

ÁP DỤNG MÔ HÌNH GARCH DỰ BÁO ẢNH HƯỞNG CỦA ĐẠI DỊCH COVID-19 ĐẾN THỊ TRƯỜNG CHỨNG KHOÁN VIỆT NAM

● LÊ VĂN TUẤN - PHÙNG DUY QUANG

TÓM TẮT:

Bài viết sử dụng mô hình GARCH để mô hình hóa và thực hiện dự báo cho chỉ số VNIndex, chỉ số đại diện cho thị trường chứng khoán (TTCK) Việt Nam. Kết quả thống kê cho thấy, mô hình phù hợp nhất để khái quát hóa sự biến động của VNIndex là GARCH (1,1).

Kết quả giả lập cũng cho biết, ảnh hưởng của đại dịch Covid-19 (đợt 1) lên TTCK Việt Nam là rất lâu dài, khả năng cao để thị trường có thể phục hồi trở lại như trước đại dịch cần khoảng thời gian là 3 năm 3 tháng.

Từ khóa: Chỉ số VNIndex, đại dịch Covid-19, mô hình GARCH, thị trường chứng khoán Việt Nam.

1. Đặt vấn đề

Mô hình hóa yếu tố bất định là vấn đề căn bản của tài chính định lượng, được ứng dụng trong cả 3 mảng chính: Phân bổ danh mục đầu tư, quản trị rủi ro và định giá các hợp đồng tài chính. Việc mô hình hóa này cung cấp các tính chất thống kê của sự thay đổi về giá, từ đó tìm được cách để dự báo tốt hơn. Các chuỗi dữ liệu theo thời gian được cho là phụ thuộc vào giá trị quá khứ của chính nó (autoregressive), điều kiện của các thông tin trong quá khứ (conditional) và tồn tại phương sai thay đổi (heteroskedastic). Các nghiên cứu cho thấy, những biến động của TTCK thay đổi theo thời gian và biến động theo cụm, trong đó một chuỗi thời gian với một số thời kỳ biến động thấp và một số thời kỳ biến động cao được cho là tồn tại biến động theo cụm (volatility clustering).

Mô hình ARCH¹ (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) và họ các mô hình tổng quát của

nó, GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), đã mở ra một kỷ nguyên mới trong lĩnh vực mô hình hóa tài chính (trường hợp riêng là cho thị trường chứng khoán). Đóng góp chính của các mô hình này là cho phép mô hình hóa các yếu tố bất định là một quá trình động, thay vì giả định sự biến động trong tương lai là hằng số, nó là quá trình biến đổi theo thời gian.

Ở Việt Nam, các nghiên cứu về áp dụng mô hình ARCH/GARCH cho thị trường chứng khoán xuất hiện từ khá sớm. Hoàng (2004) đã tìm kiếm bằng chứng khoa học về hiệu ứng GARCH trên dãy thống kê lợi suất của chỉ số giá thị trường và 10 cổ phiếu đang niêm yết. Kết quả kiểm định đáng khích lệ. Tiên (2017) đã thực hiện các phân tích bằng mô hình GARCH cân xứng và bất cân xứng. Theo tiêu chí AIC và SIC, nghiên cứu chứng minh rằng GARCH (1,1) và EGARCH (1,1) được đánh giá là mô hình thích hợp nhất để đo lường

các dao động đối xứng và bất đối xứng của VN-Index. Khoa (2017) đã dự báo những biến động có điều kiện của thị trường chứng khoán Việt Nam. Kết quả cho thấy, mô hình GARCH (1.1) là phù hợp để ước tính sự biến động của thị trường chứng khoán trong nước.

Do vậy, bài viết sẽ mô hình hóa biến động của TTCK Việt Nam, được đại diện bởi chỉ số VN-Index, qua mô hình ARCH/GARCH. Kết quả thống kê sẽ chỉ ra mô hình GARCH nào là phù hợp để mô tả VN-Index. Bên cạnh đó, thông qua giả lập sự biến đổi của VN-Index trong tương lai, bài viết đưa ra dự báo về khả năng phục hồi của thị trường chứng khoán Việt Nam qua đợt sụt giảm vì đại dịch Covid-19 (đợt 1).

