

УДК 336.761

DOI: 10.31891/2307-5740-2022-302-1-53

БУРТНЯК І. В.

<https://orcid.org/0000-0002-9440-1467>

e-mail: ivan.burtnyak@pnu.edu.ua

СУДУК Н.В.

<https://orcid.org/0000-0002-9720-7061>

e-mail: natalia.suduk@pnu.edu.ua

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника»

## МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛАТИЛЬНОСТІ ФОНДОВОГО РИНКУ

У статті розглянуті різні підходи до визначення волатильності фондового ринку. Вона є одним з найважливіших індикаторів фінансового ринку і характеризує ступінь коливання цін активів, відображає, наскільки високі відхилення цінних змін щодо загальної тенденції. Одержані значення волатильності дають можливість робити аналіз тривалості процесу на фондовому ринку, робити корекцію і конкретні кроки для покращення ситуації щодо оптимізації фінансових стратегій як учасників ринку, так і в цілому економічних агентів. Волатильність є показником осмисленості дій учасників фондового ринку. Таким чином, волатильність є ключовим поняттям для оцінки ринкового ризику та прийняття рішень щодо вкладення коштів. Великою популярністю серед зарубіжних інвесторів користуються похідні інструменти та індикатори волатильності. В основі розрахунку ринкової волатильності лежить наступна закономірність – розмір опціонної премії безпосередньо залежить від поточної волатильності ринку. Подальшим кроком у розвитку індикаторів волатильності є створення нових похідних інструментів, тобто інвестори також отримають можливість хеджувати ризики, пов'язані з ростом коливань на фінансових ринках, і отримувати додатковий прибуток за рахунок підвищення ефективності управління портфелем.

Ключові слова: волатильність, поверхня волатильності, фондовий ринок, фінансовий ринок, фондовий індекс.

IVAN BURTNIAK, NATALIA SUDUK

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

## MODEL OF DETERMINING STOCK MARKET VOLATILITY

The article considers different approaches to determining stock market volatility. It is one of the most important indicators of the financial market and characterizes the degree of fluctuations in asset prices, reflects how high the deviations of price changes relative to the general trend. The obtained values of volatility make it possible to analyze the duration of the process in the stock market, make adjustments and concrete steps to improve the situation to optimize the financial strategies of both market participants and economic agents in general. Volatility is an indicator of the meaningfulness of the actions of stock market participants. Thus, volatility is a key concept for assessing market risk and making investment decisions. Derivatives on volatility indicators are very popular among foreign investors. Such instruments allow you to hedge the risks associated with increasing stock market fluctuations, and due to the negative correlation with stock indices increase the benefits of investment diversification if they are in the investment portfolio, especially in a declining market. The calculation of market volatility is based on the following pattern – the size of the option premium directly depends on the current market volatility. The stronger the fluctuations in the market, the greater the risk of the seller of the option, and hence the amount of payment for this risk – the option premium. A further step in the development of volatility indicators is the creation of new derivatives, which means that investors will also be able to hedge risks associated with growing fluctuations in financial markets and earn additional profits by improving the efficiency of portfolio management.

Keywords: volatility, volatility surface, Stock Market, financial market, stock index.

### Постановка проблеми у загальному вигляді

#### та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Український фондовий ринок є основним чинником розвитку її економіки. Аналіз стану фондового ринку в Україні та світі в цілому є найбільш значущим питанням для ефективного функціонування фінансової системи, особливо якщо враховувати сучасний стан фінансових інститутів в умовах кризи [1]. Сучасний етап розвитку фондових ринків країн характеризується гармонізацією правил і норм інвестування, мінімізуються фактори, які перешкоджають доступу іноземних учасників на національні ринки [2]. Важливим елементом фінансової системи країни є фондовий ринок, на якому провідну роль відіграє біржовий ринок, де, як правило, здійснюється торгівля високоліквідними цінними паперами, які характеризуються високим рівнем попиту. Водночас сучасні умови вимагають від учасників фондового ринку нових моделей організації діяльності, аналізу впливу різноманітних ризиків і побудови системи їх мінімізації. Процеси ринкової трансформації, які охопили майже всі сфери діяльності суспільства, супроводжуються суттєвими змінами економічного середовища, відповідно, змінюючи й основні проблеми сучасної вітчизняної економіки, наприклад, високі ризики в реальному і фінансовому секторі [3]. У зв'язку з цим особливого значення набуває вивчення волатильності фондового ринку України.

