

УДК 330.46; 519.86

ХЕДЖУВАННЯ ФОНДОВОГО ПОРТФЕЛЯ НА ОСНОВІ СТРАТЕГІЙ УПРАВЛІННЯ ВОЛАТИЛЬНІСТЮ

Олександр Варфоломійович ПІСКУН

к.т.н., доцент, завідувач кафедри вищої математики та інформаційних технологій Черкаського інституту банківської справи УБС НБУ (м. Київ)

E-mail: piskun@ukr.net

Анотація. У статті розглянуто стратегії управління волатильністю та методи її оцінки. Досліджено застосування цих стратегій для хеджування фондових портфелів на прикладі індексів S&P500, DAX. Показано, що для ефективного управління портфелем впродовж довгого періоду інвестування необхідно використовувати динамічний підбір оптимальних методів оцінки волатильності та рівнів її обмеження.

Аннотация. В статье рассмотрены стратегии управления волатильностью и методы ее оценки. Исследовано применение этих стратегий для хеджирования фондовых портфелей на примере индексов S&P500, DAX. Показано, что для эффективного управления портфелем в течение длительного периода инвестирования необходимо использовать динамический подбор оптимальных методов оценки волатильности и уровней ее ограничения.

Ключові слова: волатильність, фондовий ринок, хеджування, фінансова криза, ризик-менеджмент.

Ключевые слова: волатильность, фондовый рынок, хеджирование, финансовый кризис, риск-менеджмент.

Постановка проблеми. Нещодавня фінансова криза показала обмеженість стратегій управління ризиками, що засновані на диверсифікаційному принципі розподілення активів. Швидкі та раптові корекції на фондових, товарних та ринках нерухомості є яскравим прикладом того, чому диверсифікації, як географічно, так і за класами активів, не є ні достатнім, ні надійним механізмом контролю за ризиками. Під час криз історичні кореляції між класами активів та їх характеристики волатильності, як правило, кардинально змінюються; класи активів, які за нормальні часи були не корельовані, раптом стають висококорельованими, а альтернативні інвестиції, які були обрані на основі їх здатності генерувати альфа без бета, раптово приносять високу бета з низькою альфа. Поведінка фазової синхронізації, яку можна було прослідкувати під час останньої кризи, в поєднанні зі стрибком рівня волатильності ринку, призвели до глибоких просядок для багатьох інвесторів і привернули значну увагу до управління ризиками.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Велика кількість публікацій була присвячена аналізу та прогнозуванню волатильності доходності активів та її застосуванню до вирішення про-

блем формування оптимального портфеля, оцінки вартості активів та менеджменту фінансових ризиків. Болерслев, Чжоу і Кронер [1, 2] зробили огляд наукової літератури на предмет використання моделі ARCH для прогнозування волатильності, в той час як Гайселз, Харві та Рено [3] зробили аналіз літератури по стохастичній волатильності, а Франс і ван Дейк [4] – по переходу режимів та волатильності. Андерсен, Болерслев і Дібольд [5] опрацьовували моделі реалізованої волатильності.

Метою статті є застосування стратегій управління волатильністю для хеджування фондового портфеля у періоди кризового стану ринку.

Обґрунтування отриманих наукових результатів. Для своєчасного хеджування портфеля потрібно виділити стабільний патерн поведінки ринку з приходом кризових явищ. Основним індикатором тут може виступати негативна дохідність (тобто зміна висхідного тренду ринку на низхідний) та висока волатильність. Методи технічного аналізу, що здатні розпізнавати тренд із зашумленого фінансового часового ряду та, відповідно, його зміну, підходять більше для трейдингу, аніж для середнього та довгострокового хеджування. Беручи за основу рівень волатиль-

ності портфеля, були розроблені такі стратегії зниження та уникнення інвестиційних втрат: обмеження, таргетування та встановлення діапазону коливання волатильності [6].

