LỜI CẢM ƠN

Đầu tiên, nhóm chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến cô Lê Thanh Hoa, giảng viên môn Phân tích chuỗi thời gian trong tài chính , khoa Toán Kinh tế, Trường Đại học Kinh tế - Luật, người đã tận tình hướng dẫn, định hướng và hỗ trợ chúng em trong suốt quá trình thực hiện đề tài "*Ứng dụng các mô hình chuỗi thời gian để dự báo chỉ số VN-Index*." Sự chỉ dẫn chi tiết, tận tâm và những ý kiến đóng góp chuyên sâu từ cô đã giúp chúng em không chỉ hiểu rõ hơn về cách thức thực hiện đề tài liên quan đến thực tế chuyên môn ngành mà còn hình thành tư duy khoa học, có hệ thống trong tiếp cận và phân tích vấn đề. Những kiến thức và kỹ năng quý báu từ cô đã góp phần quan trọng giúp chúng em hoàn thành nghiên cứu này một cách đầy đủ và hiệu quả.

Bên cạnh đó, chúng em cũng xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến các thầy cô trong khoa Toán Kinh tế, những người đã trang bị cho chúng em nền tảng kiến thức và kỹ năng nghiên cứu cần thiết trong suốt quá trình học tập tại trường. Những kiến thức nền tảng đó đã không chỉ là cơ sở cho chúng em tiến hành nghiên cứu mà còn là hành trang vững chắc cho các công việc học thuật và chuyên môn trong tương lai. Đồng thời, chúng em cũng xin cảm ơn các thầy cô đã tạo điều kiện thuận lợi, khuyến khích và động viên chúng em trong quá trình học tập và thực hiện nghiên cứu này.

Và cũng không thể thiếu, chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến tất cả những bạn học đã hỗ trợ chúng em trong quá trình thực hiện đề tài. Những ý kiến, góp ý và sự hỗ trợ đó là động lực quan trọng giúp chúng em hoàn thành nghiên cứu này một cách trọn vẹn nhất.

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN i
MỤC LỤC ii
DANH MỤC HÌNH ẢNH iv
DANH MỤC BẢNG BIỂU vi
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU NGHIÊN CỨU 1
1.1 Tính cấp thiết của nghiên cứu 1
1.2 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu 1
1.3 Mục tiêu nghiên cứu 2
1.4 Phương pháp nghiên cứu 2
1.5 Tính mới của nghiên cứu 3
1.6 Cấu trúc nghiên cứu 4
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN 5
2.1 Cơ sở lý thuyết 5
2.2 Tổng quan các nghiên cứu trước đó 5
CHƯƠNG 3: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU 7
3.1 Dữ liệu 7
3.1.1 Thu thập dữ liệu 7
3.1.2 Biến nghiên cứu 7
3.1.3 Thống kê mô tả 8
3.2 Mô hình ARMA và ARIMA 10
3.2.1 Mô hình ARMA 10
3.2.1.1 Kiểm tra tính dừng của bộ dữ liệu: 11
3.2.1.2 Vẽ đồ thị chọn mô hình ARMA 14
3.2.2 Mô hình ARIMA 14
3.2.2.1 Mô hình tự hồi quy AR (Auto-Regression) 14
3.2.2.2 Mô hình trung bình di động MA (Moving Average) 15
3.2.2.3 Kiểm tra điểm phá vỡ cấu trúc: 26

3.2.2.4 Kiểm định nhiễu trắng: 27
3.2.2.5 Kiểm định đồng tích hợp 28
3.2.2.6 ECM: 30
3.3 Mô hình ARCH, GARCH 30
3.3.1 Mô hình ARCH 31
3.3.2 Mô hình GARCH 36
3.4 Mô hình VAR 37
3.4.1 Chọn mô hình VAR với độ trễ phù hợp 38
3.4.1.1 Mô hình VAR(1) 38
3.4.1.2 Mô hình VAR(2) 40
3.4.1.3 Mô hình VAR(3) 42
3.4.2 Các kiểm định cho mô hình VAR 53
3.4.3 Hàm phản ứng xung 58
3.4.4 Mô hình V_ARCH, V_GARCH: MGARCH 62
3.4.5 VECM 67
3.4.5.1 Kiểm định tính đồng liên kết 67
3.4.5.2 Ước lượng lại VECM bỏ biến AUD 71
3.4.5.3 Kiểm định tự tương quan của phần dư trong VECM 73
3.4.5.4 Kiểm định phân phối chuẩn của phần dư 74
3.5 Đồ thị hàm mật độ phổ 75
CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN 77
4.1 Kết luận chung 77
4.2 Đóng góp của nghiên cứu đối với lý thuyết và ứng dụng thực tiễn 77
4.3 Hạn chế của nghiên cứu và hướng phát triển trong tương lai 77
4.4 Khuyến nghị 78
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO 79

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1: Cấu trúc nghiên cứu 4
Hình 2: Thống kê mô tả 8
Hình 3: Biểu đồ của biến “VNINDEX” 9
Hình 4: Đổi tên biến TIME thành TIME1 9
Hình 5: Biểu đồ chuỗi thời gian cho biến VNINDEX 10
Hình 6: Kết quả kiểm định tính dừng của biến “VNINDEX” 11
Hình 7: Kết quả kiểm định tính dừng của biến "USD_VND” 12
Hình 8: Kết quả kiểm định tính dừng của biến "AUD" 12
Hình 9: Kết quả kiểm định tính dừng của biến "WTI" 13
Hình 10: Biểu đồ tương quan của biến “VNINDEX” với độ trễ tối đa là 30 14
Hình 11: Mô hình ARMA(1;1) với dữ liệu theo tháng 16
Hình 12: Mô hình ARMA(3;1) với dữ liệu theo tháng 17
Hình 13: Mô hình ARMA(3;3) với dữ liệu theo tháng 18
Hình 14: Mô hình ARMA(3;4) với dữ liệu theo tháng 19
Hình 15: Lựa chọn mô hình ARIMA tối ưu với dữ liệu theo tháng 20
Hình 16: Biểu đồ tương quan của biến “VNINDEX” với độ trễ tối đa là 20 21
Hình 17: Lựa chọn mô hình ARIMA tối ưu với dữ liệu theo ngày 22
Hình 18: Mô hình ARMA(1;1) với dữ liệu theo ngày 23
Hình 19: Mô hình ARMA(1;2) với dữ liệu theo ngày 24
Hình 20: Mô hình ARMA(2;2) với dữ liệu theo ngày 25
Hình 21: Hồi quy biến “VNINEX” theo tháng 26
Hình 22: Kết quả kiểm tra điểm phá vỡ cấu trúc 26
Hình 23: Kết quả kiểm định nhiễu trắng 27
Hình 24: Đồ thị periodogram tích lũy 28
Hình 25: Kết quả kiểm định đồng tích hợp 29
Hình 26: Kết quả ước lượng mô hình hiệu chỉnh sai số bằng stata 30
Hình 27: Đồ thị phần dư của mô hình 31

Hình 28: Kết quả hồi quy phần dư của dữ liệu 32
Hình 29: Kết quả kiểm định nhân tử Lagrange..... 33
Hình 30: Kết quả ước lượng mô hình ARCH(1)..... 33
Hình 31: Kết quả hồi quy mô hình ARCH(2) 35
Hình 32: Kết quả ước lượng dạng khác của cụm mô hình ARCH 35
Hình 33: Kết quả hồi quy mô hình GARCH(1,1) 36
Hình 34: Kết quả ước lượng mô hình VAR(1)..... 39
Hình 35: Kết quả ước lượng mô hình VAR(2)..... 42
Hình 36: Kết quả ước lượng mô hình VAR(3)..... 44
Hình 37: Chọn độ trễ tốt nhất của mô hình VAR..... 45
Hình 38: Chọn độ trễ tốt nhất của mô hình VAR với độ trễ tối đa là 10 46
Hình 39: Ước lượng lại mô hình VAR với độ trễ tốt nhất là 10 46
Hình 40: Kết quả chạy mô hình VAR (10)..... 52
Hình 41: Kết quả kiểm tra tính ổn định của mô hình VAR..... 54
Hình 42: Kết quả kiểm tra tính tự tương quan của phần dư 55
Hình 43: Kết quả kiểm định phân phối chuẩn của phần dư..... 56
Hình 44Kết quả kiểm định nhân quả Granger 57
Hình 45: Đồ thị hàm phản ứng xung..... 58
Hình 46: Mô hình MGARCH 63
Hình 47: Ma trận tương quan có điều kiện 66
Hình 48: Kiểm định tính đồng liên kết mô hình VECM..... 67
Hình 49: Mô hình hiệu chỉnh VECM..... 70
Hình 50: Kết quả ước lượng lại VECM bỏ biến AUD..... 72
Hình 51: Kết quả kiểm định tự tương quan của phần dư trong VECM..... 73
Hình 52: Kết quả kiểm định phân phối chuẩn của phần dư..... 74
Hình 53: Đồ thị hàm mật độ phổ..... 75

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1: Bảng so sánh chỉ số đánh giá của mô hình VAR(1); VAR(2); VAR(3) 45

Bảng 2: Bảng kết quả phản ứng xung 60

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU NGHIÊN CỨU

1.1 Tính cấp thiết của nghiên cứu

Trong bối cảnh nền kinh tế toàn cầu ngày càng biến động và chịu ảnh hưởng từ nhiều cú sốc bất ngờ như đại dịch COVID-19, việc nắm bắt kịp thời các dấu hiệu báo trước của thị trường chứng khoán trở nên hết sức quan trọng. Đặc biệt, chỉ số VN-Index không chỉ là thước đo hiệu suất của thị trường nội địa mà còn phản ánh sức mạnh kinh tế và tâm lý đầu tư của các nhà đầu tư trong nước.

Sự biến động của môi trường kinh tế toàn cầu: Các yếu tố như chính sách tiền tệ của các ngân hàng trung ương (ví dụ: lãi suất FED), biến động tỷ giá, và giá cả hàng hóa như dầu và vàng đang tạo nên những ảnh hưởng mạnh mẽ và phức tạp đối với thị trường chứng khoán. Khi các yếu tố này thay đổi, chúng không chỉ tác động đến thị trường quốc tế mà còn len lỏi vào nền kinh tế Việt Nam, đòi hỏi các nhà nghiên cứu phải có một công cụ dự báo đa chiều và toàn diện.

Yêu cầu về công cụ dự báo hiện đại: Các mô hình chuỗi thời gian truyền thống chỉ dựa vào dữ liệu quá khứ của VN-Index thường không thể phản ánh hết được tác động của những yếu tố vĩ mô đang thay đổi nhanh chóng. Việc tích hợp các mô hình ARIMA, VAR, ARCH và GARCH cùng với các yếu tố kinh tế vi mô và vĩ mô giúp xây dựng một hệ thống dự báo không chỉ chính xác hơn mà còn có khả năng thích ứng với các biến động đột ngột của thị trường.

Tóm lại, tính cấp thiết của đề tài nằm ở nhu cầu phát triển một công cụ dự báo toàn diện, linh hoạt và chính xác, có khả năng nắm bắt nhanh các biến động của VN-Index dưới tác động của cả dữ liệu lịch sử và các yếu tố kinh tế vĩ mô, từ đó hỗ trợ việc ra quyết định của các nhà đầu tư và cơ quan quản lý trong bối cảnh kinh tế toàn cầu đầy bất ổn.

1.2 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: là biến động của chỉ số VN-Index trên thị trường chứng khoán Việt Nam. ***VN-Index*** phản ánh sự biến động tổng thể của giá cổ phiếu niêm yết trên Sở Giao dịch Chứng khoán Thành phố Hồ Chí Minh (HOSE) và được coi là thước đo quan trọng về hiệu suất của thị trường chứng khoán Việt Nam.

Pham vi nghiên cứu: Nghiên cứu tập trung vào giai đoạn từ ***ngày 1 tháng 1 năm 2020 đến ngày 31 tháng 12 năm 2024***. Khoảng thời gian này bao gồm các biến động quan trọng của thị trường, như ảnh hưởng của đại dịch COVID-19, các chính sách kinh tế vĩ mô, và những biến động kinh tế toàn cầu khác.

Phạm vi nội dung: Nghiên cứu sẽ phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến biến động của VN-Index trong giai đoạn đã chọn, chi tiết các yếu tố ở phần 3.1 Dữ liệu.

1.3 Mục tiêu nghiên cứu

Mở rộng mô hình dự báo: Trước đây, các nghiên cứu chủ yếu sử dụng dữ liệu lịch sử của VN-Index để dự báo giá trị tương lai. Đề tài này không chỉ dự báo dựa trên dữ liệu quá khứ mà còn tích hợp các biến kinh tế vĩ mô (tỷ giá USD/VND, lãi suất FED, giá dầu, giá vàng,…) nhằm nắm bắt được tác động của các yếu tố bên ngoài đến VN-Index.

Đánh giá tác động của COVID-19: Trong bối cảnh đại dịch gây ra những biến động đáng kể trên thị trường tài chính, đề tài tập trung phân tích mức độ ảnh hưởng của COVID-19 đến chỉ số VN-Index, từ đó rút ra các bài học hữu ích cho các nhà đầu tư và chính sách.

Cải thiện độ chính xác của dự báo: Bằng cách kết hợp các mô hình chuỗi thời gian như ARIMA, ARCH và GARCH, VAR nghiên cứu hướng tới việc đưa ra dự báo VN-Index chính xác hơn, phản ánh đúng thực trạng biến động của thị trường trong giai đoạn 1/1/2020 đến 31/12/2024.

1.4 Phương pháp nghiên cứu

Phân tích dữ liệu:

- Kiểm tra tính dừng: Sử dụng kiểm định Augmented Dickey-Fuller (ADF) để xác định tính dừng của các chuỗi thời gian. Nếu chuỗi không dừng, sẽ tiến hành lấy sai phân để đạt được tính dừng cần thiết cho mô hình hóa.
- Phân tích tương quan: Sử dụng ma trận tương quan và hàm tự tương quan (ACF) để xác định mối quan hệ giữa VN-Index và các biến số kinh tế khác, từ đó lựa chọn mô hình phù hợp.

Mô hình hóa chuỗi thời gian:

- Mô hình ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average): Được sử dụng để dự báo giá trị tương lai của VN-Index dựa trên giá trị quá khứ của chính nó. Mô hình ARIMA kết hợp giữa phần tự hồi quy (AR) và trung bình trượt (MA).
- Mô hình ARCH/GARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity / Generalized ARCH): Sử dụng để mô hình hóa và

dự báo biến động (volatility) của VN-Index, giúp hiểu rõ hơn về mức độ rủi ro và sự biến động theo thời gian của thị trường.

- Mô hình VAR (Vector AutoRegression): Áp dụng khi phân tích mối quan hệ động giữa VN-Index và nhiều biến số kinh tế vĩ mô khác. Mô hình VAR cho phép xem xét tác động qua lại giữa các biến số trong hệ thống.

Kết hợp với phân tích kinh tế vi mô và vĩ mô:

- Phân tích kinh tế vĩ mô: Đánh giá tác động của các yếu tố như chính sách tiền tệ, lạm phát, tăng trưởng GDP và các biến động kinh tế toàn cầu đến VN-Index. Ví dụ, thay đổi trong lãi suất của FED có thể ảnh hưởng đến dòng vốn đầu tư và tỷ giá, từ đó tác động đến thị trường chứng khoán Việt Nam.
- Phân tích kinh tế vi mô: Xem xét các yếu tố nội tại của doanh nghiệp như lợi nhuận, doanh thu, quản trị và các sự kiện cụ thể ảnh hưởng đến giá cổ phiếu và tổng thể VN-Index.