Стійке зростання економіки України можна досягнути за рахунок великомасштабних внутрішніх і зовнішніх інвестицій. На даний момент відчувається гостра нестача коштів у більшості галузей української економіки. Обсяги інвестицій в Україні є недостатніми для того, щоб говорити про участь нашої країни в міжнародних інвестиційних потоках. Однак український фондовий ринок активно розвивається в останні

роки, створена інфраструктура, а також активно розвивається нормативно-правова база ринку цінних паперів, тому він все більше інтегрується в глобальний інвестиційний процес [4].

З огляду на масштаби економіки, можна говорити про те, що український фондовий ринок має істотний потенціал зростання. У майбутньому він може послужити вирішенням ключових проблем: сучасного корпоративного розвитку та модернізації національного виробництва. На даний момент фондовий ринок в нашій країні, скоріше є способом перерозподілу власності, ніж механізмом розвитку економіки країни [5].

Однак, поки український фондовий ринок не виконує цю свою основну функцію, а служить в основному механізмом перерозподілу власності.

В умовах, що склалися виникає необхідність вирішення таких проблем, які тісно пов'язані між собою [6]:

✓ Велике значення має активне використання наукового і організаційно-правового світового досвіду та його адаптація до специфіки української економіки і фондового ринку.

✓ Основними причинами, які перешкоджають перетворенню ринку цінних паперів в інструмент залучення інвестицій в реальний сектор економіки країни, є незначна кількість емітентів, низька капіталізація, відсутність індивідуальних інвесторів, прагнення гравців ринку до отримання спекулятивного доходу. Слід визнати, що український фондовий ринок досяг значних успіхів, а саме став більш цивілізованим та істотно інституціоналізованим. Однак як частина світового фондового ринку, він все ще знаходиться в стадії початкового розвитку.

✓ Оскільки ринок цінних паперів України інтегрується в систему міжнародного інвестування, то його подальше зростання багато в чому буде залежати від західних портфельних інвесторів.

✓ Український ринок цінних паперів не виконує своєї основної функції – бути джерелом фінансування інвестицій шляхом трансформації заощаджень економіки в інвестиції. До теперішнього часу фондовий ринок виконував функцію перерозподілу власності. Зараз в нашій державі спостерігається значний розрив між підйомом фінансового ринку, кількістю вільних коштів на ньому і дефіцитом вкладень в реальний сектор економіки. Ресурси, сконцентровані на фінансовому ринку, можуть забезпечити потреби економіки, але фондовий ринок не в змозі їх повністю використовувати. У перспективі український фондовий ринок повинен зіграти ключову роль у вирішенні цієї важливої проблеми економіки. Інвестиції є основним фактором економічного зростання, що особливо актуально у зв'язку з завданням збільшення зростання ВВП.

✓ Серед ключових причин неефективності фінансового ринку можна виділити високий рівень інфляції, орієнтованість економіки України на експорт сировини, високий рівень олігополізації економіки, адміністративні та податкові бар'єри. Всі перераховані вище причини істотно перешкоджають переходу коштів фінансового ринку в реальний сектор економіки і створюють високі транзакційні витрати [7].

✓ Перспективи західного портфельного інвестування в український фондовий ринок безпосередньо залежать від зростання його інвестиційної привабливості.