2. Cơ sở lý thuyết²

2.1. Các khái niệm cơ bản

Ký hiệu chuỗi thời gian là một họ các biến ngẫu nhiên $(X_t)_{t \in Z}$ (còn gọi là quá trình ngẫu nhiên).

2.1.1. Các mô men

Ta định nghĩa hàm trung bình (mean) và hàm hiệp phương sai (autocovariance) của $(X_t)_{t \in Z}$ (nếu tồn tại) là:

$$\begin{aligned} \mu(t) &= E(X_t), & t \in Z \\ \gamma(t, s) &= E((X_t - \mu(t))(X_s - \mu(s))), & t, s \in Z \end{aligned}$$

2.1.2. Tính dừng

Định nghĩa 1 (dừng chặt). Chuỗi thời gian $(X_t)_{t \in Z}$ được gọi là dừng chặt (strictly stationary) nếu:

$$(X_{t_1}, \dots, X_{t_n}) \stackrel{d}{=} (X_{t_1+k}, \dots, X_{t_n+k})$$

với mọi $t_1, \dots, t_n, k \in Z$ và $n \in Z$.

Định nghĩa 2 (dừng hiệp phương sai). Chuỗi thời gian $(X_t)_{t \in Z}$ được gọi là dừng hiệp phương sai (covariance stationary - còn gọi là dừng yếu hay dừng bậc 2) nếu các mô men bậc 1 & 2 tồn tại và thỏa mãn:

$$\begin{aligned} \mu(t) &= \mu, & t \in Z \\ \gamma(t, s) &= \gamma(t+k, s+k), & t, s, k \in Z \end{aligned}$$

Lưu ý, chuỗi dừng chặt có phương sai hữu hạn là chuỗi dừng hiệp phương sai.

2.1.3. Tự tương quan

Giả sử $(X_t)_{t \in Z}$ là chuỗi dừng hiệp phương sai, ký hiệu:

$$\gamma(h) = \gamma(h, 0), \quad h \in Z.$$

Lưu ý, $\gamma(0) = \text{var}(X_t)$, $\forall t$.

Định nghĩa 3 (hàm tự tương quan). Cho $(X_t)_{t \in Z}$ là chuỗi dừng hiệp phương sai, hàm tự tương quan (autocorrelation) được định nghĩa là:

$$\rho(h) = \gamma(h) / \gamma(0), \quad h \in Z.$$

2.1.4. Quá trình nhiễu trắng

Định nghĩa 4 (nhiều trắng). $(X_t)_{t \in Z}$ được gọi là quá trình nhiễu trắng (white noise) nếu nó là dừng hiệp phương sai và thỏa mãn:

$$\rho(h) = \begin{cases} 1, & h = 0 \\ 0, & h \neq 0 \end{cases}$$

Quá trình nhiễu trắng có trung bình bằng 0, phương sai $\sigma^2 = \text{var}(X_t)$ được ký hiệu là $WN(0, \sigma^2)$.

Định nghĩa 5 (nhiều trắng chặt). $(X_t)_{t \in Z}$ được gọi là quá trình nhiễu trắng chặt (strict white noise) nếu nó là dãy biến ngẫu nhiên độc lập cùng phân phối (iid) có phương sai hữu hạn.

Quá trình nhiễu trắng chặt có trung bình bằng 0, phương sai $\sigma^2 = \text{var}(X_t)$ được ký hiệu là $SWN(0, \sigma^2)$.

Lưu ý, quá trình nhiễu trắng chặt là trường hợp riêng của nhiễu trắng.

2.2. Quá trình ARMA

Định nghĩa 6 (quá trình ARMA). Quá trình $(X_t)_{t \in Z}$ được gọi là quá trình ARMA (p, q) trung bình 0, nếu nó là dừng hiệp phương sai và thỏa mãn:

$$X_t = \varphi_1 X_{t-1} + \dots + \varphi_p X_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}, \quad \forall t \in Z.$$

với $(\varepsilon_t)_{t \in Z}$ là quá trình $WN(0, \sigma^2)$.