Đánh giá và kiểm định mô hình:

- Kiểm định độ phù hợp: Sử dụng các tiêu chí như AIC (Akaike Information Criterion) và BIC (Bayesian Information Criterion) để lựa chọn mô hình tối ưu.
- Kiểm định chẩn đoán: Thực hiện kiểm định Ljung-Box để kiểm tra tính độc lập của phần dư và kiểm định ARCH để xác định sự tồn tại của phương sai thay đổi theo thời gian.

Dự báo và phân tích kết quả:

- Dự báo ngắn hạn và dài hạn: Sử dụng các mô hình đã xây dựng để dự báo VN-Index trong tương lai, đồng thời đánh giá độ tin cậy của các dự báo này.

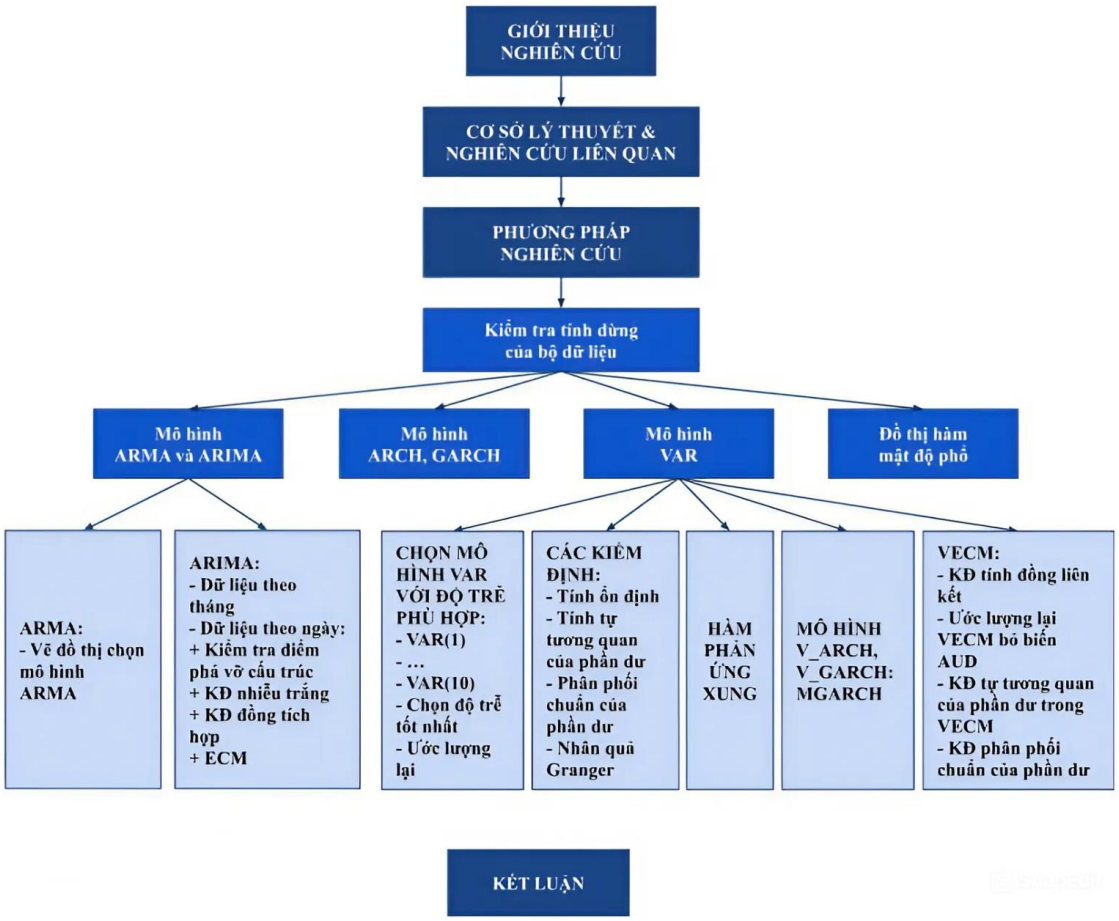
1.5 Tính mới của nghiên cứu

Tích hợp đa yếu tố: Khác với các nghiên cứu trước đây chỉ sử dụng dữ liệu lịch sử của VN-Index, đề tài này tích hợp các yếu tố kinh tế vĩ mô có tác động, từ đó tạo nên một mô hình dự báo toàn diện và phản ánh đúng thực trạng thị trường hiện nay.

Phạm vi thời gian nghiên cứu mở rộng: Nghiên cứu bao gồm giai đoạn từ 2020 đến 2024, trong đó có những giai đoạn biến động mạnh mẽ do ảnh hưởng của

COVID-19 và các biến động kinh tế toàn cầu, giúp mô hình có khả năng áp dụng cao hơn trong việc dự báo trong bối cảnh thay đổi nhanh của thị trường.

1.6 Cấu trúc nghiên cứu



Hình 1: Cấu trúc nghiên cứu

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

2.1 Cơ sở lý thuyết

Efficient Market Hypothesis (EMH): Theo EMH (Fama, 1970), giá cả chứng khoán phản ánh đầy đủ mọi thông tin sẵn có. Tuy nhiên, trong thực tế, các cú sốc bất ngờ (như COVID-19) và yếu tố tâm lý đầu tư có thể tạo ra những sự lệch lạc so với giá trị cơ bản. Lý thuyết này giúp giải thích tại sao giá VN-Index không chỉ dựa trên dữ liệu quá khứ mà còn bị ảnh hưởng bởi thông tin mới và cảm xúc của thị trường.

Arbitrage Pricing Theory (APT): cho rằng tỷ suất sinh lợi của chứng khoán phụ thuộc vào nhiều yếu tố kinh tế vĩ mô như lãi suất, tỷ giá, giá dầu, giá vàng,... Thuyết APT cung cấp một khung lý thuyết vững chắc để hiểu được cách thức các yếu tố vĩ mô tác động đến giá trị của VN-Index, tạo nền tảng cho việc bổ sung thông tin ngoài chuỗi dữ liệu quá khứ.

Behavioral Finance Theory: Lý thuyết Tài chính Hành vi nhấn mạnh vai trò của tâm lý, nhận thức và hành vi bầy đàn trong việc định giá tài sản. Trong bối cảnh thị trường biến động mạnh, đặc biệt là trong thời kỳ khủng hoảng như đại dịch COVID-19, các yếu tố hành vi của nhà đầu tư có thể làm lệch giá so với các giá trị cơ bản, góp phần giải thích sự biến động của VN-Index.

Theory of Market Contagion and Crisis Economics: Lý thuyết về sự lây lan của cú sốc (contagion) và kinh tế khủng hoảng giải thích cách các cú sốc kinh tế, chính trị hoặc y tế (ví dụ: COVID-19) lan tỏa qua các thị trường tài chính. Khung lý thuyết này giúp làm sáng tỏ tại sao và như thế nào các sự kiện toàn cầu có thể tác động đến VN-Index, mặc dù thị trường nội địa có thể có các đặc thù riêng.

2.2 Tổng quan các nghiên cứu trước đó

"Nguyễn, T. H., & Bùi, Q. T. (2015). Forecasting Vietnam stock index using hybrid ARIMA-GARCH model. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng, 13(2), 118-123." Bài nghiên cứu trên sử dụng các mô hình ARIMA, GARCH để phân tích dữ liệu VNINDEX từ 4/1/2010 đến ngày 21/11/2014.

Bên cạnh đó, còn có 1 số bài báo và nghiên cứu đã chứng minh sự ảnh hưởng của các biến độc lập với biến phụ thuộc. Nhóm sẽ sử dụng những thông tin này để làm căn cứ có báo cáo của nhóm.

Tỷ giá hối đoái (USD/VND): Bài báo *"Đo lường ảnh hưởng của tác động tỷ giá tới thị trường chứng khoán" trên Tinnhanhchungkhoan.vn phân tích tác động của việc đồng USD mạnh lên và tỷ giá USD/VND gia tăng đến kinh tế Việt Nam và các doanh nghiệp trong nước.*

Lãi suất của FED: Bài báo *"Phản ứng của VN-Index qua những lần Fed hạ lãi suất" trên Tạp chí Tài chính phân tích cách VN-Index phản ứng trong các giai đoạn FED hạ lãi suất.*

Giá vàng: Bài nghiên cứu *Nghiên cứu "Tác động của giá vàng đến thị trường chứng khoán Việt Nam" được đăng trên Tạp chí Kinh tế & Phát triển phân tích mối quan hệ giữa giá vàng và VN-Index.*

Giá dầu (WTI): Bài nghiên cứu *Nghiên cứu "Tác động bất đối xứng của biến động giá dầu đến thị trường chứng khoán Việt Nam" trên Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế & Kinh doanh Châu Á phân tích ảnh hưởng của biến động giá dầu đến VN-Index.*

CHƯƠNG 3: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 Dữ liệu

3.1.1 Thu thập dữ liệu

Dữ liệu đã thu thập bao gồm các biến số quan trọng như Giá VN-Index, Tỷ giá USD/VND, Lãi suất của Cục Dự trữ Liên bang Mỹ (FED), Giá vàng (AUD/USD) và Giá dầu (WTI/USD), cùng với phần trăm thay đổi hàng ngày của chúng. Việc thu thập và phân tích các biến số này cung cấp cái nhìn tổng quan về mối quan hệ giữa thị trường chứng khoán Việt Nam và các yếu tố kinh tế vĩ mô quốc tế.

Nguồn gốc: Tất cả dữ liệu được thu thập từ trang web Investing.com, một nền tảng tài chính uy tín cung cấp thông tin thời gian thực về thị trường chứng khoán, ngoại hối, hàng hóa và các chỉ số kinh tế trên toàn cầu.

Đặc điểm: Dữ liệu từ Investing.com được cập nhật liên tục, đảm bảo tính chính xác và kịp thời. Trang web cung cấp lịch sử giá và chỉ số chi tiết, cho phép người dùng truy xuất thông tin theo ngày, tuần hoặc tháng, phù hợp cho các phân tích ngắn hạn và dài hạn.

Phương pháp thu thập dữ liệu:

- Truy cập trang web Investing.com:
- Tìm kiếm từng biến số: Sử dụng chức năng tìm kiếm trên trang để tìm các mục liên quan như "VN-Index", "USD/VND", "Lãi suất FED", "AUD/USD", "WTI/USD".
- Truy xuất dữ liệu lịch sử và tải xuống dữ liệu.

3.1.2 Biến nghiên cứu

- Biến phụ thuộc: % sự thay đổi của Chỉ số VN-Index so với hôm trước
- Biến độc lập:
  - Tỷ giá hối đoái (USD/VND)
  - Lãi suất (%) của cục dự trữ liên bang Mỹ (Fed)
  - Giá vàng (AUD/USD)
  - Giá dầu thô (WTI/USD)

Bởi vì biến phụ thuộc mà nhóm quyết định sử dụng là % thay đổi của chỉ số VN-Index nên các biến độc lập khác cũng dùng đơn vị % thay đổi so với ngày hôm trước.

3.1.3 Thống kê mô tả

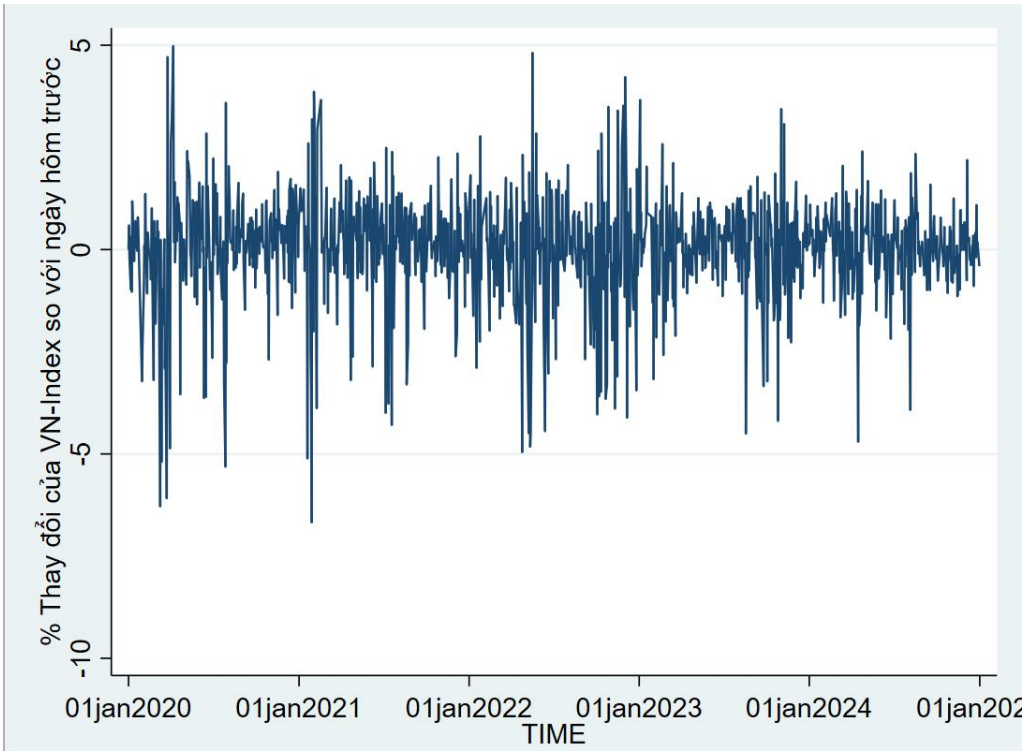
```
. describe

Contains data from C:\Users\Admin\OneDrive\Học tập\3_HK2\PTCTG\VNINDEX.dta
 Observations:         1,251
    Variables:             6                  21 Feb 2025 08:29
-------------------------------------------------------------------------------
Variable      Storage   Display    Value
    name         type    format    label      Variable label
-------------------------------------------------------------------------------
VNINDEX         double  %10.0g                % Thay đổi của VN-Index so với ngày hôm trước
USD_VND         double  %10.0g                % Thay đổi của Tỷ giá so với ngày hôm trước
FED             double  %10.0g                Lãi suất (FED)
AUD             double  %10.0g                %Thay đổi của giá vàng so với hôm trước
WTI             double  %10.0g                %Thay đổi của giá dầu so với hôm trước
TIME            float   %td
```

```
. summarize
```

Variable	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
VNINDEX	1,251	.0303997	1.277118	-6.67	4.98
USD_VND	1,251	.007498	.1544623	-1.52	1.18
FED	1,251	4.33	0	4.33	4.33
AUD	1,251	.0424301	.9540172	-5.73	4.39
WTI	1,251	.0577458	2.086113	-11.87	10.82
TIME	1,251	22830	527.8273	21915	23741

Hình 2: Thống kê mô tả

Trong đó, FED (Federal Funds Rate) là lãi suất của cục dự trữ liên quan Mỹ. Nhóm có đọc vài bài báo mạng (chưa được kiểm chứng) như: *https://tapchitaichinh.vn/* *https://vneconomy.vn/* *https://thoibaotaichinhvietnam.vn/* *https:// thanglong.chinh phu. vn/* cho thấy sự thay đổi của FED có ảnh hưởng đến chỉ số VN-INDEX trong việc điều hòa dòng vốn đầu tư, ổn định tỷ giá và lãi suất nội địa… Theo dữ liệu thu thập được thì chỉ số FED có giá trị không đổi là 4,33% từ ngày 1/1/22 đến 31/12/24.



Hình 3: Biểu đồ của biến "VNINDEX"

Nhật xét: Chúng ta nhìn vào biểu đồ của biến chính "VNINDEX" thì ta thấy nó giao động quanh giá trị 0 nên ta dự đoán rằng biến này dừng (không có nghiệm đơn vị).