Перспективи українських інвестицій на зарубіжних фондових ринках пов'язані з інституційними реформами (пенсійної, системи страхування тощо), що проводяться в нашій країні. Всі ці реформи ставлять проблему інвестування значних коштів, які український фондовий ринок повністю акумулювати не в змозі. В результаті частина коштів буде інвестована в іноземні цінні папери. У зв'язку з лібералізацією валютного законодавства розширилися можливості інвестування коштів в іноземні цінні папери для українських громадян [8].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Найбільш вагомими науковими дослідженнями, які присвячені окремим аспектам функціонування фондових ринків та вивчення динаміки їхньої волатильності, є праці зарубіжних науковців: Ф. Блек, М. Шоулс, Г. Марковіц, У. Шарп, Е. Петерс, Д. Сорнетте, Дж. Стігліц, Дж. Тобін, І. Фама. Серед вітчизняних праць особливу увагу необхідно приділити теоретико-методологічним дослідженням І. Бланка, З. Ватаманюка, Л. Примостки, О. Сохацької, В. Галіцина, О. Суслова, В. Вітлінського, Н. Максишко, В. Соловійова, Н. Костіна, Ю. Лисенко, І. Огірко, В. Порохні, С. Рамазанова, Л. Сергєєва, В. Юринця, О. Ястремського та інших.

#### **Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття**

Волатильність – це міра невизначеності ринку. Рівень волатильності можна оцінювати по-різному. Найпростіший спосіб оцінки – на підставі ретроспективних даних – має очевидний недолік – запізнювання. У зв'язку з цим більш затребуваною є ринкова волатильність – оцінка поточних коливань і очікувань учасників фінансового ринку, а саме учасників ринку опціонів [3].

В основі розрахунку ринкової волатильності лежить наступна закономірність – розмір опціонної премії безпосередньо залежить від поточної волатильності ринку. Чим сильніші коливання на ринку, тим більший ризик продавця опціону, а значить більше розмір плати за даний ризик – опціонної премії. Залежність розміру опціонної премії від рівня волатильності описується різними теоретичними моделями. Найбільш популярний підхід Блека-Шоулза [4].

Згідно з [5] волатильність – це рівень коливань вартості фінансового інструменту залежно від коливань ринку. Чим сильніше відхилення ціни активу від середнього значення, тим вищим є рівень ризику цього активу. Це одна з гіпотез теорії оптимального інвестиційного портфеля, який пов'язав високу волатильність з непередбачуваністю поведінки ціни, а, отже, і з підвищеним ризиком. Зі зростанням ціни акцій багато гравців намагаються підхопити тренд і таким чином надають йому ще більший імпульс у розвитку. Це може продовжуватися до тих пір, поки не вичерпується потік зацікавлених осіб, після чого динаміка ціни може змінитися на протилежну.

Серед таких гравців багато тих, які не задаються питанням щодо реальної вартості активів. У прагненні заробити вони намагаються вгадати настрої натовпу і пливають за течією. Інші учасники фондового ринку купують цінні папери осмислено, маючи чітке уявлення про вартість активу і план заробітку на інвестуванні коштів в такий бізнес. Деякі купівельно спроможні інвестори, не бажаючи провокувати серйозні коливання на ринку, купують значні пакети акцій за фіксованою ціною. Логіка поведінки цих інвесторів дозволяє зробити наступний важливий висновок: при здійсненні операцій з цінними паперами слід орієнтуватися, перш за все, на вартість бізнесу, а поведінку натовпу використовувати у власних інтересах. Звідси випливає, що чим більше людей роблять осмислені угоди, що ґрунтуються на вартості та економічних показниках бізнесу, тим нижчою буде волатильність, оскільки у решти гравців буде менше можливостей порушувати стабільність ринку.