Quá trình $(X_t)_{t \in Z}$ được gọi là quá trình ARMA (p, q) trung bình μ nếu $(X_t - \mu)_{t \in Z}$ là quá trình ARMA (p, q) trung bình 0.

2.3. Quá trình ARCH

Định nghĩa 7. Cho $(Z_t)_{t \in Z}$ là quá trình $SWN(0, 1)$. Quá trình $(X_t)_{t \in Z}$ được gọi là quá trình ARCH (p) nếu nó là dừng chặt và thỏa mãn, $\forall t \in Z$:

$$\begin{aligned} X_t &= \sigma_t Z_t \\ \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i X_{t-i}^2 \end{aligned}$$

với $(\sigma_t)_{t \in Z}$ là quá trình có giá trị dương ngặt:
 $\alpha_0 > 0$ và $\alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, p$.

2.4. Quá trình GARCH

Định nghĩa 8. Cho $(Z_t)_{t \in Z}$ là quá trình $SWN(0, 1)$. Quá trình $(X_t)_{t \in Z}$ được gọi là quá trình GARCH (p, q) nếu nó là dừng chặt và thỏa mãn, $\forall t \in Z$:

$$\begin{aligned} X_t &= \sigma_t Z_t \\ \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i X_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \end{aligned}$$

với $(\sigma_t)_{t \in Z}$ là quá trình có giá trị dương ngặt:
 $\alpha_0 > 0$ và $\alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, p$, và $\beta_j \geq 0, j = 1, \dots, q$.

Lưu ý, quá trình GARCH $(X_t)_{t \in Z}$ là dừng hiệp phương sai khi và chỉ khi $\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j < 1$. Khi đó, $(X_t)_{t \in Z}$ là nhiễu trắng.

2.5. Mô hình ARMA với sai số GARCH

Quá trình ARMA liên kết với nhiễu trắng $(\varepsilon_t)_{t \in \mathbb{Z}}$ và quá trình dừng hiệp phương sai GARCH là một nhiễu trắng. Vì vậy, có thể kết hợp mô hình ARMA và GARCH bằng cách xem sai số ε_t của mô hình ARMA là $\varepsilon_t Z_t$.

Định nghĩa 9. Cho $(Z_t)_{t \in \mathbb{Z}}$ là quá trình SWN(0,1). Quá trình $(X_t)_{t \in \mathbb{Z}}$ được gọi là quá trình ARMA (p_1, q_1) với sai số là GARCH (p_2, q_2) nếu nó là dừng hiệp phương sai và thỏa mãn:

$$X_t = \mu_t + \sigma_t Z_t$$

$$\mu_t = \mu + \sum_{i=1}^{p_1} \varphi_i (X_{t-i} - \mu) + \sum_{j=1}^{q_1} \theta_j (X_{t-j} - \mu_{t-j})$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p_2} \alpha_i (X_{t-i} - \mu_{t-i})^2 + \sum_{j=1}^{q_2} \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

với $\alpha_0 > 0$ và $\alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, p_2$;

$$\beta_j \geq 0, j = 1, \dots, p_2.$$

$$\text{và } \sum_{i=1}^{p_1} \alpha_i + \sum_{j=1}^{q_1} \beta_j < 1.$$

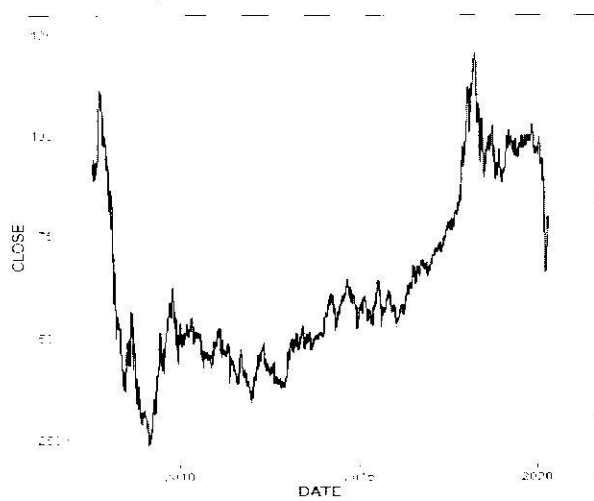
Lưu ý, giả sử $(F_t)_{t \in \mathbb{Z}}$ là lọc tự nhiên của $(X_t)_{t \in \mathbb{Z}}$, khi đó $\mu_t = E(X_t | F_{t-1})$ và $\sigma_t^2 = \text{var}(X_t | F_{t-1})$.