	VNINDEX	USD_VND	FED	AUD	WTI	TIME	TIME1
1	-.41	.02	4.33	.71	.8	31dec2024	1
2	-.24	.12	4.33	-.56	1.01	30dec2024	2
3	.18	.08	4.33	-.55	.29	27dec2024	3
4	-.09	.02	4.33	.81	.79	26dec2024	4
5	1.09	-.02	4.33	.01	-.76	25dec2024	5
6	-.19	-.06	4.33	-.3	.2	24dec2024	6
7	.42	-.02	4.33	1.04	.84	23dec2024	7
8	.23	-.02	4.33	.24	-.22	20dec2024	8

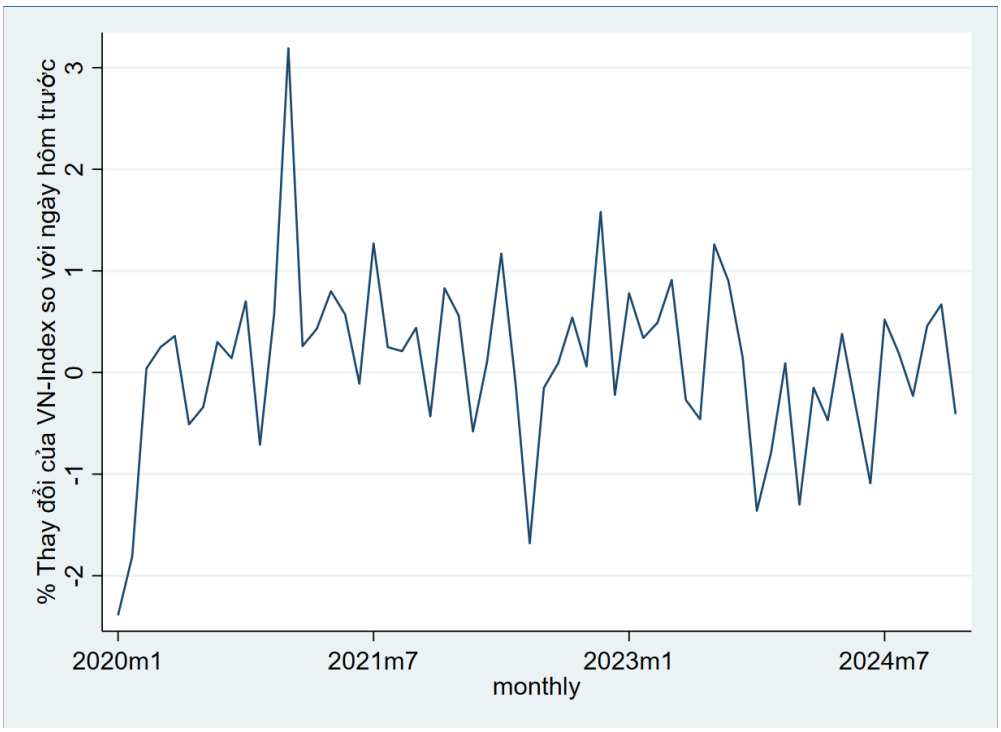
Hình 4: Đổi tên biến TIME thành TIME1

Nhật xét: Nhóm lấy chỉ số VNINDEX theo ngày nên mỗi tuần sẽ bị mất 2 ngày, để thuận lợi cho việc lấy sai phân nếu có biến nào không dừng thì nhóm tạo thêm 1 biến TIME1 bằng lệnh *gen TIME1 = _n* và cài đặt tsset theo biến TIME1 này.

3.2 Mô hình ARMA và ARIMA

3.2.1 Mô hình ARMA

twoway (tsline VNINDEX)



Hình 5: Biểu đồ chuỗi thời gian cho biến VNINDEX

Theo biểu đồ, tổng quan lượng phần trăm thay đổi theo tháng của chỉ số VN-INDEX biến động rất lớn, mờ nhạt thấy được tính mùa vụ theo năm:

- Khoảng tháng 1/2020 - 2/2021: dữ liệu có xu hướng tăng dần.
- Khoảng tháng 2/2021 - 6/2022: dữ liệu có xu hướng giảm dần.
- Khoảng tháng: 6/2022 - 7,8/2023: không xác định được xu hướng của dữ liệu.
- Khoảng tháng 8/2023 - hiện tại: dữ liệu có xu hướng tăng dần.

Theo từng khoảng thời gian ngắn có thể mờ nhạt thấy được tính mùa vụ theo năm, tuy nhiên về tổng thể dữ liệu không có xu hướng lên hay xuống nên có thể chuỗi có tính dừng, và vì các quan sát biến động quá lớn, ta nghi ngờ dữ liệu có thành phần ngẫu nhiên.

Để đảm bảo chuỗi dữ liệu đáp ứng đầy đủ các giả định cho các thao tác phân tích, ta cần tiến hành các kiểm định.

3.2.1.1 Kiểm tra tính dừng của bộ dữ liệu:

Kiểm định Dickey-Fuller được sử dụng ở đây để kiểm định sự hiện diện của nghiệm đơn vị (tính dừng) trong phương trình đặc trưng của chuỗi thời gian. Nếu phương trình đặc trưng có nghiệm đơn vị, dữ liệu không phải là chuỗi dừng. Với cặp giả thiết:

- H_0: Phương trình đặc trưng có nghiệm đơn vị - chuỗi không dừng.
- H_1: Phương trình đặc trưng không có nghiệm đơn vị - chuỗi dừng.

Ta sẽ lần lượt kiểm định tính này cho các chuỗi, với mức nghĩa được quy ước chung là 5%.

- **Biến VNINDEX**

```
. dfuller VNINDEX, lags(0)

Dickey-Fuller test for unit root                   Number of obs   = 59
Variable: VNINDEX                                  Number of lags =  0

H0: Random walk without drift, d = 0

                                       Dickey-Fuller
                   Test      ---------- critical value ----------
               statistic           1%           5%          10%
--------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -6.789       -3.567       -2.923       -2.596
--------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000.
```

Hình 6: Kết quả kiểm định tính dừng của biến "VNINDEX"

Với kết quả kiểm định tính dừng cho chuỗi VNINDEX, ta có *p_value* là 0,00% bé hơn mức ý nghĩa 5%. Vậy bác bỏ H_0: Dữ liệu dừng - phương trình đặc trưng không có nghiệm đơn vị.

- **Biến USD_VND**

```
. dfuller USD_VND, lags(0)

Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs   = 59
Variable: USD_VND                         Number of lags =  0

H0: Random walk without drift, d = 0

                                    Dickey-Fuller
                  Test      ──────── critical value ────────
              statistic          1%           5%          10%
──────────────────────────────────────────────────────────────
 Z(t)            -7.359      -3.567       -2.923       -2.596
──────────────────────────────────────────────────────────────
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000.
```

Hình 7: Kết quả kiểm định tính dừng của biến "USD_VND"

Với kết quả kiểm định tính dừng cho chuỗi tỷ giá hối đoái USD_VND, ta có *p_value* là 0,00% bé hơn mức ý nghĩa 5%. Vậy bác bỏ H_0: Dữ liệu dừng - phương trình đặc trưng không có nghiệm đơn vị.

- **Biến AUD**

```
. dfuller AUD, lags(0)

Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs   = 59
Variable: AUD                             Number of lags =  0

H0: Random walk without drift, d = 0

                                    Dickey-Fuller
                  Test      ──────── critical value ────────
              statistic          1%           5%          10%
──────────────────────────────────────────────────────────────
 Z(t)            -7.624      -3.567       -2.923       -2.596
──────────────────────────────────────────────────────────────
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000.
```

Hình 8: Kết quả kiểm định tính dừng của biến "AUD"

Với kết quả kiểm định tính dừng cho chuỗi giá vàng AUD, ta có *p_value* là 0,00% bé hơn mức ý nghĩa 5%. Vậy bác bỏ H_0: Dữ liệu dừng - phương trình đặc trưng không có nghiệm đơn vị.

- **Biến WTI**

```
. dfuller WTI, lags(0)

Dickey-Fuller test for unit root                   Number of obs   = 59
Variable: WTI                                      Number of lags =  0

H0: Random walk without drift, d = 0

                                       Dickey-Fuller
                 Test      ---------- critical value ----------
              statistic          1%           5%          10%
--------------------------------------------------------------
 Z(t)            -9.573      -3.567       -2.923       -2.596
--------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000.
```

Hình 9: Kết quả kiểm định tính dừng của biến "WTI"

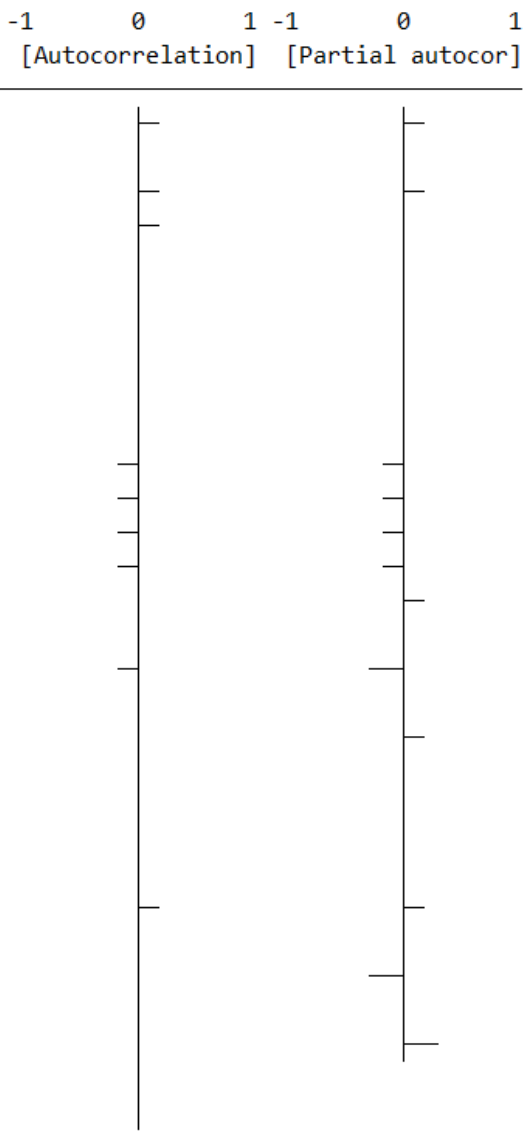
Với kết quả kiểm định tính dừng cho chuỗi giá dầu thô WTI, ta có *p_value* là 0,00% bé hơn mức ý nghĩa 5%. Vậy bác bỏ H_0: Dữ liệu dừng - phương trình đặc trưng không có nghiệm đơn vị.

Tổng quát, các chuỗi dữ liệu trong mô hình đều thỏa mãn tính dừng ở dữ liệu gốc, phù hợp cho các bước thống kê và tính toán phía sau.

3.2.1.2 Vẽ đồ thị chọn mô hình ARMA

```
. corrgram VNINDEX, lag (30)
```

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q
1	0.1808	0.1814	2.0617	0.1510
2	-0.0766	-0.0967	2.4382	0.2955
3	0.1401	0.1791	3.7197	0.2934
4	0.1409	0.0895	5.0378	0.2834
5	0.0710	0.0720	5.3791	0.3714
6	0.0024	-0.0195	5.3795	0.4961
7	-0.0121	-0.0420	5.3898	0.6125
8	0.0160	-0.0239	5.4082	0.7132
9	-0.0052	-0.0198	5.4102	0.7972
10	-0.1097	-0.1147	6.3048	0.7890
11	-0.1711	-0.1563	8.527	0.6655
12	-0.1409	-0.1723	10.065	0.6103
13	-0.1752	-0.1944	12.494	0.4876
14	-0.2076	-0.1779	15.98	0.3146
15	0.0883	0.1935	16.625	0.3417
16	0.0709	0.1054	17.051	0.3823
17	-0.2160	-0.2605	21.088	0.2224
18	-0.0939	-0.0300	21.869	0.2379
19	0.0897	0.2005	22.599	0.2555
20	0.0742	0.1195	23.111	0.2834
21	0.0038	-0.1044	23.113	0.3380
22	0.0252	0.0685	23.175	0.3919
23	0.0140	-0.0487	23.195	0.4495
24	0.1617	0.1893	25.896	0.3585
25	0.0282	-0.0238	25.981	0.4086
26	-0.0748	-0.3215	26.592	0.4309
27	0.0041	-0.1196	26.594	0.4858
28	0.0644	0.2973	27.077	0.5141
29	-0.0243	.	27.148	0.5637
30	0.0638	.	27.653	0.5888



Hình 10: Biểu đồ tương quan của biến "VNINDEX" với độ trễ tối đa là 30

Theo kết quả về sự phụ thuộc và tự tương quan với giá trị quá khứ của VNINDEX, giá trị sẽ phụ thuộc vào kết quả của 1-3 tháng liền kề, và phụ thuộc vào kết quả của cùng kỳ năm trước.

3.2.2 Mô hình ARIMA

3.2.2.1 Mô hình tự hồi quy AR (Auto-Regression)

Ta dùng mô hình tự hồi quy AR để xem xét tính dựa vào quá khứ của chuỗi dữ liệu VNINDEX, nghĩa là giá trị của chuỗi tại một thời điểm t phụ thuộc vào các giá trị của chuỗi vào các thời điểm trước đó. Mô hình có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \ldots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Trong đó:

- Y_t : giá trị của chuỗi Y ở thời điểm hiện tại.
- μ: giá trị trung bình của chuỗi (bằng 0 nếu chuỗi đã được chuẩn hóa (sai phân)).
- $\phi_1, \phi_2, \ldots \phi_p$: các hệ số tự hồi quy.
- *p*: số độ trễ được dùng để tính toán của mô hình.
- *t*: sai số ngẫu nhiên tại thời điểm t.

3.2.2.2 Mô hình trung bình di động MA (Moving Average)

Theo biểu đồ biểu diễn tổng quan các quan sát của chuỗi VNINDEX, ta đã nhận định dữ liệu có thành phần ngẫu nhiên, nên sẽ sử dụng mô hình trung bình di động để làm mượt các thành phần này. MA có dạng tổng quát:

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1\varepsilon_{t-1} + \theta_2\varepsilon_{t-2} + \ldots + \theta_q\varepsilon_{t-q}$$

Dữ liệu theo tháng:

```
. arima VNINDEX, ar(1) ma(1)

(setting optimization to BHHH)
Iteration 0:   log likelihood = -77.402592
Iteration 1:   log likelihood = -75.890433
Iteration 2:   log likelihood =  -74.03854
Iteration 3:   log likelihood = -73.925989
Iteration 4:   log likelihood = -73.831344
(switching optimization to BFGS)
Iteration 5:   log likelihood = -73.815907
Iteration 6:   log likelihood = -73.795939
Iteration 7:   log likelihood = -73.793814
Iteration 8:   log likelihood = -73.793759
Iteration 9:   log likelihood = -73.793712
Iteration 10:  log likelihood = -73.793712

ARIMA regression

Sample: 2020m1 thru 2024m12                     Number of obs     =         60
                                                Wald chi2(2)      =       8.55
Log likelihood = -73.79371                      Prob > chi2       =     0.0139
```

VNINDEX	Coefficient	OPG std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
_cons	.0931922	.1245531	0.75	0.454	-.1509273	.3373117
ARMA						
ar						
L1.	-.3758496	.5281526	-0.71	0.477	-1.41101	.6593104
ma						
L1.	.6223913	.422467	1.47	0.141	-.2056288	1.450411
/sigma	.8269966	.0692442	11.94	0.000	.6912804	.9627128

Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided confidence interval is truncated at zero.

Hình 11: Mô hình ARMA(1;1) với dữ liệu theo tháng

Sử dụng kiểm định ý nghĩa thống kê các tham số để xem xét độ phù hợp của mô hình ARIMA cho dữ liệu, với cặp giả thiết:

- H_0: $\beta_i = 0$ Tham số không có ý nghĩa thống kê, dữ liệu không phụ thuộc vào giá trị quá khứ (β_{AR}) hoặc/và không phụ thuộc vào sai số (β_{MA}).
- H_1: $\beta_i \neq 0$ Tham số có ý nghĩa thống kê, dữ liệu phụ thuộc vào giá trị quá khứ (β_{AR}) hoặc/và phụ thuộc vào sai số (β_{MA}).