Механізм обмеження волатильності є достатньо простим. Для портфеля з відносно високим рівнем ризиковості активів встановлюється максимальний рівень волатильності, наприклад, у 15 % річних. Потім проводиться перманентний моніторинг цього рівня. Якщо він перевищує раніше встановлений максимум, активи продаються, а тимчасово вільні кошти зберігаються на поточному рахунку у банку. У разі падіння волатильності вони знову інвестуються у активи. Застосування цієї стратегії дає змогу утримувати волатильність портфеля на певному рівні.

Корекції на фінансових ринках переважно супроводжуються підвищенням рівня короткострокової волатильності. Тобто, короткострокова волатильність є хорошим індикатором майбутніх змін на ринку. Стратегія обмеження волатильності, у свою чергу, автоматично реагує на цей показник, зводячи до мінімуму ризиковість портфеля саме перед фазою падіння. Коли рівень волатильності знижується, інвестор реінвестує збережені кошти в активи, таким чином беручи участь у висхідній фазі ринку.

Однак, для ефективного функціонування цієї стратегії необхідно визначити правильний момент для її застосування та адекватно вибрати горизонт оцінки волатильності. Вона розраховується на базі історичних даних, а отже, якщо обраний період занадто короткий, то минулі потрясіння на ринку не враховуються. У разі обрання довгого відрізка історії оцінка волатильності не може швидко реагувати на характер поточних змін інвестиційних настроїв. Тому, деякі портфельні менеджери надають перевагу очікуваній волатильності, сутністю якої є оцінка очікувань ринку відповідно до волатильності опціону. Крім того, стратегія обмеження волатильності не реагує на фази з низьким рівнем волатильності, оскільки вона активується виключно тоді, коли волатильність підвищується. За умови ж низького рівня волатильності необхідно підвищити ризиковість портфеля, аби мати змогу отримати максимальний прибуток під час фази зростання ринку. Стратегією, що здатна захистити від високих ризиків та інформувати про можливі фази зростання ринку, є таргетування волатильності.

Ідеї таргетування та обмеження волатильності дуже схожі. У першій також передбачається цільове значення, що знижує ризики, коли вола-

тильність портфеля перевищує цільовий рівень. Симетрично до цього проводиться підвищення ризику, коли волатильність падає нижче цільового рівня. Перевагою такого підходу є можливість брати участь у зростанні ринку.

З іншого боку, коли ми маємо падіння ринку без суттєвого підвищення волатильності, таргетування її високого рівня може навіть погіршити збитки. Варто також зазначити, що така стратегія не надає можливості для активного менеджменту, оскільки впливає на структуру портфеля під час обох – спокійної та турбулентної фаз ринку.

Стратегія коливання волатильності дозволяє підстрахувати портфель та одночасно мати можливість для активного управління. Цю модель можна пояснити на прикладі. Припустимо, що є збалансований, активний портфель, який складається з 60 % акцій і 40 % облігацій. Беремо середню волатильність у 10 % річних. Встановлюємо верхню (наприклад, 12 % річних) та нижню (наприклад, 8 % річних) межю волатильності. Коли ризик перевищує встановлений ліміт, портфельний менеджер продає більш ризикові активи (акції) та докупляє менш ризикові (облігації). У протилежному випадку, коли рівень волатильності падає нижче мінімально встановленого рівня, проводиться заміна захисних активів (облігацій) на агресивні (акції). Таким чином, ризиковість портфеля коливається у встановленому діапазоні, а портфельні менеджери мають змогу для активного управління.

Розглянувши існуючі стратегії хеджування портфеля на основі його волатильності, ми підійшли до питання якісної оцінки рівня волатильності.

На сьогоднішній день існує велика кількість методів моделювання оцінок волатильності фінансових ринків. Розглянемо методи експоненціально-зваженої ковзної середньої, GARCH (1,1) та індекси очікуваної волатильності VIX та VDAX.