3. Kết quả và thảo luận³

3.1. Dữ liệu

Dữ liệu mô tả chỉ số VN-Index (chỉ số cuối ngày) từ 30/7/2007⁴ đến 23/4/2020, dữ liệu bao gồm giai đoạn khủng hoảng tài chính năm 2009 và giai đoạn ảnh hưởng của đại dịch Covid-19. Nguồn dữ liệu lấy từ trang chủ của Công ty Cổ phần Chứng khoán VNDIRECT⁵. Các kết quả thực nghiệm của bài viết đều được nhóm tác giả thực hiện trên phần mềm EVIEWS. (Hình 1)

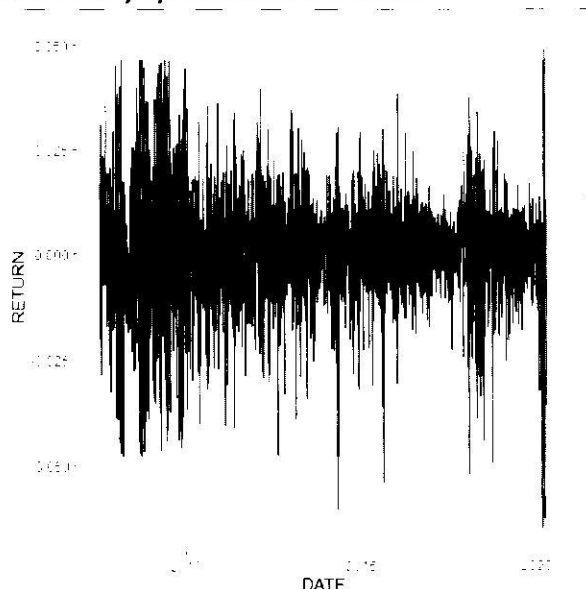
Hình 1: Dữ liệu lịch sử của chỉ số VN-Index



Nguồn: Dữ trên số liệu và kết quả vẽ trên phần mềm EVIEWS

Hình 1 cho thấy, TTCK Việt Nam đã trải qua 2 đợt suy giảm mạnh, giai đoạn khủng hoảng tài chính năm 2009 và ảnh hưởng của đại dịch Covid-19. Sau giai đoạn khủng hoảng 2009, thị trường chứng kiến một giai đoạn dài (khoảng 9 năm) tăng trưởng tương đối bền vững.

Hình 2: Dãy lợi suất của VN-Index



Nguồn: Dựa trên số liệu và kết quả vẽ trên phần mềm EVIEWS

Hình 2 cho thấy, lợi suất⁶ theo ngày của VN-Index dao động xung quanh giá trị 0. Có những biến động mạnh tăng/giảm tập trung gần nhau, gọi là hiện tượng biến động cụm (volatility clustering). Các biến động cụm xuất hiện rõ ràng ở 2 đợt suy giảm. Đây là bằng chứng cho thấy phương sai của lợi suất thay đổi theo thời gian và vai trò của mô hình ARCH/GARCH khi mô hình hóa chuỗi lợi suất.