Будь-яке інвестиційне рішення – це ставка на невідоме майбутнє, а рух цін є тією змінною, для якої будуються прогнози. Всі інвестори займаються прогнозуванням волатильності і тому шукають методи її оцінки. Одним з найбільш ефективних таких методів є динамічна модель зміни волатильності американського економіста Роберта Енгла [6], яка була ним розроблена в 1982 році. Модель базується на ідеї про те, що більшість часових рядів у макроекономіці мають у своїй основі стохастичний (ймовірнісний) тренд. Саме тому короточасні відхилення можуть мати довгострокові наслідки. Цей висновок має суттєве практичне значення для довгострокового прогнозування, оскільки інвестори та фінансові установи мають потребу у прогнозних оцінках волатильності на тиждень, місяць, рік тощо. Хоча реальна волатильність є змінною величиною, економісти довгий час використовували тільки такі статистичні методи, що ґрунтувались на передумові про її усталеність. Статистичні моделі дохідності активів можуть пояснити тільки їхні незначні щоденні зміни. Більша частина волатильності, таким чином, потрапляє у випадкову помилку або, інакше кажучи, у помилку прогнозу за моделлю.

### Формулювання цілей статті

Метою статті є дослідження моделі визначення волатильності фондового ринку.

### Виклад основного матеріалу

У стандартних статистичних моделях вважається, що очікувана дисперсія випадкової помилки не змінюється в часі. Відповідно, вони не відображають значних коливань цін та дохідності активу.

Властива ринку невизначеність, що вимірюється варіаціями або коваріаціями, змінюється в часі. Вивчення цих змін набули систематичного характеру і стало можливим лише з появою моделей авторегресійної умовної гетероскедастичності (AutoRegressive Conditionally Heteroskedastic, ARCH). Основна ідея яких полягає у відмінності між умовними і безумовними моментами другого порядку. Тоді як безумовні варіації і коваріації стали, умовні моменти нетривіально залежать від минулих станів світу і розвиваються в часі. Натомість Р. Енгл припустив, що дисперсія випадкової помилки в деякій статистичній моделі в певний період часу систематично залежить від раніше реалізованих випадкових помилок. У технічних термінах це означає, що випадкова змінна характеризується авторегресивною умовною гетероскедастичністю. Тому його підхід одержав скорочену назву ARCH.

Вперше модель ARCH була використана Р. Енгом для вивчення волатильності інфляції [5]. Але найбільш ефективним стало застосування даної моделі на фінансовому ринку, де діяльність економічних суб'єктів спрямована на управління різними типами ризиків та їхню оцінку. Інвестори порівнюють очікувані доходи від активу та ризик. Банки та інші фінансові установи хотіли б мати гарантію того, що вартість їхніх активів не впаде нижче певного мінімального рівня, який би загрожував платоспроможності банку. Подібні оцінки не можуть бути зроблені без вимірювання волатильності дохідності фінансових активів.

На основі моделі Р. Енгла можна зробити висновок щодо того, наскільки виправданим є ризик капітальних вкладень в умовах тих чи інших ринкових коливань. Якщо на ринку спостерігаються сильні коливання, то це створює значні загрози ризику навіть капіталів банків. Тому банки використовують модель змінної в часі волатильності з метою кількісного урахування того, яку частку їхніх активів доцільно вкласти в ті або інші фінансові інструменти, щоб ризик був незначним.

Відкритий Р. Енгом метод аналізу економічних часових рядів дозволив значно достовірніше прогнозувати тенденції зміни ВВП, споживчих цін, процентних ставок, біржового курсу та інших економічних показників не тільки на найближчий день чи тиждень, а й навіть на рік вперед. Так як регулятори фінансового ринку вимагають від кредитних установ застосування індикаторів вартості, що піддаються ризику, під час контролю необхідного капіталу, то застосування моделі ARCH стає обов'язковим (необхідним) інструментом для оцінки ризику у фінансовому секторі.