Метод експоненціально-зваженої ковзної середньої використовується в методології RiskMetrics [7]. Його специфіка полягає в тому, що недавні спостереження вносять більший внесок в волатильність, ніж старі. Тоді оцінка волатильності буде обчислюватися наступним чином:

$$\sigma_t = \sqrt{(1-\lambda) \sum_{i=1}^T \lambda^{i-1} (r_i - \bar{r})^2},$$

де λ , $0 < \lambda$ – коефіцієнт згладжування - ваговий коефіцієнт, що визначає ступінь впливу на

волатильність останніх змін ціни у порівнянні з ранніми оцінками.

Стандартні методи, до яких належить і вище наведений, вважають волатильність постійною.

Для дослідження волатильності фінансових інструментів необхідні моделі, що враховують різні прояви нестационарності фінансових часових рядів як по середньому значенню, так і по дисперсії. До їх числа відносяться модель авторегресії та інтегрованого ковзаючого середнього (autoregressive integrated moving average model – ARIMA model) та моделі умовної гетероскедастичності, наприклад, модель авторегресійної умовної гетероскедастичності (autoregressive conditional heteroskedastic model – ARCH model).

ARCH-модель припускає залежність умовної дисперсії тільки від квадратів минулих значень часового ряду. Узагальнити дану модель можна припустивши, що умовна дисперсія залежить також від минулих значень самої умовної дисперсії. Отримаємо узагальнений ARCH (Generalized ARCH - GARCH) [8].

GARCH (p, q) модель описується таким чином:

$$\sigma_t^2 = a + \sum_{i=1}^q b_i r_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p c_i \sigma_{t-i}^2,$$

де a – базова волатильність,

r_{t-i} – попередні зміни цін,

q – кількість останніх змін цін, що впливають на поточну волатильність,

p – кількість попередніх оцінок волатильності, що впливають на поточну,

b_i – вагові коефіцієнти, що визначають ступінь впливу попередніх змін цін на поточне значення волатильності,

c_i – вагові коефіцієнти, що визначають ступінь впливу попередніх оцінок волатильності на поточне значення.

Дана модель дозволяє відобразити кластеризацію волатильності в часі та частково пояснити ефект «важких хвостів».

Найпростіша та найбільш часто використовувана модель GARCH (1,1) має вигляд:

$$\sigma_{t+1}^2 = \omega + \alpha r_t^2 + \beta \sigma_t^2$$

де ω , α і β – коефіцієнти, що задаються:

$$\omega = \sigma^2 (1 - \alpha - \beta),$$

$$\alpha + \beta < 1,$$

де σ^2 – дисперсія всієї досліджуваної вибірки.

Для знаходження цих коефіцієнтів використовувався метод максимальної правдоподібності. Максимізувалась наступна функція:

$$\ln L = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^N \left(\ln(\sigma_t) + \left(\frac{\varepsilon_t}{\sigma_t} \right)^2 \right),$$

де $\varepsilon_t = r_t - \bar{r}$,

N – кількість елементів у досліджуваній вибірці.

Індекс волатильності VIX – індекс очікуваної волатильності американського фондового ринку, розраховується виходячи з цін опціонних контрактів на індекс S&P500 [9]. Він зважає ринкові очікування на наступні 30 днів за цінами на опціони. VIX не обчислює минулу та майбутню волатильність, а показує, що ринок думає про подальший напрямок волатильності.

Індекс волатильності VDAX – індекс очікуваної волатильності німецького фондового ринку, розраховується на основі опціонів на купівлю та продаж індексу DAX [10].

Проаналізуємо індекси S&P500 та DAX як приклади диверсифікованих портфелів американського та німецького фондових ринків. Для емпіричного дослідження візьмемо стратегію обмеження волатильності. Вона є найпростішою для тестування та в змозі дати аналіз ефективності методів оцінки волатильності.

Ряд значень індексу S&P500 береться за період 02.01.1999-11.07.2014 рр. [11], індексу DAX – за період 16.11.2005-11.07.2014 рр. [12].