Ta có cả 02 tham số hồi quy đều có *p_value* lớn hơn 5% (mức ý nghĩa thông thường), với *p_value* của AR là 47,7% và MA là 14,1%, vậy có thể kết luận mô hình ARMA(1;1) không phù hợp cho dữ liệu VNINDEX.

```
. arima VNINDEX, ar(3) ma(1)

(setting optimization to BHHH)
Iteration 0:   log likelihood = -76.637488
Iteration 1:   log likelihood = -74.123135
Iteration 2:   log likelihood = -73.682028
Iteration 3:   log likelihood = -73.601636
Iteration 4:   log likelihood = -73.578692
(switching optimization to BFGS)
Iteration 5:   log likelihood =  -73.57114
Iteration 6:   log likelihood = -73.567858
Iteration 7:   log likelihood = -73.567807
Iteration 8:   log likelihood = -73.567771
Iteration 9:   log likelihood = -73.567771

ARIMA regression

Sample: 2020m1 thru 2024m12                     Number of obs     =         60
                                                Wald chi2(2)      =       3.70
Log likelihood = -73.56777                      Prob > chi2       =     0.1571
```

VNINDEX	Coefficient	OPG std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
_cons	.0737678	.1504815	0.49	0.624	-.2211705	.368706
ARMA						
ar						
L3.	.1609794	.1690273	0.95	0.341	-.1703079	.4922668
ma						
L1.	.2555994	.1599687	1.60	0.110	-.0579335	.5691324
/sigma	.8235972	.070421	11.70	0.000	.6855746	.9616199

Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided confidence interval is truncated at zero.

Hình 12: Mô hình ARMA(3;1) với dữ liệu theo tháng

Ta có cả 02 tham số hồi quy đều có *p_value* lớn hơn 5% (mức ý nghĩa thông thường), với *p_value* của AR là 34,1% và MA là 11%, vậy có thể kết luận mô hình ARMA(3;1) không phù hợp cho dữ liệu VNINDEX.

```
. arima VNINDEX, ar(3) ma(3)

(setting optimization to BHHH)
Iteration 0:   log likelihood = -78.548075
Iteration 1:   log likelihood = -75.754571
Iteration 2:   log likelihood = -74.994583
Iteration 3:   log likelihood = -74.664932
Iteration 4:   log likelihood = -74.633879
(switching optimization to BFGS)
Iteration 5:   log likelihood = -74.630897
Iteration 6:   log likelihood = -74.602299
Iteration 7:   log likelihood = -74.596441
Iteration 8:   log likelihood =  -74.59507
Iteration 9:   log likelihood = -74.595001
Iteration 10:  log likelihood = -74.595001

ARIMA regression

Sample: 2020m1 thru 2024m12                     Number of obs     =         60
                                                Wald chi2(2)      =       7.18
Log likelihood = -74.595                        Prob > chi2       =     0.0276
```

VNINDEX	Coefficient	OPG std. err.	z	P>|z|	[95% conf. interval]	
VNINDEX						
_cons	.0909622	.1315979	0.69	0.489	-.1669649	.3488893
ARMA						
ar						
L3.	-.562944	.5302965	-1.06	0.288	-1.602306	.476418
ma						
L3.	.7440812	.4462599	1.67	0.095	-.1305721	1.618735
/sigma	.8367379	.0732334	11.43	0.000	.6932031	.9802726

Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided confidence interval is truncated at zero.

Hình 13: Mô hình ARMA(3;3) với dữ liệu theo tháng

Ta có cả 02 tham số hồi quy đều có *p_value* lớn hơn 5% (mức ý nghĩa thông thường), với *p_value* của AR là 28,8% và MA là 9,5%, vậy có thể kết luận mô hình ARMA(3;3) không phù hợp cho dữ liệu VNINDEX.

```
. arima VNINDEX, ar(3) ma(4)

(setting optimization to BHHH)
Iteration 0:   log likelihood = -77.375187
Iteration 1:   log likelihood = -75.894787
Iteration 2:   log likelihood = -75.282736
Iteration 3:   log likelihood = -74.984938
Iteration 4:   log likelihood = -74.908197
(switching optimization to BFGS)
Iteration 5:   log likelihood = -74.564124
Iteration 6:   log likelihood = -74.409814
Iteration 7:   log likelihood = -74.390878
Iteration 8:   log likelihood = -74.389632
Iteration 9:   log likelihood = -74.389559
Iteration 10:  log likelihood = -74.389559

ARIMA regression

Sample: 2020m1 thru 2024m12                     Number of obs     =         60
                                                Wald chi2(2)      =       1.86
Log likelihood = -74.38956                      Prob > chi2       =     0.3950
```

VNINDEX	Coefficient	OPG std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
_cons	.0754977	.1475096	0.51	0.609	-.2136159	.3646113
ARMA						
ar						
L3.	.1680142	.1651329	1.02	0.309	-.1556404	.4916687
ma						
L4.	.1460711	.2066725	0.71	0.480	-.2589996	.5511419
/sigma	.8348161	.0566214	14.74	0.000	.7238403	.945792

Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided confidence interval is truncated at zero.

Hình 14: Mô hình ARMA(3;4) với dữ liệu theo tháng

Ta có cả 02 tham số hồi quy đều có *p_value* lớn hơn 5% (mức ý nghĩa thông thường), với *p_value* của AR là 30,9% và MA là 48%, vậy có thể kết luận mô hình ARMA(3,4) không phù hợp cho dữ liệu VNINDEX.

```
. arimaauto VNINDEX
Model1: ARIMA(0,0,0)(0,1,0,12) with constant
Model2: ARIMA(1,0,0)(1,1,0,12) with constant

Unit root tests:
```

	unit root	lags	Stat	1% crit	5% crit	10% crit
VNINDEX						
HEGY	1	.	-1.954380	-4.858276	-4.817174	-4.903433
S12.VNINDEX						
DFGLS	1	4	-1.078929	-3.770000	-3.065590	-2.768948
KPSS	0	4	0.118102	0.216000	0.146000	0.119000

Model space:

	AR	MA	MAR	MMA	const	LLF	AIC	SIC
Model1	0	0	0	0	1	-81.3281	166.6561	170.3985
Model2	1	0	1	0	1	-69.0848	146.1697	153.6545

```
Max LLF: Model 2
Min AIC: Model 2
Min SIC: Model 2

Best model based on AIC:

ARIMA regression

Sample: 2021m1 thru 2024m12                     Number of obs     =         48
                                                Wald chi2(2)      =      75.98
Log likelihood = -69.08484                      Prob > chi2       =     0.0000
```

S12.VNINDEX	Coefficient	OPG std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
_cons	-.0136521	.1442697	-0.09	0.925	-.2964156	.2691114
ARMA						
ar						
L1.	.2730566	.1564086	1.75	0.081	-.0334987	.5796119
ARMA12						
ar						
L1.	-.6729608	.0847455	-7.94	0.000	-.8390589	-.5068627
/sigma	.9456776	.0966079	9.79	0.000	.7563297	1.135026

```
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Hình 15: Lựa chọn mô hình ARIMA tối ưu với dữ liệu theo tháng

Để lựa chọn mô hình ARIMA tối ưu, ta sử dụng chỉ số AIC (Akaike Information Criterion). AIC giúp lựa chọn mô hình tốt nhất bằng cách cân nhắc giữa

độ khớp của mô hình với dữ liệu và độ phức tạp của mô hình (số lượng tham số), mô hình có AIC thấp sẽ được ưa chuộng hơn. Với công thức:

$$AIC = -2ln(L) + 2k$$

Trong đó:

- L - log likelihood: hàm khả năng của mô hình, đánh giá khả năng phù hợp với dữ liệu.
- k: lượng tham số của mô hình.

Theo kết quả lựa chọn mô hình tối ưu theo AIC, mô hình ARIMA(1;0;0) - AR(1) là tối ưu nhất. Với *p_value* của tham số tự hồi quy là 0,00%, ta kết luận dữ liệu VNINDEX có phụ thuộc vào giá trị quá khứ liền kề.

Dữ liệu theo ngày:

```
. corrgram VNINDEX, lag (20)
```

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1 0 1 [Autocorrelation]	-1 0 1 [Partial autocor]
1	0.0570	0.0570	4.0681	0.0437		
2	0.0261	0.0229	4.9228	0.0853		
3	-0.0081	-0.0109	5.0052	0.1714		
4	-0.0285	-0.0282	6.0258	0.1972		
5	0.0679	0.0719	11.825	0.0373		
6	0.0241	0.0177	12.557	0.0506		
7	0.0488	0.0428	15.556	0.0295		
8	0.0133	0.0076	15.778	0.0457		
9	-0.0296	-0.0290	16.887	0.0505		
10	-0.0018	-0.0018	16.891	0.0768		
11	-0.0049	-0.0031	16.921	0.1102		
12	-0.0627	-0.0697	21.89	0.0388		
13	0.0097	0.0125	22.01	0.0552		
14	0.0052	0.0087	22.044	0.0777		
15	-0.0342	-0.0373	23.526	0.0736		
16	-0.0220	-0.0192	24.139	0.0865		
17	-0.0101	0.0047	24.269	0.1123		
18	-0.0269	-0.0261	25.19	0.1198		
19	-0.0443	-0.0398	27.688	0.0896		
20	0.0170	0.0274	28.055	0.1081		

Hình 16: Biểu đồ tương quan của biến "VNINDEX" với độ trễ tối đa là 20

Kết quả lệnh tìm sự phụ thuộc vào giá trị quá khứ và sai số của dữ liệu phần trăm thay đổi của VN-INDEX theo ngày là không có phụ thuộc ở bất kỳ độ trễ nào. Tuy nhiên, ta vẫn sẽ tìm mô hình ARIMA tối ưu để từ đó so sánh dữ liệu theo ngày với dữ liệu theo tháng.

```
. arimaauto VNINDEX
Model1: ARIMA(2,0,2)(1,0,1,12) with constant
Model2: ARIMA(0,0,0)(0,0,0,12) with constant
Model3: ARIMA(1,0,0)(1,0,0,12) with constant
Model4: ARIMA(0,0,1)(0,0,1,12) with constant

Unit root tests:
```

	unit root	lags	Stat	1% crit	5% crit	10% crit
VNINDEX						
HEGY	0	.	-6.820545	-2.698471	-2.103278	-1.799085
S12.VNINDEX						
DFGLS	0	7	-1.12e+01	-3.480000	-2.846995	-2.559636
KPSS	0	7	0.004756	0.216000	0.146000	0.119000

Model space:

	AR	MA	MAR	MMA	const	LLF	AIC	SIC
Model1	2	2	1	1	1	-2.07e+03	4163.5974	4204.6510
Model2	0	0	0	0	1	-2.08e+03	4165.1872	4175.4506
Model3	1	0	1	0	1	-2.08e+03	4160.1203	4180.6471
Model4	0	1	0	1	1	-2.08e+03	4160.5453	4181.0721

Max LLF: Model 1
Min AIC: Model 3
Min SIC: Model 2

Best model based on AIC:

ARIMA regression

Sample: **1960m2** thru **2064m4** — Number of obs = **1251**
Wald chi2(**2**) = **15.86**
Log likelihood = **-2076.06** — Prob > chi2 = **0.0004**

VNINDEX	Coefficient	OPG std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
_cons	.0303375	.0393919	0.77	0.441	-.0468693	.1075443
ARMA						
ar						
L1.	.0576861	.0199439	2.89	0.004	.0185967	.0967756
ARMA12						
ar						
L1.	-.0630313	.0225501	-2.80	0.005	-.1072287	-.018834
/sigma	1.27194	.0159384	79.80	0.000	1.240702	1.303179

Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided confidence interval is truncated at zero.

Hình 17: Lựa chọn mô hình ARIMA tối ưu với dữ liệu theo ngày

Mô hình ARIMA tối ưu cho dữ liệu VNINDEX theo ngày là ARIMA(0;0;0), nghĩa là dữ liệu không có sự phụ thuộc vào giá trị quá khứ và sai số.

```
. arima VNINDEX, ar(1) ma(1)

(setting optimization to BHHH)
Iteration 0:   log likelihood = -2078.5658
Iteration 1:   log likelihood = -2078.3929
Iteration 2:   log likelihood = -2078.3639
Iteration 3:   log likelihood =  -2078.353
Iteration 4:   log likelihood =  -2078.349
(switching optimization to BFGS)
Iteration 5:   log likelihood = -2078.3474
Iteration 6:   log likelihood = -2078.3465
Iteration 7:   log likelihood = -2078.3465

ARIMA regression

Sample: 1960m2 thru 2064m4                      Number of obs     =       1251
                                                Wald chi2(2)      =      10.46
Log likelihood = -2078.347                      Prob > chi2       =     0.0053

------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
     VNINDEX | Coefficient  std. err.      z    P>|z|     [95% conf. interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
VNINDEX      |
       _cons |   .0303718   .0428864     0.71   0.479     -.053684    .1144275
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ar |
         L1. |   .3167183   .2917986     1.09   0.278    -.2551965    .8886331
             |
          ma |
         L1. |  -.2598416   .2957136    -0.88   0.380    -.8394295    .3197464
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   1.274314    .015971    79.79   0.000     1.243011    1.305616
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Hình 18: Mô hình ARMA(1;1) với dữ liệu theo ngày

Với mô hình ARIMA (1;0;1), ta có cả 02 tham số hồi quy AR và MA đều có *p_value* lớn hơn 5% (mức ý nghĩa thông thường), với *p_value* của AR là 38% và MA là 27,8%. Vậy có thể kết luận mô hình ARIMA(1,0,1) không phù hợp cho dữ liệu VNINDEX theo ngày.

```
. arima VNINDEX, ar(1) ma(2)

(setting optimization to BHHH)
Iteration 0:   log likelihood =   -2078.32
Iteration 1:   log likelihood = -2078.2326
Iteration 2:   log likelihood = -2078.2039
Iteration 3:   log likelihood = -2078.1974
Iteration 4:   log likelihood = -2078.1948
(switching optimization to BFGS)
Iteration 5:   log likelihood = -2078.1938
Iteration 6:   log likelihood = -2078.1932
Iteration 7:   log likelihood = -2078.1932

ARIMA regression

Sample: 1960m2 thru 2064m4                      Number of obs     =       1251
                                                Wald chi2(2)      =       8.90
Log likelihood = -2078.193                      Prob > chi2       =     0.0117
```

VNINDEX	Coefficient	OPG std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
_cons	.0303711	.0430142	0.71	0.480	-.0539351	.1146773
ARMA						
ar						
L1.	.0557994	.020081	2.78	0.005	.0164413	.0951575
ma						
L2.	.0251587	.019373	1.30	0.194	-.0128117	.0631292
/sigma	1.274156	.0159924	79.67	0.000	1.242812	1.305501

```
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Hình 19: Mô hình ARMA(1;2) với dữ liệu theo ngày

Với mô hình ARIMA (1;0;2), ta có tham số hồi quy MA có p_value là 19,4% lớn hơn 5% (mức ý nghĩa thông thường), có thể kết luận mô hình ARIMA(1,0,2) không phù hợp cho dữ liệu VNINDEX theo ngày.