Модель змінної в часі волатильності або ARCH-модель використовується переважно для оцінки вартості ризиків портфельних інвестицій. Наприклад, розрахунок майбутньої волатильності відіграє значну роль у визначенні цін на опціони та інші фінансові деривативи. Сьогодні найбільш адаптованою моделлю для обрахунку вартості портфеля цінних паперів, що піддається ризику, та змінної волатильності є модель GARCH, що була розроблена Р. Енглем у 1986 році спільно із Т. Боллерслемом [7]. Це узагальнена авторегресійна модель гетероскедастичності, яка передбачає, що на поточну динаміку волатильності впливають як попередні зміни показників, так і попередні оцінки дисперсії, тобто так звані «старі новини» ринку. Крім цього, існують різні модифікації GARCH-моделей, такі, як AGARCH, EGARCH тощо, які застосовуються у різних специфічних умовах. Наприклад, AGARCH або асиметрична GARCH-модель використовується для вимірювання динаміки дисперсії у періоди підйому або спаду на фінансових ринках [8].

На противагу більшості економічних явищ, специфіка функціонування фінансових ринків дозволяє реєстрування біржових курсів та цін інших фінансових інструментів з незвично високою частотою. Найвищий її рівень стосується даних денних, годинних, хвилинних і навіть поточних даних, які появляються в інформаційних системах.

Стан розвитку фондового ринку, умови та ефективність перерозподілу фінансових ресурсів багато в чому відображаються у відповідних фондових індексах, які являють собою агрегований показник змін у певних економічних подіях на цьому сегменті ринку. До того ж, щоб прогнозувати динаміку фондових ринків, потрібно чітко, на кількісному рівні знати відповідні тенденції. Це знов-таки знаходить певне відображення у динаміці фондових індексів та визначає їх множинність [9].

На ринку обертаються різні категорії опціонів – з різними датами експірації, різними страйками (прогнозованою вартістю базового активу), опціони Call і Put (на покупку або на продаж базового активу). Всі вони характеризуються різним рівнем ризику. У свою чергу, волатильність, відповідна різним категоріям опціонів, також істотно різниться. Як правило, волатильність мінімальна для опціонів з ціною виконання близькою поточною ціною базового активу, а при видаленні від центрального страйку вона зростає [9]. Завдяки своїй формі залежність волатильності від вартості базового активу (профіль волатильності) отримала назву «уśmieшка волатильності» (рис. 1).

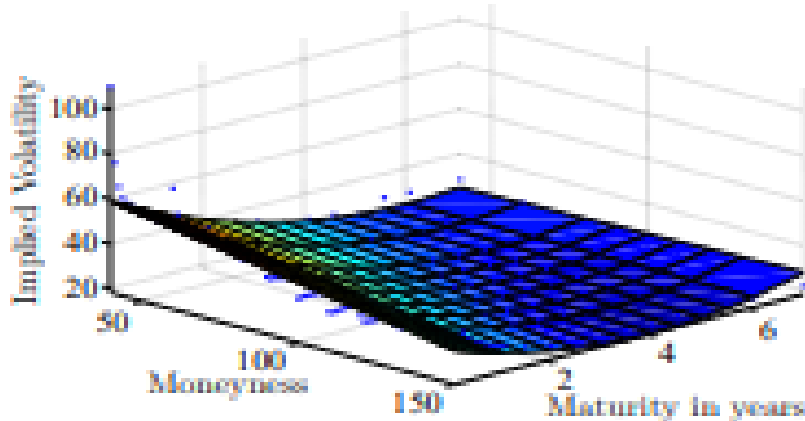


Рис. 1. Поверхня волатильності опціонів на ф'ючерсний контракт на S&P500 в 2021 році

Профіль волатильності з урахуванням часової структури опціонів є поверхнею волатильності. Алгоритм розрахунку індексу волатильності, що визначається на підставі даних про підсумки торгів опціонами на S&P500, є зведення різних оцінок волатильності, які надають різні категорії опціонів, в єдиний індикатор, що характеризує рівень коливань на ринку. Геометрично даний процес можна уявити стисненням поверхні волатильності в одну точку [10].