Процедура дослідження включає у себе наступні кроки. Спочатку ми розраховуємо VaR [7] індексів S&P500 та DAX методами Risk Metrics і GARCH (1,1). Очікувана волатильність також береться для аналізу та реалізується у індексах VIX [13] для американського та VDAX [14] для німецького фондових ринків. Згідно зі стратегією обмеження волатильності встановлюється ліміт ризиковості, вище якого портфель повинен бути захеджований. Конкретних рекомендацій щодо вибору такого обмеження у літературі немає, а отже ми візьмемо спектр значень, наведений у табл. 1.

Таблиця 1

Порогові значення рівня волатильності

VaR Risk Metrics	2,00 %	2,25 %	2,50 %	2,75 %	3,00 %	3,25 %	3,50 %	3,75 %	4,00 %	4,25 %	4,50 %
VIX/VDAX	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
GARCH(1,1)	2,00 %	2,25 %	2,50 %	2,75 %	3,00 %	3,25 %	3,50 %	3,75 %	4,00 %	4,25 %	4,50 %

Далі ми проводимо управління обраних тестових портфельів з різними пороговими значеннями рівня їх волатильності, спираючись на дві умови. Коли рівень ризиковості нижчий за пороговий, ми тримаємо ринковий портфель. Коли ж ризиковість вище встановленого ліміту, ми продаємо активи і зберігаємо кошти на рахунку в банку, маючи нульовий прибуток, до того часу, коли рівень волатильності впаде нижче критичного рівня. Тоді ми знову купуємо активи та отримуємо ринкову дохідність. Таким чином, якщо хеджування було успішним, тобто під час падіння ринку інвестор не поніс збитків, а під час його зростання отримав прибуток, то рівень дохідності портфелю на кінець інвестиційного періоду повинен бути вищим за ринковий.

Після проведених симуляцій управління портфелем ми порівнюємо відносну нормовану дохідність інвестицій. Від кожного з трьох методів оцінки волатильності вибирається симуляція, що принесла найвищу дохідність, і проводиться порівняння між ними та ринковою дохідністю.

На рис. 1-3 наведені відносна нормована дохідність індексу S&P500 та симуляції дохідностей, отримані із застосуванням хеджування, яке відображається на графіку у вигляді горизонтальних відрізків нульового прибутку. Період дослідження був розбитий на три частини. Перша частина охоплює проміжок часу з 01.1990 р. по 12.2005 р. (рис. 1) та включає в себе крах доткомів 2000–2003 рр. Цей період є базовим, оскільки він не тільки допоможе оцінити ефективність

стратегій хеджування, а й визначить порогові значення рівня волатильності, які найбільше підходять для цієї вибірки. За допомогою наступних двох періодів аналізу буде оцінена доцільність подальшого застосування цих порогових значень. Другий період дослідження охоплює період 01.2006–12.2009 рр. (рис. 2), що містить кризу 2007–2009 рр. Заключною вибіркою слугують дані за період 01.2010–07.2014 рр. (рис. 3) в яких присутня корекція 2011 року.

На рис. 1 кожен з методів оцінки волатильності представлений одним лімітом ризиковості, за допомогою якого були отримані найкращі результати управління портфелем.

За перший період аналізу лише метод GARCH (1,1) з порогом у 4 % VaR зміг принести додатковий прибуток і лише за проміжок часу 08.1998 р. – 10.2000 р., тобто під час падіння доткомів, стратегії хеджування, засновані на обмеженні рівня волатильності, не тільки не змогли б захистити портфель від збитків, а й погіршили б їх. Порогові значення кожного з трьох методів (4% для GARCH (1,1), 3 % для Risk Metrics та 37,5 для VIX) були зафіксовані як базові та будуть протестовані на оптимальність у наступні періоди аналізу.