3.2. Kiểm định hiệu ứng ARCH

Trước khi ước tính mô hình GARCH, cần kiểm tra sự tồn tại hiệu ứng ARCH trong tập dữ liệu. Nhóm tác giả sẽ sử dụng kiểm định Lagrange Multiplier (LM): Hồi quy bình phương sai số theo các độ trễ của nó và kiểm định giả thiết các hệ số của các độ trễ là bằng 0. Phép kiểm định dùng đầu vào là chuỗi lợi suất với một độ trễ cho trước. Giả thiết H_0 là không có hiệu ứng ARCH trong dữ liệu. Giá trị p-value càng nhỏ, càng chứng tỏ tồn tại bằng chứng về hiệu ứng ARCH. (Bảng 1)

Bảng 1. Kết quả kiểm định hiệu ứng ARCH cho VNIndex

Độ trễ	Thống kê	P-value
1	348.	9.52e-78
2	506.	1.35e-110
3	553.	1.68e-119
4	590.	2.84e-126
5	643.	9.85e-137

Nguồn: Dựa trên số liệu và kết quả tính toán trên phần mềm EVIEWS

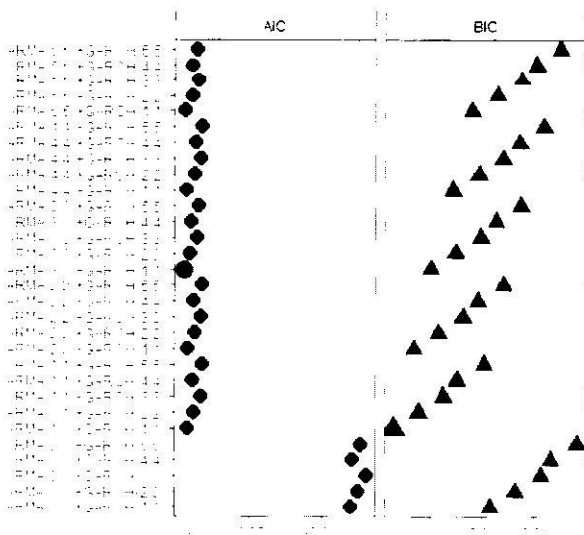
Bảng 1 cho thấy, các giá trị p-value đều < 5%, do vậy tồn tại hiệu ứng ARCH trong chuỗi lợi suất của VN-Index.

3.3. Lựa chọn mô hình GARCH

Lựa chọn mô hình GARCH với độ trễ thích hợp nhất bằng cách so sánh mức độ phù hợp (Goodness Of Fit) của các mô hình. Hai chỉ số quan trọng có thể dùng là AIC (Akaike Information Criteria) hoặc BIC (Bayesian Information Criteria): Chỉ số AIC hoặc BIC nhỏ hơn thì mô hình tốt hơn.

Bảng 2 sẽ so sánh mức độ phù hợp của việc mô hình hóa chuỗi lợi suất VN-Index: Mô hình ARMA(p_1, q_1) cho trung bình có điều kiện và mô hình GARCH(p_2, q_2) cho phương sai có điều kiện (độ trễ lớn nhất là 5). (Bảng 2)

Bảng 2. Mức độ phù hợp của các mô hình



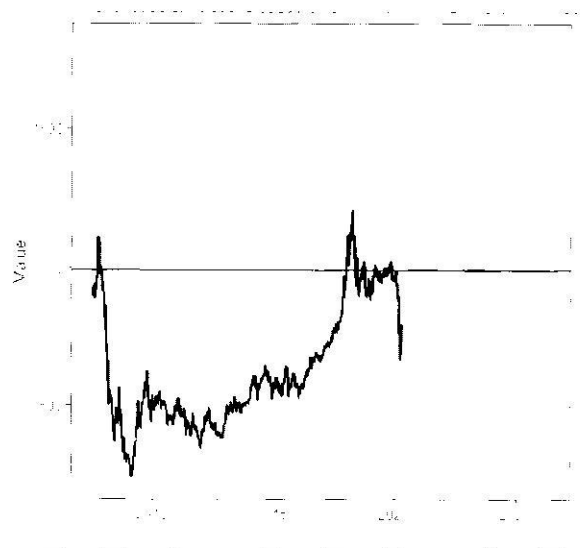
Nguồn: Dựa trên số liệu và kết quả tính toán trên phần mềm EVIEWS

Bảng 2 cho thấy, mô hình tốt nhất là ARMA(3, 3)-GARCH(1, 1) nếu sử dụng AIC và là ARMA(1, 1)-GARCH(1, 1) nếu sử dụng BIC. Vì mô hình đơn giản hơn sẽ được ưu tiên hơn nên ta sẽ chọn mô hình ARMA(1, 1)-GARCH(1, 1) cho chuỗi lợi suất VN-Index.