```
. arima VNINDEX, ar(2) ma(2)

(setting optimization to BHHH)
Iteration 0:   log likelihood = -2080.1623
Iteration 1:   log likelihood =  -2078.447
Iteration 2:   log likelihood = -2077.8411
Iteration 3:   log likelihood = -2077.8294
Iteration 4:   log likelihood = -2077.8281
(switching optimization to BFGS)
Iteration 5:   log likelihood = -2077.8275
Iteration 6:   log likelihood = -2077.8272
Iteration 7:   log likelihood = -2077.8272

ARIMA regression

Sample: 1960m2 thru 2064m4                      Number of obs     =       1251
                                                Wald chi2(2)      =    3425.56
Log likelihood = -2077.827                      Prob > chi2       =     0.0000

------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
     VNINDEX | Coefficient  std. err.      z    P>|z|     [95% conf. interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
VNINDEX      |
       _cons |   .0302777   .0396582     0.76   0.445    -.0474509    .1080063
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ar |
         L2. |  -.9560373   .0244406   -39.12   0.000     -1.00394   -.9081346
             |
          ma |
         L2. |   .9759665   .0194007    50.31   0.000     .9379418    1.013991
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   1.273693   .0163744    77.79   0.000       1.2416    1.305786
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Hình 20: Mô hình ARMA(2;2) với dữ liệu theo ngày

Với mô hình ARIMA (2;0;2), ta có cả 02 tham số hồi quy AR và MA đều có *p_value* là 0% bé hơn 5% (mức ý nghĩa thông thường), tuy nhiên theo kết quả tìm sự phụ thuộc vào giá trị quá khứ và sai số của chuỗi, ta thấy dữ liệu không có sự phụ thuộc. Vậy chúng ta không thể kết luận mô hình phù hợp cho dữ liệu VNINDEX theo ngày.

Vì kết quả các mô hình ARIMA không khớp với kết quả tìm sự phụ thuộc vào giá trị quá khứ và sai số của dữ liệu, ta không nên sử dụng chỉ số thay đổi VNINDEX theo ngày cho các thống kê, tính toán sau này.

3.2.2.3 Kiểm tra điểm phá vỡ cấu trúc:

```
. reg VNINDEX monthly

      Source |       SS           df       MS      Number of obs   =        60
-------------+----------------------------------   F(1, 58)        =      0.03
       Model |  .025939207         1  .025939207   Prob > F        =    0.8537
    Residual |  43.8703191        58  .756384813   R-squared       =    0.0006
-------------+----------------------------------   Adj R-squared   =   -0.0166
       Total |  43.8962583        59  .744004379   Root MSE        =     .8697

------------------------------------------------------------------------------
     VNINDEX | Coefficient  Std. err.      t    P>|t|     [95% conf. interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
     monthly |  -.0012006   .0064833    -0.19   0.854    -.0141783    .0117771
       _cons |   .9990248   4.860523     0.21   0.838    -8.730369    10.72842
------------------------------------------------------------------------------
```

Hình 21: Hồi quy biến "VNINEX" theo tháng

Với giả thiết:

- H_0: Dữ liệu không có điểm phá vỡ cấu trúc
- H_1: Dữ liệu có điểm phá vỡ cấu trúc

```
. estat sbsingle
---+--- 1 ---+--- 2 ---+--- 3 ---+--- 4 ---+--- 5
.........................................

Test for a structural break: Unknown break date
Full sample:     2020m1 thru 2024m12
Trimmed sample: 2020m10 thru  2024m4
Estimated break date: 2021m2

H0: No structural break

                          Number of obs = 60
--------------------------------------------------
            Test     Statistic       p-value
--------------------------------------------------
    Supremum Wald      21.8475        0.0005
--------------------------------------------------
Exogenous variables: monthly
Coefficients included in test: monthly _cons
```

Hình 22: Kết quả kiểm tra điểm phá vỡ cấu trúc

Vì *p-value* = 0.0005 < mức ý nghĩa 5% => Bác bỏ H_0. Vậy dữ liệu có điểm phá vỡ cấu trúc tại điểm 2021m2.

3.2.2.4 Kiểm định nhiễu trắng:

```
. wntestq VNINDEX

Portmanteau test for white noise
---------------------------------------
 Portmanteau (Q) statistic =    27.0766
 Prob > chi2(28)           =     0.5141
```

Hình 23: Kết quả kiểm định nhiễu trắng

Để mô hình ARIMA cho dữ liệu VNINDEX theo tháng thật sự hiệu quả, ta cần kiểm định liệu sai số có phải nhiễu trắng hay không, vì nếu không, sai số có thể phạm vào một hoặc vài giả định sau, khiến ARIMA không giải thích được hết dữ liệu:

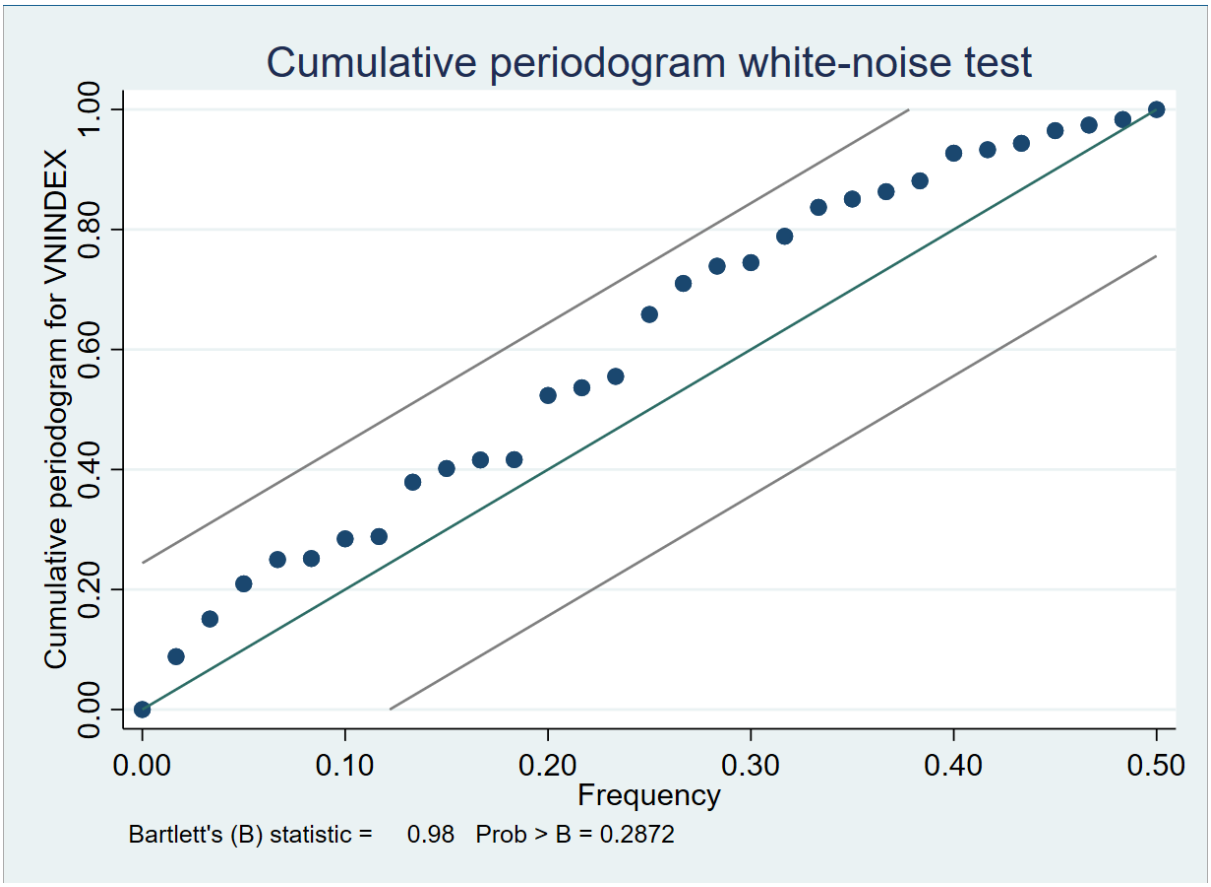
- Không tự hồi quy: Các giá trị trong sai số có thể phụ thuộc vào giá trị trước đó của chính nó.
- Phân phối chuẩn: Kỳ vọng có thể khác 0 và phương sai không ổn định.
- Không có xu hướng: Sai số có thể có xu hướng tăng/giảm theo thời gian.

Với kiểm định Portmanteau cho nhiễu trắng, cùng cặp giả thiết:

- H_0: Sai số là nhiễu trắng - dữ liệu không có tương quan chuỗi.
- H_1: Sai số không phải nhiễu trắng - dữ liệu có tương quan chuỗi.

Ta có *p_value* kiểm định là 51,41%, lớn hơn mức ý nghĩa thông thường là 5%, vậy chấp nhận H_0: dữ liệu không có tương quan chuỗi.

```
. wntestb VNINDEX
```



Hình 24: Đồ thị periodogram tích lũy

Một cách khác để kiểm định nhiễu trắng là bằng đồ thị periodogram tích lũy, nếu dữ liệu không phải là nhiễu trắng thì đường biểu diễn sẽ có các đỉnh rõ rệt. Với kết quả trong biểu đồ, VNINDEX là nhiễu trắng.

3.2.2.5 Kiểm định đồng tích hợp

```
. egranger VNINDEX USD_VND

Engle-Granger test for cointegration                N (1st step)  =      60
                                                    N (test)      =      59
------------------------------------------------------------------------------
                 Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic        Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)            -7.002          -4.089            -3.442            -3.117

Critical values from MacKinnon (1990, 2010)
```

```
. egranger VNINDEX AUD
Replacing variable _egresid...

Engle-Granger test for cointegration                N (1st step)  =      60
                                                    N (test)      =      59
------------------------------------------------------------------------------
                 Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic        Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)            -7.296          -4.089            -3.442            -3.117

Critical values from MacKinnon (1990, 2010)
```

```
. egranger VNINDEX WTI
Replacing variable _egresid...

Engle-Granger test for cointegration                N (1st step)  =      60
                                                    N (test)      =      59
------------------------------------------------------------------------------
                 Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic        Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)            -6.941          -4.089            -3.442            -3.117

Critical values from MacKinnon (1990, 2010)
```

Hình 25: Kết quả kiểm định đồng tích hợp

Vì mô hình ARIMA chưa giải thích hết được dữ liệu VNINDEX, ta cần mô hình phức tạp hơn. Với các nghiên cứu trước đó, nhóm em quyết định đưa thêm các biến độc lập đã được chứng minh là có quan hệ với chỉ số này. Để đảm bảo mô hình tổng hợp sẽ phản ánh chính xác và đầy đủ quan hệ của các biến, đầu tiên ta cần kiểm định tính đồng liên kết (tránh tình trạng tương quan giả - các biến thực tế không có quan hệ lại được phản ánh là có quan hệ trong mô hình).

Nhóm dùng kiểm định Engle - Granger để kiểm định tính đồng liên kết giữa VNINDEX và các chỉ số độc lập được lựa chọn, với cặp giả thiết:

- H_0: Phần dư của hồi quy đồng liên kết có nghiệm đơn vị - Các chuỗi không có quan hệ đồng liên kết
- H_1: Phần dư của hồi quy đồng liên kết có nghiệm đơn vị - Các chuỗi có quan hệ đồng liên kết.

Ta có Z_{STAT} kiểm định quan hệ giữa VNINDEX với các biến tỷ giá hối đoái USD_VND, AUD, WTI đều bé hơn giá trị tra bảng ở mức ý nghĩa 5% (lần lượt là -7,002, -7,296, -6,941 bé hơn -3,442), nên bác bỏ H_0: Các chuỗi có quan hệ đồng liên kết.

3.2.2.6 ECM:

```
. egranger VNINDEX USD_VND, ecm

Engle-Granger 2-step ECM estimation                N (1st step)  =      60
                                                   N (2nd step)  =      59

Engle-Granger 2-step ECM
```

D.VNINDEX	Coefficient	Std. err.	t	P>|t|	[95% conf.	interval]
USD_VND						
D1.	-.2526492	.6100937	-0.41	0.680	-1.474814	.9695153
_egresid						
L1.	-.8312671	.1220716	-6.81	0.000	-1.075806	-.5867282
_cons	.0417448	.1039962	0.40	0.690	-.1665846	.2500741

Hình 26: Kết quả ước lượng mô hình hiệu chỉnh sai số bằng stata

ECM (Error Correction Model) được dùng để mô tả quan hệ trong cả ngắn hạn và dài hạn giữa 2 chuỗi thời gian có đồng liên kết, giúp mô hình hóa sự điều chỉnh của chuỗi khi có sự sai lệch (trong ngắn hạn) khỏi mối quan hệ dài hạn giữa chúng.

$$\Delta y_t = \beta_1 \Delta x_1 + \beta_2 \left(y_{t-1} - \gamma x_{t-1} \right) + u_t$$

Với $y_{t-1} - \gamma x_{t-1}$ là số hạng sửa lỗi (điều chỉnh).

Tuy nhiên, vì VNINDEX đã dừng từ dữ liệu gốc, trong **khi mô hình ECM chỉ nên dùng cho dữ liệu không dừng ở dữ liệu gốc**, nên mô hình không thật sự phù hợp để mô tả quan hệ giữa VNINDEX và tỷ giá hối đoái USD_VND. Tương tự, ta sẽ không dùng ECM với các biến độc lập còn lại.

3.3 Mô hình ARCH, GARCH

Một trong các giả định quan trọng để các mô hình ARIMA phân tích được dữ liệu là sai số phải có phương sai không đổi. Tuy nhiên, dữ liệu trong lĩnh vực tài chính (tỷ giá hối đoái, giá cổ phiếu danh mục đầu tư,...) thường có các yếu tố ảnh

hưởng đến sai số làm phương sai sai số thay đổi, gọi chung là rủi ro, với các tính chất như:

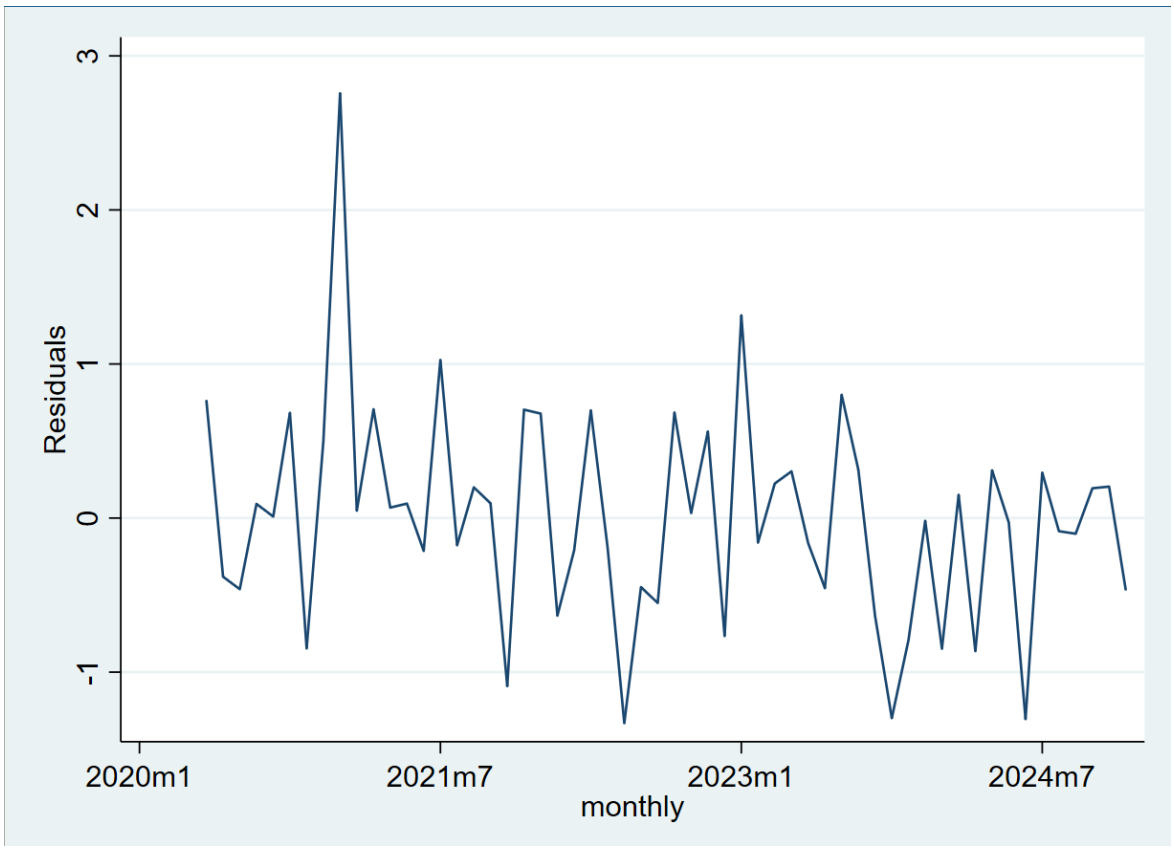
- Tính chất bầy đàn: độ rủi ro có thể cao đối với các thời kỳ nhất định và thấp đối với các thời kỳ nhất định khác.
- Tính chất đòn bẩy: dường như có các phản ứng khác nhau đối với sự thay đổi khác thông qua biến quan sát có thể tăng cao hoặc giảm nhiều.