На рис. 2 добре видно кризу 2007–2009 рр., коли просадка індексу склала 58 %. Управління на основі методу Risk Metrics з базовим пороговим значенням у 3 % показало нижчу дохідність за ринкову на відріжку часу з 09.2007 р. – 09.2008 р. та вищу, починаючи з 09.2008 р., коли стрімке падіння ринку було захеджованим.

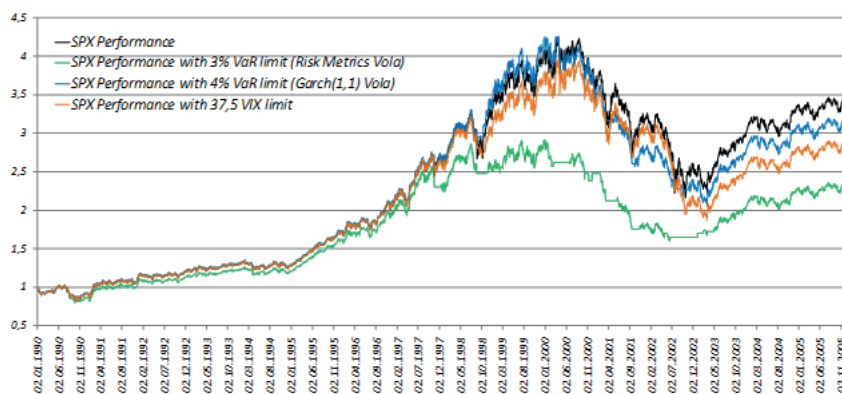


Рис. 1. Відносна нормована дохідність індексу S&P500 та дохідностей, отриманих за допомогою хеджування портфеля (1990–2005 рр.)

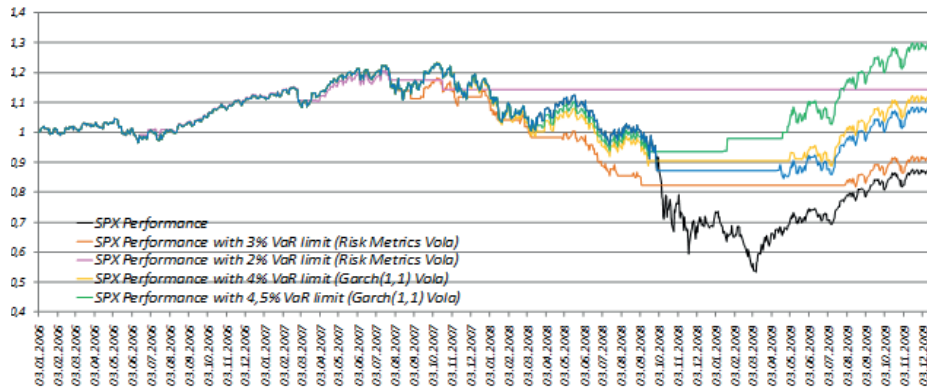


Рис. 2. Відносна нормована дохідність індексу S&P500 та дохідностей, отриманих за допомогою хеджування портфеля (2006–2009 рр.)

Застосування не тільки базового ліміту, а визначеного раніше всього спектру порогових значень, дало змогу виявити, що оптимальним параметром для цього підходу і аналізованого періоду буде 2 %. Маючи цей ліміт за основу, портфель був би захеджований з кінця 07.2007 р. по кінець 10.2007 р. та з початку 11.2007 р. по кінець 12.2009 р., що принесло б додаткові 30 % прибутку у порівнянні з ринком. Розглядаючи ефективність методу GARCH (1,1), базовий ліміт у 4 % приніс би додаткову дохідність інвестору, але не був би оптимальним. Порогове значення у 4,5 % принесло не тільки б вищу прибутковість, але й максимально можливу у порівнянні з іншими методами на кінець аналізованого періоду. Порогове значення для VIX виявилось досить стабільним і складає 37,5 цього разу також. Порівнюючи методи Risk Metrics та GARCH (1,1) з лімітами

у 2 % та 4,5 % відповідно, стає очевидним, що перший підхід дає змогу захеджуватися раніше (11.2007 р.) та елімінувати майбутні збитки від падіння ринку. Починаючи ж з кінця 01.2009 р., другий метод показує сигнали на вихід з режиму хеджування, що дозволяє брати участь у підйомі ринку та отримувати позитивну дохідність. Це є свідченням того, що застосування лише одного методу не дає змогу проводити ефективне управління портфелем на кожному відрізку часу.