Одержані значення волатильності дають можливість робити аналіз тривалості процесу на фондовому ринку, робити корекцію і конкретні кроки для покращення ситуації щодо оптимізації фінансових стратегій як учасників ринку, так і в цілому економічних агентів.

Великою популярністю серед зарубіжних інвесторів користуються похідні інструменти на індикатори волатильності. Подібні інструменти дозволяють хеджувати ризики, пов'язані з посиленням коливань на фондових ринках, а за рахунок від'ємної кореляції з фондовими індексами підсилюють вигоду від диверсифікації вкладень, якщо вони входять в інвестиційний портфель, особливо на ринку який має спадну тенденцію. Досліджені в роботі моделі, дозволяють провести аналіз тривалості процесів ціноутворення на фондовому ринку. Коректувати ситуацію та робити конкретні кроки для оптимізації фінансових стратегій. Розроблена стратегія управління процесами ціноутворення, зокрема управління динамікою ціни базового активу та його волатильності, ціни індексів, акцій, опціонів, величиною фінансових потоків.

Аналіз поточної ситуації в макроекономіці може захистити інвесторів від надмірних коротких стрибків волатильності. Згідно цього твердження менеджерам фондів варто почати вибудовувати стратегії по скороченню ризику.

### **Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі**

Для вирішення існуючих проблем Українського фондового ринку необхідно розвивати нові методи підвищення надійності ринку, а саме за рахунок підвищення вимог до фінансових показників діяльності компаній. Для відповідності світовим стандартам, в Україна повинна повноцінно реформувати систему професійної відповідальності учасників ринку та розвинути систему незалежних рейтингових агентств.

Подальшим кроком у розвитку індикаторів волатильності є створення нових похідних інструментів, тобто інвестори також отримають можливість хеджувати ризику, пов'язані з ростом коливань на фінансових ринках, і отримувати додатковий прибуток за рахунок підвищення ефективності управління портфелем.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є вдосконалення дослідження фондового ринку для створення сприятливого інвестиційного клімату та здійснення прогнозування розвитку фондового ринку для покращення стану та позитивної динаміки ринку цінних паперів України.

Також необхідно продовжувати вдосконалення підходів до дослідження волатильності та поширення результатів статті на випадки, коли волатильність залежить від багатьох чинників.

### **Література**

1. Hull J. C. Options, Futures and Other Derivatives. Prentice Hall, 2000.
2. Daglish T., Hull J., Suo W. Volatility Surfaces: Theory, Rules of Thumb, and Empirical Evidence. Quantitative Finance. 2007. Vol. 7, No. 5. P. 507–524.
3. Jackwerth J., Rubenstein M. Recovering Probability Distributions from Option Prices. Journal of finance. 1996. Vol. 51, No. 5.
4. Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. Journal of Political Economy. 1973. № 81, P. 637–654.
5. Ross S. Information and volatility: the no-arbitrage martingale approach to timing and resolution irrelevancy. Journal of Finance. 1989. Vol. 44, No. 1. P. 1–17.
6. Kendall M. The analysis of economic time series: Part I, Prices. Journal of the Royal Statistical Society. 1953. Vol. 96. P. 11–25.
7. Dupire B. Pricing with a smile. Risk. 2005. Vol. 7, P. 18–20.
8. Brigo D., Mercurio F. Dynamics and Calibration to Market Volatility Smiles. International Journal of Theoretical & Applied Finance. 2006. Vol. 5(4). P. 427–446.
9. Fouque J.P., Papanicolaou G., Sircar K. R. Derivatives in Financial Markets with Stochastic Volatility, Cambridge University Press. 2000.
10. Alentom A. Modelling the implied volatility surface: an empirical study for FTSE options. 2004.

Надійшла / Paper received : 22.12.2021

Надрукована / Printed : 31.01.2022