Khiến cho việc đảm bảo giả định này cho mô hình ARIMA khó khăn. Nếu giả định này bị vi phạm, chúng ta cần sử dụng khối mô hình phương sai có điều kiện của sai số thay đổi tự hồi quy (ARCH, GARCH,...) để mô hình hóa sự thay đổi phương sai.

Ý tưởng: phương sai sai số tại một thời điểm là một hàm bậc nhất của các sai số ở các thời điểm trước.

3.3.1 Mô hình ARCH

- **Đồ thị phần dư của mô hình**



Hình 27: Đồ thị phần dư của mô hình

Đánh giá sơ bộ qua biểu đồ biểu thị các giá trị của phần dư (residual) theo thời gian, ta thấy có biến động lớn nên có thể xuất hiện thành phần ngẫu nhiên, và

tổng quát dữ liệu có xu hướng giảm dần theo thời gian, vi phạm giả định tuân theo phân phối chuẩn của cụm mô hình ARIMA. Để đánh giá chi tiết hơn, ta cần hồi quy phần dư của dữ liệu.

```
.        reg re

      Source |       SS           df       MS      Number of obs   =        59
-------------+----------------------------------   F(0, 58)        =      0.00
       Model |           0         0           .   Prob > F        =         .
    Residual |  35.1632711        58  .606263296   R-squared       =    0.0000
-------------+----------------------------------   Adj R-squared   =    0.0000
       Total |  35.1632711        58  .606263296   Root MSE        =    .77863

------------------------------------------------------------------------------
          re | Coefficient  Std. err.      t    P>|t|     [95% conf. interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       _cons |    .039897   .1013689     0.39   0.695    -.1630148    .2428089
------------------------------------------------------------------------------
```

Hình 28: Kết quả hồi quy phần dư của dữ liệu

Ở bài nghiên cứu này, nhóm sử dụng kiểm định nhân tử Lagrange (LM) để kiểm định hiệu ứng ARCH. Đầu tiên ta cần ước lượng mô hình:

$$\varepsilon_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \ldots + \alpha_m \varepsilon_{t-m}^2 + u_t$$

Bài toán kiểm định:

- $H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \ldots = \alpha_m = 0$
- $H_1 : \alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \ldots + \alpha_m^2 \neq 0$

Bài toán kiểm định dựa vào kiểm định độ phù hợp, tương ứng $H_0 : R^2 = 0$. Nếu chấp nhận H_0 thì kết luận không có hiệu ứng ARCH, ngược lại bác bỏ H_0 chứng tỏ có hiệu ứng ARCH.

```
.        estat archlm
LM test for autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH)
```

lags(p)	chi2	df	Prob > chi2
1	**0.547**	**1**	**0.4594**

```
H0: no ARCH effects      vs.  H1: ARCH(p) disturbance
```

```
.         estat archlm, lags(3)
LM test for autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH)
```

lags(*p*)	chi2	df	Prob > chi2
3	**0.505**	**3**	**0.9177**

```
H0: no ARCH effects      vs.  H1: ARCH(p) disturbance
```

Hình 29: Kết quả kiểm định nhân tử Lagrange

Với phần dư của dữ liệu, ở cả 2 độ trễ L1 và L3 đều có *p_value* lớn hơn mức ý nghĩa thông thường là 5%, vậy chấp nhận H_0, phần dư dữ liệu không có hiệu ứng ARCH.

```
. arch VNINDEX, arch(1)

(setting optimization to BHHH)
Iteration 0:   log likelihood = -76.027331
Iteration 1:   log likelihood = -75.738358
Iteration 2:   log likelihood = -75.733901
Iteration 3:   log likelihood = -75.733683
Iteration 4:   log likelihood =  -75.73367
(switching optimization to BFGS)
Iteration 5:   log likelihood = -75.733668

ARCH family regression

Sample: 2020m1 thru 2024m12                     Number of obs     =         60
                                                Wald chi2(.)      =          .
Log likelihood = -75.73367                      Prob > chi2       =          .
```

VNINDEX	Coefficient	OPG std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
_cons	.1068695	.1169448	0.91	0.361	-.122338	.3360771
ARCH						
arch						
L1.	.0203503	.0793711	0.26	0.798	-.1352142	.1759148
_cons	.7164133	.0993188	7.21	0.000	.5217521	.9110746

Hình 30: Kết quả ước lượng mô hình ARCH(1)

Mô hình ARCH(m) có dạng:

- Phương sai trong phương trình trung bình, dạng thể hiện qua hằng số:

$$y_t = \mu_t + \varepsilon_t,$$

- Và các phương trình về phương sai:

$$\varepsilon_t = \sigma_t u_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \cdots + \alpha_m \varepsilon_{t-m}^2$$

$$\alpha_0 > 0;\ \alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_m \geq 0.$$

Trong đó u_t là biến ngẫu nhiên độc lập có cùng phân phối với kỳ vọng bằng 0 và phương sai bằng 1. Các hệ số α_i phải thỏa mãn điều kiện nhất định sao cho phương sai không điều kiện là hữu hạn. ε_t thường được giả thuyết là có phân phối chuẩn hoặc phân phối Student.

Theo kết quả hồi quy mô hình ARCH(1) cho dữ liệu VNINDEX, các tham số hồi quy u_t, α_1 không có ý nghĩa thống kê, nên mô hình có thể không phù hợp với dữ liệu, ta sẽ thử hồi quy lại với các độ trễ khác.

```
. arch VNINDEX, arch(1/2)

(setting optimization to BHHH)
Iteration 0:   log likelihood = -75.816651
Iteration 1:   log likelihood =  -75.22105
Iteration 2:   log likelihood = -75.042259
Iteration 3:   log likelihood = -75.027945
Iteration 4:   log likelihood = -74.997977
(switching optimization to BFGS)
Iteration 5:   log likelihood = -74.978511
Iteration 6:   log likelihood = -74.880847
Iteration 7:   log likelihood = -74.876672
Iteration 8:   log likelihood = -74.876666
Iteration 9:   log likelihood = -74.875721
Iteration 10:  log likelihood = -74.875697
Iteration 11:  log likelihood = -74.875695

ARCH family regression

Sample: 2020m1 thru 2024m12                     Number of obs     =         60
                                                Wald chi2(.)      =          .
Log likelihood = -74.87569                      Prob > chi2       =          .
```

VNINDEX	Coefficient	OPG std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
_cons	.1562298	.1165545	1.34	0.180	-.0722128	.3846724
ARCH						
arch						
L1.	.0091688	.063868	0.14	0.886	-.1160102	.1343478
L2.	-.0782785	.0843151	-0.93	0.353	-.2435331	.0869761
_cons	.7868241	.1209585	6.50	0.000	.5497498	1.023898

Hình 31: Kết quả hồi quy mô hình ARCH(2)

Theo kết quả hồi quy mô hình ARCH(2) cho dữ liệu VNINDEX, các tham số hồi quy u_t, α_1, α_2 không có ý nghĩa thống kê, nên mô hình có thể không phù hợp với dữ liệu, đồng thời phương án thay đổi độ trễ không phải là phương án khả quan (log likelihood tăng - độ phù hợp giảm dần), ta nên thử thay đổi sang các dạng khác của cụm mô hình ARCH, trong bài này nhóm chuyển sang dạng mô hình GARCH - ARCH tổng quát.

```
. arch VNINDEX l1.VNINDEX, arch(1)
```

ARCH family regression

Sample: **2020m2** thru **2024m12** — Number of obs = **59**

Wald chi2(**0**) = .

Log likelihood = **-57.74895** — Prob > chi2 = .

VNINDEX	Coefficient	OPG std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
VNINDEX						
L1.	.0556675	.	.	.	.	.
_cons	.082416	.1099181	0.75	0.453	-.1330196	.2978515
ARCH						
arch						
L1.	-.0734982	.018998	-3.87	0.000	-.1107335	-.0362628
_cons	.6951053	.0899946	7.72	0.000	.5187191	.8714915

Hình 32: Kết quả ước lượng dạng khác của cụm mô hình ARCH

3.3.2 Mô hình GARCH

Trong mô hình GARCH, phương sai tại thời điểm t không chỉ phụ thuộc vào các sai số trước đó mà còn phụ thuộc vào chính các giá trị phương sai trước đó.

Mô hình GARCH(m,s) có dạng:

- Phương sai trong phương trình trung bình, dạng thể hiện qua hằng số:

$$y_t = \mu_t + \varepsilon_t,$$

- Và các phương trình về phương sai:

$$\varepsilon_t = \sigma_t u_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \cdots + \alpha_m \varepsilon_{t-m}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \beta_2 \sigma_{t-2}^2 + \ldots + \beta_s \sigma_{t-s}^2$$

$$\alpha_0 > 0;\ \alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_m \geq 0; \beta_1, \beta_2, \cdots, \beta_s \geq 0.$$

```
. arch VNINDEX, arch(1) garch(1)
```

```
ARCH family regression

Sample: 2020m1 thru 2024m12                     Number of obs     =         60
                                                Wald chi2(.)      =          .
Log likelihood = -72.84215                      Prob > chi2       =          .
```

VNINDEX	Coefficient	OPG std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
_cons	.0737213	.1480027	0.50	0.618	-.2163587	.3638013
ARCH						
arch						
L1.	.0476021	.0627774	0.76	0.448	-.0754393	.1706435
garch						
L1.	-1.249839	.7758383	-1.61	0.107	-2.770454	.2707759
_cons	1.847941	.3922503	4.71	0.000	1.079145	2.616738

Hình 33: Kết quả hồi quy mô hình GARCH(1,1)

Theo kết quả hồi quy mô hình GARCH(1,1) cho VNINDEX, có tham số hồi quy u_t, α_1, β_1 không có ý nghĩa thống kê, độ phù hợp cũng giảm dần (log likelihood tăng), nên phương án thử hồi quy theo các mô hình các của cụm ARCH không khả quan.

3.4 Mô hình VAR

Mô hình mô tả các dữ liệu thay vì các quan sát chỉ có một chiều bằng dạng vector, tức là quan sát nhiều chiều thì gọi là mô hình dạng vector. Do đó, các mô hình áp dụng với vector có các đặc trưng riêng so với các dạng một chiều, bên cạnh các đặc trưng chung là dữ liệu chuỗi thời gian. Chẳng hạn như, mô hình tự hồi quy AR khi áp dụng với dữ liệu dạng vector là mô hình VAR.

Mô hình VAR là mô hình vector các biến số tự hồi quy, trong đó mỗi biến số phụ thuộc tuyến tính vào các giá trị độ trễ của chính biến số này và giá trị trễ của các biến số khác.

Trường hợp đơn giản nhất, mô hình VAR(1) được biểu diễn như sau:

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Trong đó:

+ $Y_t = \left(y_{1t}\, y_{2t} \;\cdots\; y_{mt}\right)$ là vector m chiều tại thời điểm t,
+ $Y_{t-1} = \left(y_{1(t-1)}\, y_{2(t-1)} \;\cdots\; y_{m(t-1)}\right)$ là vector m chiều tại thời điểm $(t-1)$.
+ $A_0 = \left(a_{10}\, a_{20} \;\cdots\; a_{m0}\right)$ là vector các hằng số.
+ $A_1 = \left(a_{111}\, a_{121}\, a_{211}\, a_{221} \;\cdots\; a_{1m1} \;\cdots\; a_{2m1} \;\cdots\; \cdots\; a_{m11}\, a_{m21} \;\cdots\; \cdots\; \cdots\; a_{mm1}\right)$ là hệ số góc gắn với biến độ trễ 1.
+ $\varepsilon_t = \left(\varepsilon_{1t}\, \varepsilon_{2t} \;\cdots\; \varepsilon_{mt}\right)$ là nhiễu, trong đó mỗi thành phần ε_{it} là nhiễu trắng.

Việc ước lượng mô hình VAR chính là ước lượng các ma trận hệ số $\hat{A}_0$ và $\hat{A}_1$.

3.4.1 Chọn mô hình VAR với độ trễ phù hợp

3.4.1.1 Mô hình VAR(1)

```
. var VNINDEX USD_VND AUD WTI, lags(1/1)

Vector autoregression

Sample: 2020m2 thru 2024m12                     Number of obs     =         59
Log likelihood =  -215.2854                     AIC               =   7.975776
FPE            =   .0342489                     HQIC              =   8.250687
Det(Sigma_ml)  =   .0173581                     SBIC              =   8.680026

Equation           Parms      RMSE     R-sq      chi2     P>chi2
----------------------------------------------------------------
VNINDEX                5    .755447   0.1803   12.97528   0.0114
USD_VND                5    .119507   0.1393   9.552666   0.0487
AUD                    5    .953121   0.0438    2.70249   0.6088
WTI                    5     1.9588   0.0836   5.380812   0.2504
----------------------------------------------------------------
```

	Coefficient	Std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
VNINDEX						
L1.	.0550575	.1178994	0.47	0.641	-.1760211	.286136
USD_VND						
L1.	-.6399598	.744651	-0.86	0.390	-2.099449	.8195293
AUD						
L1.	-.304893	.1001821	-3.04	0.002	-.5012463	-.1085397
WTI						
L1.	-.0185796	.0493873	-0.38	0.707	-.1153769	.0782178
_cons	.1300854	.095707	1.36	0.174	-.0574969	.3176676

USD_VND						
VNINDEX						
L1.	-.0076806	.0186509	-0.41	0.680	-.0442358	.0288745
USD_VND						
L1.	.0179133	.117799	0.15	0.879	-.2129685	.2487952
AUD						
L1.	.0294592	.0158482	1.86	0.063	-.0016026	.0605211
WTI						
L1.	.0161134	.0078128	2.06	0.039	.0008006	.0314261
_cons	-.0049644	.0151402	-0.33	0.743	-.0346387	.0247099
AUD						
VNINDEX						
L1.	.0577903	.1487495	0.39	0.698	-.2337533	.349334
USD_VND						
L1.	-1.38272	.9394999	-1.47	0.141	-3.224106	.4586661
AUD						
L1.	.0778059	.1263962	0.62	0.538	-.1699262	.325538
WTI						
L1.	.0384821	.0623102	0.62	0.537	-.0836437	.1606079
_cons	-.0302034	.1207501	-0.25	0.802	-.2668693	.2064625

WTI						
VNINDEX						
L1.	-.0000185	.3057019	-0.00	1.000	-.5991832	.5991461
USD_VND						
L1.	1.304519	1.930809	0.68	0.499	-2.479796	5.088835
AUD						
L1.	.284678	.2597626	1.10	0.273	-.2244475	.7938034
WTI						
L1.	-.243134	.1280566	-1.90	0.058	-.4941203	.0078522
_cons	-.2392583	.2481591	-0.96	0.335	-.7256411	.2471245

Hình 34: Kết quả ước lượng mô hình VAR(1)

Ở mô hình VAR(1), độ phù hợp của các phương trình vector khá thấp, cụ thể khi kiểm định độ phù hợp của phương trình với mức ý nghĩa 5%, chỉ có phương trình vector VNINDEX và USD_VND là phù hợp, còn AUD và WTI thì không. Có thể kết luận mô hình VAR(1) không phù hợp với bộ dữ liệu, ta tiếp tục thử ở các độ trễ khác nhau.