3.4. Giả lập theo mô hình GARCH

Sử dụng mô hình ARMA(1, 1)-GARCH(1, 1) để giả lập cho các giá trị tương lai của chỉ số VN-Index. Hình 3 minh họa cho 5.000 đường giả lập.

Hình 3: Giả lập cho chỉ số VN-Index trong tương lai



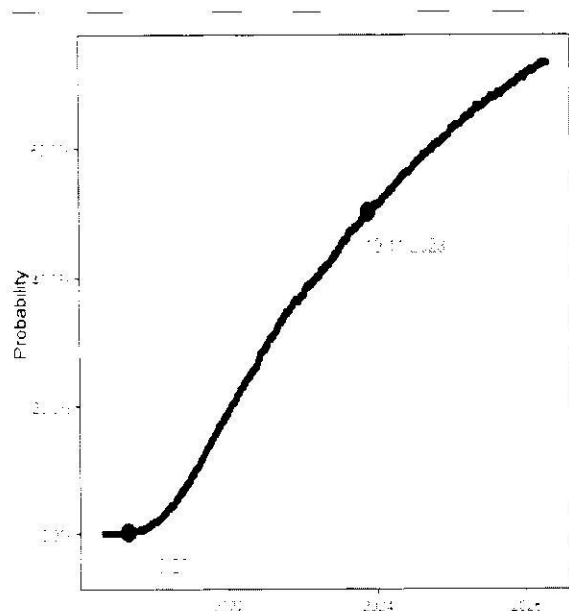
Nguồn: Dựa trên số liệu và kết quả vẽ trên phần mềm EVIEWS

Ngày cuối cùng trong dữ liệu mẫu là 23/4/2020, đó cũng là ngày đầu tiên bắt đầu giả lập. Đường nằm ngang chạy qua đỉnh gần với giai đoạn ảnh hưởng của đại dịch Covid-19 nhất, ngày 22/1/2020, giá trị cuối ngày là 991.46.

Hình 4 mô tả xác suất của giá trị trong tương lai của VN-Index đạt mốc 991.46, được tính bằng số lần vượt mốc 991.46 tại mỗi điểm giả lập trong tương lai.

Rõ ràng, xác suất VN-Index đạt lại mốc 991.46 tăng theo thời gian. Thời điểm 30/8/2020 có xác suất là 0,1%. Như vậy, khả năng VN-Index quay lại mốc trước ảnh hưởng của đại dịch Covid-19 trong 4 tháng tới là gần như bằng không. Thời điểm ngày 19/11/2023 có xác suất là 50%. Như vậy, khả năng cao để VN-Index phục hồi sau ảnh hưởng của Covid-19 là sau khoảng 3 năm 3 tháng.

Hình 4: Xác suất VNIndex đạt lại mốc 991.46



Nguồn: Dựa trên số liệu và kết quả vẽ trên phần mềm EVIEWS

4. Kết luận

Bài viết đã nghiên cứu các tính chất thống kê chuỗi lịch sử của chỉ số/lợi suất VN-Index và thực hiện dự báo cho tương lai thông qua giả lập/mô phỏng.

Kết quả cho thấy, có những bằng chứng rõ ràng về sự tồn tại của hiệu ứng ARCH trong chuỗi dữ liệu lợi suất VN-Index. Mô hình phù hợp nhất để mô tả lợi suất VN-Index là ARMA(1,1)-GARCH(1, 1). Kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu về áp dụng mô hình GARCH cho TTCK Việt Nam và cũng phù hợp với xu hướng chỉ sử dụng mô hình GARCH(1, 1) để mô hình hóa chuỗi lợi suất chứng khoán của các nghiên cứu quốc tế.