Рис. 3 демонструє, наскільки вдалим було б хеджування під час корекції 2011 р., керуючись стратегією обмеження волатильності. Лише підхід Risk Metrics з лімітом у 3,5 % приніс би додаткову дохідність. Інші ж методи лише погіршили б рівень прибутковості портфеля невчасними хеджуваннями.

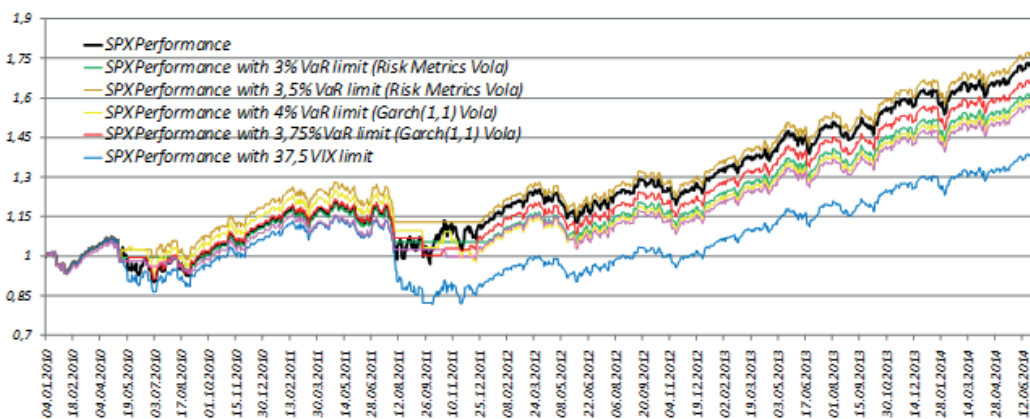


Рис. 3. Відносна нормована дохідність індексу S&P500 та дохідностей, отриманих за допомогою хеджування портфеля (2009–2010 рр.)

Слід звернути також увагу, що оптимальні порогові значення для цього періоду аналізу різняться від базових та від тих оптимальних зна-

чень, що були отримані за попередній період. Так, метод Risk Metrics отримав 3,5 % замість 3 або 2 %; GARCH (1,1) отримав 3,75 % замість 4

або 4,5 %, а VIX – 25 замість 37,5. Таким чином, методи оцінки рівня волатильності не можуть бути ефективно застосовані з єдиним стабільним пороговим значенням ризикованості упродовж відносно довгого періоду інвестування.

Результати управління німецьким фондовим портфелем на прикладі індексу DAX представлені на рис. 4–5. Цього разу період аналізу розбитий на дві частини: з 11.2005 р. по 12.2009 р. (рис. 4) та

з 01.2010 р. по 07.2014 р. (рис. 5), оскільки не існує даних по очікуваній волатильності (VDAX) раніше кінця 2005 р.

Згідно з рис. 4, базуючись на усіх трьох методах оцінки волатильності, можна було б ефективно хеджувати портфель під час кризи 2007–2009 рр. Разом з тим, неможливо застосування одного методу з метою отримання максимального додаткового прибутку упродовж усього періоду інвестування.