3.4.1.2 Mô hình VAR(2)

```
. var VNINDEX USD_VND AUD WTI, lags(1/2)

Vector autoregression

Sample: 2020m3 thru 2024m12                     Number of obs     =         58
Log likelihood =  -198.1952                     AIC               =   8.075695
FPE            =   .0381701                     HQIC              =   8.573851
Det(Sigma_ml)  =   .0109196                     SBIC              =   9.354591

Equation           Parms      RMSE     R-sq      chi2     P>chi2
----------------------------------------------------------------
VNINDEX              9     .739006   0.2064   15.08829   0.0575
USD_VND              9     .112309   0.3100   26.05945   0.0010
AUD                  9     .975315   0.0913   5.827934   0.6665
WTI                  9     1.91881   0.1997   14.47596   0.0702
----------------------------------------------------------------
```

	Coefficient	Std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
VNINDEX						
L1.	-.0824805	.1280919	-0.64	0.520	-.333536	.168575
L2.	-.1496921	.1120252	-1.34	0.181	-.3692575	.0698733
USD_VND						
L1.	-.9846463	.7940852	-1.24	0.215	-2.541025	.571732
L2.	-.927969	.7240711	-1.28	0.200	-2.347122	.4911844
AUD						
L1.	-.2723064	.1012119	-2.69	0.007	-.4706781	-.0739347
L2.	-.1576458	.1035276	-1.52	0.128	-.3605561	.0452645
WTI						
L1.	-.0059552	.0486404	-0.12	0.903	-.1012885	.0893781
L2.	.0015622	.0501788	0.03	0.975	-.0967865	.0999109
_cons	.177065	.0926077	1.91	0.056	-.0044427	.3585728

USD_VND						
VNINDEX						
L1.	-.006579	.0194665	-0.34	0.735	-.0447326	.0315745
L2.	.0269557	.0170248	1.58	0.113	-.0064122	.0603236
USD_VND						
L1.	-.1368777	.1206792	-1.13	0.257	-.3734046	.0996493
L2.	.0251134	.110039	0.23	0.819	-.1905591	.2407859
AUD						
L1.	.0343381	.0153814	2.23	0.026	.004191	.0644852
L2.	.0162351	.0157334	1.03	0.302	-.0146017	.0470719
WTI						
L1.	.0227807	.007392	3.08	0.002	.0082927	.0372688
L2.	.0260811	.0076258	3.42	0.001	.0111348	.0410274
_cons	-.0009012	.0140738	-0.06	0.949	-.0284854	.026683

AUD						
VNINDEX						
L1.	-.0105799	.1690514	-0.06	0.950	-.3419145	.3207548
L2.	.2350598	.1478471	1.59	0.112	-.0547152	.5248349
USD_VND						
L1.	-1.260124	1.048007	-1.20	0.229	-3.31418	.7939315
L2.	-.3549883	.9556048	-0.37	0.710	-2.227939	1.517963
AUD						
L1.	.0686345	.1335761	0.51	0.607	-.1931698	.3304389
L2.	.0342225	.1366322	0.25	0.802	-.2335717	.3020167
WTI						
L1.	.0324213	.0641939	0.51	0.614	-.0933964	.1582391
L2.	-.0054293	.0662243	-0.08	0.935	-.1352266	.1243679
_cons	-.0436043	.1222206	-0.36	0.721	-.2831522	.1959436

WTI						
VNINDEX						
L1.	.1312992	.3325873	0.39	0.693	-.52056	.7831584
L2.	.7053857	.2908706	2.43	0.015	.1352898	1.275482
USD_VND						
L1.	1.455887	2.061822	0.71	0.480	-2.585209	5.496983
L2.	2.634165	1.880032	1.40	0.161	-1.05063	6.31896
AUD						
L1.	.3036002	.2627941	1.16	0.248	-.2114668	.8186672
L2.	.3832514	.2688067	1.43	0.154	-.1436	.9101029
WTI						
L1.	-.2665896	.1262934	-2.11	0.035	-.5141202	-.0190591
L2.	.0268657	.130288	0.21	0.837	-.2284941	.2822255
_cons	-.3098911	.2404535	-1.29	0.197	-.7811714	.1613892

Hình 35: Kết quả ước lượng mô hình VAR(2)

Ở mô hình VAR(2), khi xét kiểm định ở mức ý nghĩa thông thường là 5%, không có phương trình vector nào phù hợp (*p_value* kiểm định nhỏ hơn 5%). Ta tiếp tục xét mô hình VAR(3) trước khi quyết định hướng đi tiếp theo.

3.4.1.3 Mô hình VAR(3)

```
. var VNINDEX USD_VND AUD WTI, lags(1/3)

Vector autoregression

Sample: 2020m4 thru 2024m12                     Number of obs     =         57
Log likelihood =  -180.6996                     AIC               =   8.164899
FPE            =   .0426833                     HQIC              =   8.889249
Det(Sigma_ml)  =   .0066631                     SBIC              =   10.02874

Equation           Parms      RMSE     R-sq      chi2     P>chi2
----------------------------------------------------------------
VNINDEX               13     .730755   0.3029   24.76199   0.0160
USD_VND               13     .106421   0.4436   45.44863   0.0000
AUD                   13     .955402   0.1702   11.68843   0.4710
WTI                   13     1.96594   0.2106   15.20945   0.2302
----------------------------------------------------------------
```

	Coefficient	Std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
VNINDEX						
L1.	-.1012083	.1290881	-0.78	0.433	-.3542164	.1517997
L2.	-.2529903	.1224879	-2.07	0.039	-.4930621	-.0129185
L3.	.2625911	.1150397	2.28	0.022	.0371174	.4880649
USD_VND						
L1.	-1.230101	.8365694	-1.47	0.141	-2.869747	.4095451
L2.	-.8571937	.7857362	-1.09	0.275	-2.397208	.682821
L3.	.3026126	.7064797	0.43	0.668	-1.082062	1.687287
AUD						
L1.	-.3238692	.0985171	-3.29	0.001	-.5169592	-.1307792
L2.	-.1347259	.1052185	-1.28	0.200	-.3409503	.0714985
L3.	-.0586658	.1019653	-0.58	0.565	-.2585142	.1411826
WTI						
L1.	-.0337376	.0486059	-0.69	0.488	-.1290034	.0615281
L2.	.0015614	.0521382	0.03	0.976	-.1006276	.1037504
L3.	.0151265	.0529942	0.29	0.775	-.0887402	.1189932
_cons	.1762925	.0917936	1.92	0.055	-.0036198	.3562047

USD_VND						
VNINDEX						
L1.	-.0160071	.0187994	-0.85	0.395	-.0528532	.020839
L2.	.0259473	.0178382	1.45	0.146	-.0090148	.0609095
L3.	-.0193686	.0167535	-1.16	0.248	-.0522049	.0134676
USD_VND						
L1.	-.1174259	.1218313	-0.96	0.335	-.356211	.1213591
L2.	-.0133524	.1144284	-0.12	0.907	-.2376279	.2109232
L3.	-.3400899	.1028861	-3.31	0.001	-.541743	-.1384368
AUD						
L1.	.0334773	.0143473	2.33	0.020	.0053572	.0615974
L2.	.0047091	.0153232	0.31	0.759	-.0253238	.034742
L3.	.0096227	.0148494	0.65	0.517	-.0194816	.0387271
WTI						
L1.	.0277022	.0070786	3.91	0.000	.0138285	.041576
L2.	.0273972	.007593	3.61	0.000	.0125152	.0422792
L3.	-.0005237	.0077177	-0.07	0.946	-.01565	.0146026
_cons	-.0003539	.0133681	-0.03	0.979	-.0265549	.0258471

AUD						
VNINDEX						
L1.	-.0440381	.1687722	-0.26	0.794	-.3748254	.2867493
L2.	.2677303	.1601429	1.67	0.095	-.046144	.5816045
L3.	-.1454853	.150405	-0.97	0.333	-.4402738	.1493031
USD_VND						
L1.	-1.005189	1.093746	-0.92	0.358	-3.148892	1.138514
L2.	-.9980839	1.027286	-0.97	0.331	-3.011527	1.015359
L3.	1.038201	.9236645	1.12	0.261	-.7721478	2.84855
AUD						
L1.	.0774883	.1288031	0.60	0.547	-.1749611	.3299377
L2.	.1328003	.1375645	0.97	0.334	-.1368212	.4024219
L3.	.1447993	.1333113	1.09	0.277	-.1164861	.4060848
WTI						
L1.	.0319602	.0635482	0.50	0.615	-.092592	.1565123
L2.	-.0328058	.0681664	-0.48	0.630	-.1664096	.1007979
L3.	-.0829311	.0692856	-1.20	0.231	-.2187283	.0528661
_cons	-.0136199	.1200127	-0.11	0.910	-.2488404	.2216006

WTI						
VNINDEX						
L1.	-.036531	.3472834	-0.11	0.916	-.717194	.6441319
L2.	.533684	.3295268	1.62	0.105	-.1121768	1.179545
L3.	-.1476704	.3094893	-0.48	0.633	-.7542583	.4589174
USD_VND						
L1.	2.32099	2.250607	1.03	0.302	-2.090119	6.7321
L2.	2.561265	2.113852	1.21	0.226	-1.581809	6.704338
L3.	-1.999307	1.90063	-1.05	0.293	-5.724472	1.725859
AUD						
L1.	.2437361	.2650388	0.92	0.358	-.2757304	.7632026
L2.	.3245124	.2830673	1.15	0.252	-.2302893	.8793141
L3.	-.1100575	.2743155	-0.40	0.688	-.6477059	.427591
WTI						
L1.	-.2360478	.1307634	-1.81	0.071	-.4923394	.0202438
L2.	-.0094304	.1402664	-0.07	0.946	-.2843475	.2654868
L3.	-.148695	.1425693	-1.04	0.297	-.4281257	.1307356
_cons	-.2585298	.2469507	-1.05	0.295	-.7425443	.2254848

Hình 36: Kết quả ước lượng mô hình VAR(3)

Ở mô hình VAR(3), khi kiểm định độ phù hợp của phương trình với mức ý nghĩa 5% không có phương trình vector nào là phù hợp.

VAR(1)			VAR(2)			VAR(3)		
Number of obs	=	59	Number of obs	=	58	Number of obs	=	57
AIC	=	7.975776	AIC	=	8.075695	AIC	=	8.164899
HQIC	=	8.250687	HQIC	=	8.573851	HQIC	=	8.889249
SBIC	=	8.680026	SBIC	=	9.354591	SBIC	=	10.02874

Bảng 1: Bảng so sánh chỉ số đánh giá của mô hình VAR(1); VAR(2); VAR(3)

Theo độ trễ tăng dần, các chỉ số đánh giá mô hình ngày càng tệ đi (AIC, HQIC, SBIC tăng dần), nên việc tiếp tục tăng độ trễ cho mô hình VAR không phải là một phương án khả thi.

Chọn độ trễ tốt nhất của mô hình VAR:

```
. varsoc VNINDEX USD_VND AUD WTI

Lag-order selection criteria

  Sample: 2020m5 thru 2024m12                          Number of obs = 56
```

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-216.311				.030708*	7.86825*	7.92433*	8.01291*
1	-202.703	27.216	16	0.039	.03351	7.95368	8.23412	8.67702
2	-188.946	27.513*	16	0.036	.036646	8.0338	8.53859	9.33581
3	-178.965	19.962	16	0.222	.046502	8.24877	8.9779	10.1294
4	-169.481	18.968	16	0.270	.061359	8.48147	9.43496	10.9408

```
  * optimal lag
  Endogenous: VNINDEX USD_VND AUD WTI
   Exogenous: _cons
```

Hình 37: Chọn độ trễ tốt nhất của mô hình VAR

Theo kết quả tìm độ trễ tối ưu trong vòng 4 kỳ đổ lại, độ trễ 0 (L0) là tối ưu, cũng có nghĩa là dữ liệu không phụ thuộc vào giá trị quá khứ, nên cần mở rộng số kỳ xét.

```
. varsoc VNINDEX USD_VND AUD WTI, maxlag(10)

Lag-order selection criteria

  Sample: 2020m11 thru 2024m12                          Number of obs = 50
```

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-199.244				.039887	8.12977	8.18802	8.28273*
1	-186.777	24.935	16	0.071	.046063	8.27107	8.56232	9.03588
2	-171.114	31.325	16	0.012	.047308	8.28457	8.80881	9.66123
3	-160.982	20.265	16	0.209	.061829	8.51926	9.2765	10.5078
4	-150.174	21.615	16	0.156	.081121	8.72696	9.71719	11.3273
5	-131.497	37.354	16	0.002	.081261	8.61988	9.84311	11.8321
6	-114.511	33.973	16	0.005	.092863	8.58042	10.0366	12.4045
7	-87.2887	54.444	16	0.000	.077285	8.13155	9.82076	12.5674
8	-46.0041	82.569	16	0.000	.042053	7.12017	9.04237	12.1679
9	-12.2222	67.564	16	0.000	.038435	6.40889	8.56409	12.0685
10	35.4877	95.42*	16	0.000	.029704*	5.14049*	7.52869*	11.4119

```
  * optimal lag
  Endogenous: VNINDEX USD_VND AUD WTI
   Exogenous: _cons
```

Hình 38: Chọn độ trễ tốt nhất của mô hình VAR với độ trễ tối đa là 10

Kết luận: Khi độ trễ tăng lên, mô hình VAR với độ trễ 10 tốt hơn mô hình VAR với độ trễ 0.

Theo kết quả tìm độ trễ tối ưu với 10 kỳ xem xét, kể từ độ trễ thứ 4 trở đi, các chỉ số đánh giá độ phù hợp có xu hướng tốt hơn, và mô hình VAR(10) được đánh giá là tốt hơn mô hình độ trễ 0, vậy có thể kết luận bộ dữ liệu có phụ thuộc vào các giá trị ở quá khứ với khoảng cách tương đối xa (khoảng cùng kỳ năm trước).

Ước lượng lại mô hình VAR với độ trễ tốt nhất là 10:

```
. var VNINDEX USD_VND AUD WTI, lags(1/10)

Vector autoregression

Sample: 2020m11 thru 2024m12                    Number of obs     =         50
Log likelihood =   35.48774                     AIC               =   5.140491
FPE            =   .0297039                     HQIC              =   7.528689
Det(Sigma_ml)  =   2.84e-06                     SBIC              =   11.41193
```

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
VNINDEX	41	.632893	0.8895	402.6046	0.0000
USD_VND	41	.117808	0.8598	306.6921	0.0000
AUD	41	.612153	0.9194	570.5468	0.0000
WTI	41	1.48108	0.9059	481.5546	0.0000

Hình 39: Ước lượng lại mô hình VAR với độ trễ tốt nhất là 10

Ở mô hình VAR(10), độ phù hợp của cả 4 trên 4 phương trình vector rất cao (từ 85,98% trở lên, các chỉ số đánh giá độ phù hợp của mô hình cũng rất thấp, ta có thể kết luận mô hình VAR(10) phù hợp để giải thích bộ dữ liệu.