Kết quả dự báo cho thấy, hầu như không có khả năng VN-Index quay trở lại mốc của trước đại dịch Covid-19 trong vòng 4 tháng tới. Đại dịch Covid-19 được dự báo là sẽ để lại ảnh hưởng lâu dài tới sự tăng trưởng của TTCK Việt Nam. Khả năng cao để thị trường phục hồi đạt lại giá trị trước đại dịch là cần khoảng 3 năm 3 tháng ■

Ghi chú: Đây là sản phẩm của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường "Tăng cường ứng dụng Tin học trong giảng dạy tại Trường Đại học Ngoại thương" mã số NTCS2019-11, do ThS. Lê Thanh Nguyệt chủ nhiệm đề tài.

TÀI LIỆU TRÍCH DẪN:

¹Robert Engle, đã nhận giải Nobel kinh tế năm 2003 nhờ công trình nghiên cứu mô hình ARCH.

²Tham khảo trong McNeil (2005).

³Các kết quả và hình vẽ của phần này được các tác giả thực hiện trên phần mềm R, câu lệnh tham khảo trong Perlín (2020).

⁴Chúng tôi chọn thời điểm xuất phát của dữ liệu từ ngày 30/7/2007 để tránh những năm đầu chưa ổn định của TTCK Việt Nam, và đây là ngày Sở GDCK TP. HCM (HoSE) chính thức áp dụng khớp lệnh liên tục.

⁵<https://www.vndirect.com.vn/portal/lich-su-gia/vnindex.shtml>

⁶Lợi suất (return) được tính theo công thức: $r_t = \log\#(P_t/P_{t-1})$, với P_t là chỉ số cuối ngày.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Vương Quân Hoàng. (2004). Hiệu ứng GARCH trên dãy lợi suất thị trường chứng khoán Việt Nam 2000-2003. *Tạp chí Ứng dụng toán học*, II (1), 15-30.

2. Phạm Chí Khoa. (2017). Dự báo biến động giá chứng khoán qua mô hình Arch - Garch. *Tạp chí Tài chính*, 2(6), 38-39.
3. Alexander J. McNeil, Rüdiger Frey, Paul Embrechts. (2005). *Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques, and Tools*. USA: Princeton University Press.
4. Marcelo S. Perlin, Mauro Mastella, Daniel Vancin, Henrique Ramos. (2020). A GARCH Tutorial with R. *Revista de Administração Contemporânea*, 25(1) [<https://docs.google.com/document/d/1BcIFoM25haxWIVtQfzMMGPnPG-gTt2f3XhGJISHQus/edit>].
5. Hồ Thủy Tiên, Hồ Thu Hoài, Ngô Văn Toàn (2017). Mô hình hóa biến động thị trường chứng khoán: Thực nghiệm từ Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Kinh tế và Kinh doanh*, 33(3), 1-11.

Ngày nhận bài: 17/7/2020

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 27/7/2020

Ngày chấp nhận đăng bài: 6/8/2020

Thông tin tác giả:

1. ThS. LÊ VĂN TUẤN

Trưởng Đại học Thương mại

2. TS. PHÙNG DUY QUANG

Trưởng Đại học Ngoại thương

APPLYING THE GARCH MODEL TO FORECAST THE IMPACTS OF COVID-19 PANDEMIC ON VIETNAM'S STOCK MARKET

● Master. **LE VAN TUAN**

Thuongmai University

● Ph.D **PHUNG DUY QUANG**

Foreign Trade University

ABSTRACT:

The GARCH model was employed in this study to make forecasts about the VNIndex - the gauge for Vietnam's stock market. This study's statistical results indicate that the most suitable model to model the VNIndex's fluctuation is GARCH (1, 1). The simulation results show that the impact of the Covid-19 pandemic on Vietnam's stock market is very long-term and it could take the market about 3 years and 3 month to recover to the pre-pandemic levels.

Keywords: VNIndex, Covid-19 pandemic, GARCH model, Vietnam's stock market.