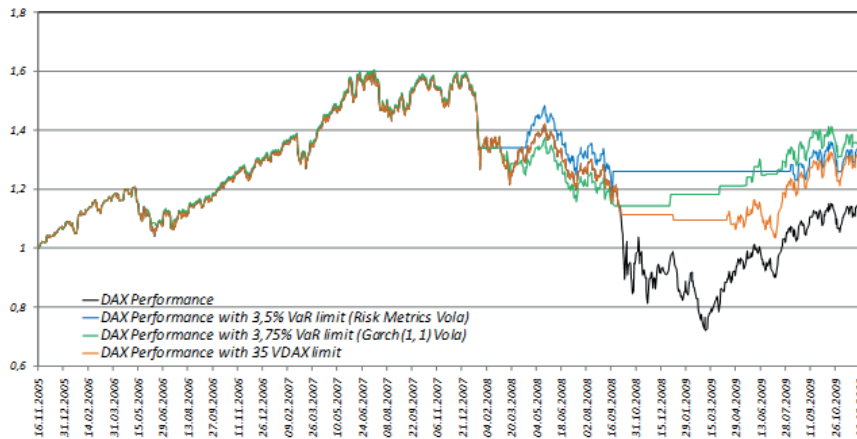


Рис. 4. Відносна нормована дохідність індексу DAX та дохідностей, отриманих за допомогою хеджування портфеля (2005–2009 рр.)

Так, метод Risk Metrics з лімітом ризиковості у 3,5 % приносить додаткову дохідність (вищу за ринкову), починаючи з 02.2008 р., але з приходом 12.2008 р. GARCH (1,1) з лімітом у 3,75 % дає змогу генерувати позитивну дохідність, виходячи з режиму хеджування, і на кінець періоду

(12.2009 р.) демонструє найвищу прибутковість серед застосованих методів.

Згідно рис. 5, можна виділити метод GARCH (1,1) з обмеженням волатильності у 4,5 % як високоєфективний у випадку корекції ринку 2011 р.

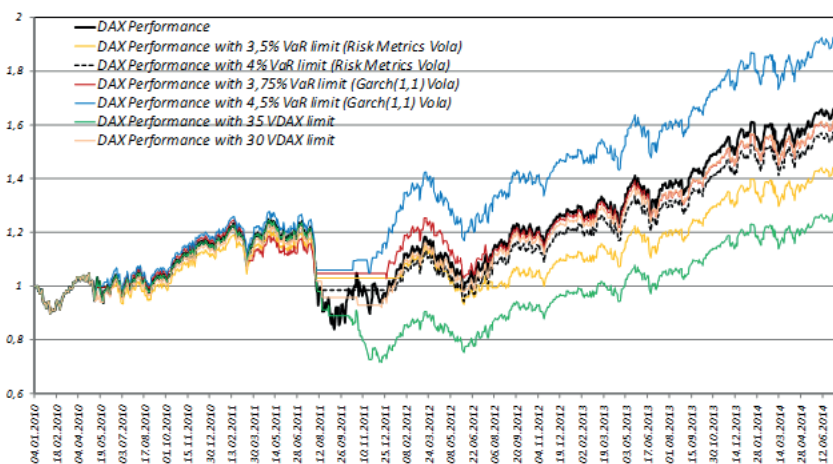


Рис. 5. Відносна нормована дохідність індексу DAX та дохідностей, отриманих за допомогою хеджування портфеля (2010–2014 рр.)

Це єдиний метод, що, починаючи з 05.2010 р., генерував додаткову дохідність, і на кінець аналізованого періоду прибутковість портфеля склала на 16 % вище ринкової. Саме цей метод з базовим пороговим значенням у 3,75 % слугував основою для успішного хеджування на проміжку часу з 08.2011р. – 07.2012 р., але впродовж попереднього та наступного періодів демонстрував нижчу дохідність, аніж сам фондовий ринок. Таким чином, і в даному випадку неможливе ефективне використання єдиного порогового значення обмеження волатильності у різні періоди часу. Інші методи не принесли бажаних результатів навіть із заміною базових значень лімітів на оптимальні для цього періоду.

