологія. Інвестори, безумовно, ухвалюють рішення на основі емпіричних даних та індикаторів фондового ринку. Однак вони можуть інтерпретувати дані по-різному, як через їхню схильність до ризику, так і через свій настрій на даний момент. У той час як одна з останніх новин в країні спонукає одного інвестора купувати акції, іншого вона змушує продавати самі ці акції. Отже, прогнозування цін на біржі валют є складною роботою, але все ще є цінні інструменти, які можуть допомогти нам зрозуміти рух цін до певного моменту.

Проблеми випадковості та детермінованості поведінки біржових ринків продовжують хвилювати економістів та стрімко обговорюються у сучасній економічній літературі. Методи випадкового блукання зайняли міцне становище в економічній теорії та біржовій практиці.

В роботі розглядається метод побудови геометричного броунівського руху (GBM) з використанням мови програмування Python для моделювання ціноутворення криптовалют. GBM технічно є Марківським процесом, тобто, ціни наслідують випадкове блукання. Ця модель безперервних випадкових процесів є моделлю з дискретним часом.

Аргументами на користь використання GBM є [1]:

- Очікувані результати GBM не залежать від значення ціни, що узгоджується з тим, що ми очікуємо насправді;
- Процес GBM приймає лише позитивні значення, як і реальні ціни;

- Процес GBM демонструє таку ж «непередбачуваність» на своєму шляху, що і реальні ціни;
- Розрахунки з процесами GBM відносно прості.

Однак GBM не є повністю реалістичною моделлю, зокрема вона не відповідає дійсності за наступними пунктами [1]:

- У реальних цінах на біржі валют волатильність змінюється з часом (можливо, стохастично), але GBM волатильність передбачається постійною;
- У реальному житті ціни часто показують стрибки, викликані різними факторами, але у GBM цей шлях є безперервним (без розривів).

Метою роботи є дослідження волатильності криптовалют і поліпшення методів цієї оцінки.

Об'єктом дослідження є динамічні процеси на фінансових ринках.

Предмет дослідження – волатильність криптовалют на основі моделювання геометричного броунівського руху.

Ціль роботи – дослідити GBM на реальних даних і оцінити можливості застосування даної моделі.

Висновок

Дана робота дає змогу зробити висновок, що метод побудови геометричного броунівського руху дозволяє моделювати ціни криптовалют на фінансовому ринку, будувати прогнози та дає можливість бачити тренд ціноутворень.

Тестові результати даного алгоритму показали, що чим більший заданий період прогнозу на вхід програми, тим більше прогнозовані ціни відхиляються від реальних цін. Також можна помітити, що якщо збільшувати значення параметра історичних цін, то результат прогнозу цін не буде кращим, як, наприклад, у машинному навчанні. Тобто μ та σ залишаються аналогічними за значенням.

В роботі показані математичні моделі та методи дослідження броунівського руху, як випадкового процесу: метод Ейнштейна, Ланжевена, використання стохастичного диференціального рівняння. Також показано модифікацію алгоритму GBM, яка допомагає побачити, якими шляхами можуть йти ціни, що дає нам можливість створювати надійні стратегії торгівлі та хеджування, на які можемо покластися або орієнтуватися.

Список літератури

1. Geometric Brownian motion [Електронний ресурс]: Вікіпедія. Вільна енциклопедія - Режим доступу:
https://en.wikipedia.org/wiki/Geometric_Brownian_motion
2. Броуновское движение [Електронний ресурс]: Вікіпедія. Вільна енциклопедія - Режим доступу:
https://ru.wikipedia.org/wiki/Броуновское_движение
3. Microscopy UK [Електронний ресурс]: – Електрон. журн. – режим доступу до журн.: <http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html>?<http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artaug15/dw-ingenhousz.html>
4. Louis Bachelier [Електронний ресурс]: Вікіпедія. Вільна енциклопедія - Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Louis_Bachelier
5. Brownian motion [Електронний ресурс]: Вікіпедія. Вільна енциклопедія - Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Brownian_motion
6. Среднеквадратичное смещение [Електронний ресурс]: Вікіпедія. Вільна енциклопедія - Режим доступу:
https://www.hmong.press/wiki/Mean_squared_displacement
7. Don S. Lemonsa. Paul Langevin's 1908 paper "On the Theory of Brownian Motion" [Електронний ресурс]: – Електрон. журн. – режим доступу до журн.: <https://www.physik.uni-augsburg.de/theo1/hanggi/History/Langevin1908.pdf>
8. Lew Brubacher. An experiment to measure Avogadro's constant. Repeating Jean Perrin's confirmation of Einstein's Brownian motion equation [Електронний ресурс]: – Електрон. журн. – режим доступу до журн.:
https://uwaterloo.ca/chem13news/sites/ca.chem13news/files/uploads/files/may06_2006_page_14.pdf

9. Physics of Complex Systems. Brownian Motion [Електронний ресурс]: –

Електрон. журн. – режим доступу до журн.:

<http://ic1.ugr.es/members/phurtado/wp-content/uploads/sites/3/2017/12/Brownian-motion.pdf>

10. Постоянная Больцмана [Електронний ресурс]: Вікіпедія. Вільна енциклопедія - Режим доступу:

https://ru.wikipedia.org/wiki/Постоянная_Больцмана

11. Уравнение Ланжевена [Електронний ресурс]: Вікіпедія. Вільна енциклопедія - Режим доступу:

https://www.wikiwand.com/ru/Уравнение_Ланжевена

12. Лемма Ито [Електронний ресурс]: – Електрон. стат. – режим доступу до стат.: <https://habr.com/ru/post/549202/>

13. Umut Yildiz. Simulating stock prices in Python using Geometric Brownian Motion [Електронний ресурс]: – Електрон. стат. – режим доступу до стат.:

<https://towardsdatascience.com/simulating-stock-prices-in-python-using-geometric-brownian-motion-8dfd6e8c6b18>

14. Yahoo Finance [Електронний ресурс]: – режим доступу:

<https://finance.yahoo.com/cryptocurrencies/>