Висновки. Дослідження показали, що ефективність стратегій хеджування, заснованих на управлінні волатильністю портфеля, не може бути оцінена однозначно. Для американського фондового портфеля існувала можливість вдало-

го хеджування, що принесла б додатковий прибуток, під час кризи 2007–2009 рр. У випадку краху та кризи 2000–2003 рр. та корекції 2011 р. управління портфелем тільки погіршило б його дохідність. Хеджування портфеля німецького фондового ринку було б ефективним у обох випадках: кризи 2007–2009 рр. та корекції 2011 р. за умови обрання відповідного методу оцінки рівня волатильності.

Торкаючись методологічного аспекту вибору методу та порогового значення ризиковості, аналіз показав, що неможливе ефективне застосування єдиного методу оцінки волатильності та стабільного порогу її обмеження упродовж відносно довгого періоду інвестування. Тому, майбутні дослідження будуть проводитись у розрізі розробки та тестування стратегій динамічного підбору оптимальних методів оцінки волатильності та рівнів її обмеження для ефективного управління портфелем у будь-який період часу.

Список використаних джерел

1. Bollerslev T. ARCH modeling in finance: A review of the theory and empirical evidence / Bollerslev T., Chou Y., Kroner F. // *Journal of Econometrics*. — 1992. — № 52. — P. 5–59.
2. Bollerslev T. ARCH Models / T. Bollerslev, Robert F. Engle, Daniel B. Nelson // *Handbook of Econometrics*. — Vol. 4. — Amsterdam: Elsevier Science B. V., 1994. — P. 2961–3038.
3. Ghysels E. Stochastic Volatility / Ghysels E., Harvey A.C., Renault E. // *Statistical methods of finance. Handbook of Statistics series*. — Vol. 14. — Amsterdam: North-Holland, 1996. — P. 119–191.
4. Dick van Dijk. Smooth Transition Autoregressive Models – A Survey Of Recent Developments / Dick van Dijk, Terasvirta T., Franses P. // *Econometric Reviews*. — 2002. — Vol. 21. — Issue 1. — P. 1–47.
5. Andersen G. Modeling and Forecasting Realized Volatility / Andersen G., Bollerslev T., Frances P., Diebold X., Labys P. // *Econometrica*. — 2003. — Vol. 71. — Issue 2. — P. 579–625.
6. Küssner A. Volatilitätssteuerung: Sicherheit in unsicheren Zeiten / Küssner A. // *Die Bank: Zeitschrift für Bankpolitik und Praxis*. – 2013. – Vol. 10. – P. 19 – 23.
7. RiskMetrics™ – Technical Document [Electronic resource]. — Available from: http://www.msci.com/resources/research_papers/technical_doc/1996_riskmetrics_technical_document.html.
8. Bollerslev T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity / Bollerslev Tim // *Journal of Econometrics*. — 1986. — № 31. — P. 307–327.
9. Summa J. Determining Market Direction with VIX [Electronic resource] / John Summa. — Available from : <http://www.investopedia.com/articles/optioninvestor/03/>
10. Badshah I. The Information Content of VDAX Volatility Index and Backtesting Daily Value-at-Risk Models / Ihsan Ullah Badshah // *Modeling and Forecasting Implied Volatility: Implications for Trading, Pricing, and Risk Management*. — Helsinki: Edita Prima Ltd, 2010. — P. 107–134.
11. Historical Prices for S&P500 [Electronic resource]. — Available from : <http://finance.yahoo.com/q/hp?s=%5EGSPC+Historical+Prices>.
12. Historical Prices for DAX [Electronic resource]. — Available from: <http://finance.yahoo.com/q/hp?s=%5EVDAX+Historical+Prices>.
13. Historical Prices for VIX [Electronic resource]. — Available from: <http://www.cboe.com/micro/volatility/introduction.aspx>.
14. Historical Prices for VDAX-NEW [Electronic resource]. — Available from: <http://www.boerse-frankfurt.de/en/equities/indices/vdax+new+DE000A0DMX99/>.