	Coefficient	Std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
VNINDEX						
L1.	.1350759	.1089567	1.24	0.215	-.0784753	.3486272
L2.	-.2764603	.1034941	-2.67	0.008	-.4793051	-.0736155
L3.	.7137419	.117203	6.09	0.000	.4840282	.9434556
L4.	-.3640481	.1148234	-3.17	0.002	-.5890977	-.1389984
L5.	.0092947	.098182	0.09	0.925	-.1831385	.2017279
L6.	-.2533755	.1099707	-2.30	0.021	-.4689141	-.0378369
L7.	-.2394275	.0933075	-2.57	0.010	-.4223067	-.0565482
L8.	.3022342	.096654	3.13	0.002	.1127958	.4916726
L9.	-.1878933	.1212228	-1.55	0.121	-.4254857	.0496991
L10.	-.137027	.0914529	-1.50	0.134	-.3162714	.0422175
USD_VND						
L1.	-1.796126	.7099108	-2.53	0.011	-3.187526	-.4047265
L2.	2.492793	.900426	2.77	0.006	.727991	4.257596
L3.	1.804559	.8601238	2.10	0.036	.1187475	3.490371
L4.	-.3322123	.8244834	-0.40	0.687	-1.94817	1.283745
L5.	3.208168	.9057476	3.54	0.000	1.432936	4.983401
L6.	-1.322727	.7314228	-1.81	0.071	-2.756289	.1108355
L7.	-.5902171	.7107291	-0.83	0.406	-1.983221	.8027862
L8.	5.065367	.7377209	6.87	0.000	3.61946	6.511273
L9.	1.294128	.6963773	1.86	0.063	-.0707468	2.659002
L10.	-.0492343	.63029	-0.08	0.938	-1.28458	1.186111

AUD						
L1.	.1008394	.0933134	1.08	0.280	-.0820515	.2837303
L2.	.2194488	.0814708	2.69	0.007	.0597691	.3791286
L3.	-.4915709	.0922419	-5.33	0.000	-.6723616	-.3107802
L4.	-.3205546	.1050023	-3.05	0.002	-.5263553	-.1147538
L5.	-.3384632	.0899903	-3.76	0.000	-.514841	-.1620855
L6.	-.1813525	.1245625	-1.46	0.145	-.4254905	.0627854
L7.	.4226551	.0988572	4.28	0.000	.2288986	.6164115
L8.	-.0623997	.1161649	-0.54	0.591	-.2900787	.1652793
L9.	.076984	.0879798	0.88	0.382	-.0954531	.2494212
L10.	-.5265186	.105456	-4.99	0.000	-.7332086	-.3198285
WTI						
L1.	-.1500521	.0399077	-3.76	0.000	-.2282699	-.0718344
L2.	.0110875	.0519301	0.21	0.831	-.0906936	.1128686
L3.	.0696779	.049608	1.40	0.160	-.027552	.1669077
L4.	-.0118276	.0400689	-0.30	0.768	-.0903611	.0667059
L5.	.0677092	.037805	1.79	0.073	-.0063873	.1418057
L6.	-.1829544	.0414331	-4.42	0.000	-.2641617	-.1017471
L7.	-.1474875	.051418	-2.87	0.004	-.2482649	-.0467101
L8.	-.0706707	.0434068	-1.63	0.104	-.1557465	.014405
L9.	.0880194	.0374946	2.35	0.019	.0145313	.1615074
L10.	-.1087472	.0388635	-2.80	0.005	-.1849183	-.0325761
_cons	.1875193	.0817185	2.29	0.022	.027354	.3476845

USD_VND						
VNINDEX						
L1.	-.0072534	.0202814	-0.36	0.721	-.0470041	.0324974
L2.	.0564581	.0192646	2.93	0.003	.0187002	.0942159
L3.	-.0054902	.0218163	-0.25	0.801	-.0482495	.037269
L4.	.0613216	.0213734	2.87	0.004	.0194306	.1032127
L5.	.0252084	.0182757	1.38	0.168	-.0106114	.0610282
L6.	-.0026082	.0204701	-0.13	0.899	-.0427288	.0375125
L7.	.0060138	.0173684	0.35	0.729	-.0280277	.0400552
L8.	.0549325	.0179913	3.05	0.002	.0196702	.0901949
L9.	-.0018491	.0225646	-0.08	0.935	-.0460749	.0423767
L10.	-.025826	.0170232	-1.52	0.129	-.0591908	.0075389
USD_VND						
L1.	-.2441352	.1321438	-1.85	0.065	-.5031324	.0148619
L2.	-.0663562	.1676066	-0.40	0.692	-.3948591	.2621467
L3.	-.482519	.1601047	-3.01	0.003	-.7963185	-.1687195
L4.	-.5232176	.1534706	-3.41	0.001	-.8240144	-.2224209
L5.	-.060287	.1685972	-0.36	0.721	-.3907314	.2701575
L6.	-.4450369	.1361481	-3.27	0.001	-.7118823	-.1781915
L7.	-.1401028	.1322962	-1.06	0.290	-.3993985	.1191929
L8.	-.1122399	.1373205	-0.82	0.414	-.3813831	.1569032
L9.	-.139282	.1296247	-1.07	0.283	-.3933417	.1147778
L10.	-.1347273	.1173231	-1.15	0.251	-.3646764	.0952217

AUD						
L1.	.0803807	.0173695	4.63	0.000	.0463371	.1144243
L2.	-.0258637	.0151651	-1.71	0.088	-.0555868	.0038593
L3.	-.009568	.01717	-0.56	0.577	-.0432207	.0240846
L4.	.0007989	.0195453	0.04	0.967	-.0375091	.039107
L5.	.0860163	.0167509	5.14	0.000	.0531851	.1188476
L6.	.0134255	.0231862	0.58	0.563	-.0320187	.0588697
L7.	.0384124	.0184014	2.09	0.037	.0023463	.0744786
L8.	.0417186	.0216231	1.93	0.054	-.0006619	.0840991
L9.	.0109309	.0163767	0.67	0.504	-.0211668	.0430286
L10.	-.0206566	.0196297	-1.05	0.293	-.0591302	.017817
WTI						
L1.	.0409967	.0074285	5.52	0.000	.0264371	.0555562
L2.	.0293011	.0096663	3.03	0.002	.0103555	.0482468
L3.	.0075656	.0092341	0.82	0.413	-.0105329	.0256641
L4.	.0131037	.0074585	1.76	0.079	-.0015147	.027722
L5.	.0149604	.0070371	2.13	0.034	.001168	.0287528
L6.	.00753	.0077124	0.98	0.329	-.007586	.0226461
L7.	-.0034962	.009571	-0.37	0.715	-.0222551	.0152626
L8.	.0187937	.0080798	2.33	0.020	.0029576	.0346299
L9.	.0016032	.0069793	0.23	0.818	-.012076	.0152824
L10.	.016095	.0072341	2.22	0.026	.0019164	.0302736
_cons	-.0328161	.0152112	-2.16	0.031	-.0626295	-.0030027

AUD						
VNINDEX						
L1.	-.1036837	.1053861	-0.98	0.325	-.3102368	.1028693
L2.	.2506511	.1001026	2.50	0.012	.0544537	.4468485
L3.	.3234702	.1133622	2.85	0.004	.1012844	.5456561
L4.	.0057058	.1110605	0.05	0.959	-.2119689	.2233804
L5.	.5548114	.0949645	5.84	0.000	.3686844	.7409385
L6.	.2761978	.1063669	2.60	0.009	.0677225	.484673
L7.	-.135273	.0902497	-1.50	0.134	-.3121592	.0416132
L8.	-.1658981	.0934866	-1.77	0.076	-.3491285	.0173323
L9.	.3621637	.1172503	3.09	0.002	.1323574	.5919701
L10.	.0255068	.088456	0.29	0.773	-.1478637	.1988773

USD_VND						
L1.	-8.065063	.6866465	-11.75	0.000	-9.410866	-6.719261
L2.	-6.287069	.8709184	-7.22	0.000	-7.994038	-4.580101
L3.	-1.811648	.831937	-2.18	0.029	-3.442215	-.181082
L4.	-5.998255	.7974645	-7.52	0.000	-7.561257	-4.435253
L5.	-3.577777	.8760656	-4.08	0.000	-5.294834	-1.86072
L6.	-2.203076	.7074536	-3.11	0.002	-3.58966	-.8164928
L7.	-7.127827	.687438	-10.37	0.000	-8.47518	-5.780473
L8.	-2.95726	.7135452	-4.14	0.000	-4.355783	-1.558737
L9.	-2.099053	.6735565	-3.12	0.002	-3.4192	-.7789066
L10.	-4.283594	.6096349	-7.03	0.000	-5.478456	-3.088731
AUD						
L1.	-.4083927	.0902555	-4.52	0.000	-.5852902	-.2314953
L2.	.4707864	.0788009	5.97	0.000	.3163395	.6252333
L3.	.4102996	.089219	4.60	0.000	.2354335	.5851657
L4.	.5021803	.1015613	4.94	0.000	.3031238	.7012368
L5.	.6024634	.0870412	6.92	0.000	.4318657	.7730612
L6.	.7398713	.1204805	6.14	0.000	.5037339	.9760087
L7.	.0065199	.0956175	0.07	0.946	-.180887	.1939269
L8.	-.0566158	.1123581	-0.50	0.614	-.2768335	.163602
L9.	.1073311	.0850966	1.26	0.207	-.0594552	.2741174
L10.	-.0102407	.1020002	-0.10	0.920	-.2101573	.189676
WTI						
L1.	.0724321	.0385999	1.88	0.061	-.0032224	.1480866
L2.	.360504	.0502283	7.18	0.000	.2620583	.4589497
L3.	.3373367	.0479823	7.03	0.000	.2432932	.4313803
L4.	.036554	.0387558	0.94	0.346	-.039406	.1125139
L5.	.0989839	.0365661	2.71	0.007	.0273156	.1706522
L6.	.338472	.0400753	8.45	0.000	.2599259	.4170181
L7.	.1926284	.049733	3.87	0.000	.0951535	.2901032
L8.	.2258548	.0419843	5.38	0.000	.1435671	.3081426
L9.	.0545089	.0362659	1.50	0.133	-.0165709	.1255887
L10.	-.1510971	.0375899	-4.02	0.000	-.224772	-.0774221
_cons	-.2877234	.0790405	-3.64	0.000	-.4426399	-.1328068

WTI						
VNINDEX						
L1.	.324509	.2549779	1.27	0.203	-.1752385	.8242565
L2.	2.592234	.2421945	10.70	0.000	2.117541	3.066926
L3.	-.7575544	.2742757	-2.76	0.006	-1.295125	-.2199839
L4.	1.558767	.2687069	5.80	0.000	1.032111	2.085423
L5.	-1.056992	.2297632	-4.60	0.000	-1.507319	-.6066643
L6.	1.340139	.2573508	5.21	0.000	.8357406	1.844537
L7.	1.051799	.2183559	4.82	0.000	.6238298	1.479769
L8.	-.8812843	.2261875	-3.90	0.000	-1.324604	-.4379651
L9.	1.779678	.2836828	6.27	0.000	1.22367	2.335686
L10.	.3772417	.2140159	1.76	0.078	-.0422218	.7967053
USD_VND						
L1.	3.484741	1.661316	2.10	0.036	.2286215	6.740861
L2.	-10.52054	2.107155	-4.99	0.000	-14.65049	-6.390593
L3.	2.841257	2.012841	1.41	0.158	-1.103839	6.786353
L4.	5.647862	1.929436	2.93	0.003	1.866237	9.429488
L5.	-15.05384	2.119609	-7.10	0.000	-19.2082	-10.89948
L6.	-6.47079	1.711658	-3.78	0.000	-9.825578	-3.116001
L7.	2.473116	1.663231	1.49	0.137	-.7867574	5.732989
L8.	-.3280975	1.726397	-0.19	0.849	-3.711773	3.055578
L9.	-2.507423	1.629645	-1.54	0.124	-5.70147	.686623
L10.	-3.766266	1.474989	-2.55	0.011	-6.657192	-.8753401
AUD						
L1.	.4355071	.2183698	1.99	0.046	.0075103	.863504
L2.	-.2274735	.1906559	-1.19	0.233	-.6011522	.1462052
L3.	.8641968	.2158622	4.00	0.000	.4411147	1.287279
L4.	-1.699125	.2457239	-6.91	0.000	-2.180735	-1.217515
L5.	.9115157	.2105931	4.33	0.000	.4987608	1.324271
L6.	1.297271	.2914981	4.45	0.000	.7259453	1.868597
L7.	1.618395	.2313431	7.00	0.000	1.164971	2.071819
L8.	.9841251	.2718463	3.62	0.000	.4513162	1.516934
L9.	-.6133205	.2058881	-2.98	0.003	-1.016854	-.2097871
L10.	1.278717	.2467857	5.18	0.000	.7950264	1.762409

WTI						
L1.	.1207265	.0933911	1.29	0.196	-.0623167	.3037698
L2.	.2133355	.1215256	1.76	0.079	-.0248502	.4515212
L3.	.2377369	.1160914	2.05	0.041	.010202	.4652719
L4.	.3253432	.0937682	3.47	0.001	.141561	.5091254
L5.	-.5323783	.0884704	-6.02	0.000	-.7057771	-.3589796
L6.	.0675307	.0969606	0.70	0.486	-.1225087	.25757
L7.	.2893778	.1203271	2.40	0.016	.053541	.5252146
L8.	.5015034	.1015795	4.94	0.000	.3024112	.7005956
L9.	-.1245025	.087744	-1.42	0.156	-.2964775	.0474725
L10.	.2152955	.0909475	2.37	0.018	.0370417	.3935493
_cons	-1.313542	.1912356	-6.87	0.000	-1.688357	-.9387272

Hình 40: Kết quả chạy mô hình VAR (10)

Tuy có độ phù hợp tổng quát rất tốt, trong mỗi phương trình vẫn còn khá nhiều tham số hồi quy không có ý nghĩa thống kê (*p_value* kiểm định lớn hơn 5%), mô hình VAR(10) có thể chưa phải mô hình tốt nhất để giải thích bộ dữ liệu. Để kết quả rõ ràng hơn, ta cần kiểm định chất lượng mô hình.

3.4.2 Các kiểm định cho mô hình VAR

a. *Kiểm tra tính ổn định của mô hình VAR*

```
. quietly var VNINDEX USD_VND AUD WTI, lags(1/10)

. varstable
```

Eigenvalue stability condition

Eigenvalue	Modulus
.6740823 + .7515801i	1.00958
.6740823 - .7515801i	1.00958
.8228694 + .5620728i	.996514
.8228694 - .5620728i	.996514
.9529346 + .217787i	.977505
.9529346 - .217787i	.977505
-.6532831 + .722081i	.973745
-.6532831 - .722081i	.973745
-.4507747 + .8622755i	.972994
-.4507747 - .8622755i	.972994
-.9350403 + .2664087i	.972252
-.9350403 - .2664087i	.972252
-.9668964 + .071314i	.969523
-.9668964 - .071314i	.969523
.8732773 + .4109094i	.965122
.8732773 - .4109094i	.965122
-.8724932 + .3837571i	.95316
-.8724932 - .3837571i	.95316
-.1288502 + .9333542i	.942206
-.1288502 - .9333542i	.942206
.1402669 + .925635i	.936202
.1402669 - .925635i	.936202
.924382	.924382

.4316977 + .8063692i	.914655
.4316977 - .8063692i	.914655
-.6441199 + .640554i	.908405
-.6441199 - .640554i	.908405
-.3232932 + .8451627i	.904886
-.3232932 - .8451627i	.904886
.00157283 + .9011727i	.901174
.00157283 - .9011727i	.901174
.3739321 + .8176427i	.899091
.3739321 - .8176427i	.899091
-.7782728 + .4269249i	.887679
-.7782728 - .4269249i	.887679
.08547546 + .8693972i	.873589
.08547546 - .8693972i	.873589
.7736908 + .2613834i	.816651
.7736908 - .2613834i	.816651
-.07465862	.074659

```
At least one eigenvalue is at least 1.0.
VAR does not satisfy stability condition.
```

Hình 41: Kết quả kiểm tra tính ổn định của mô hình VAR

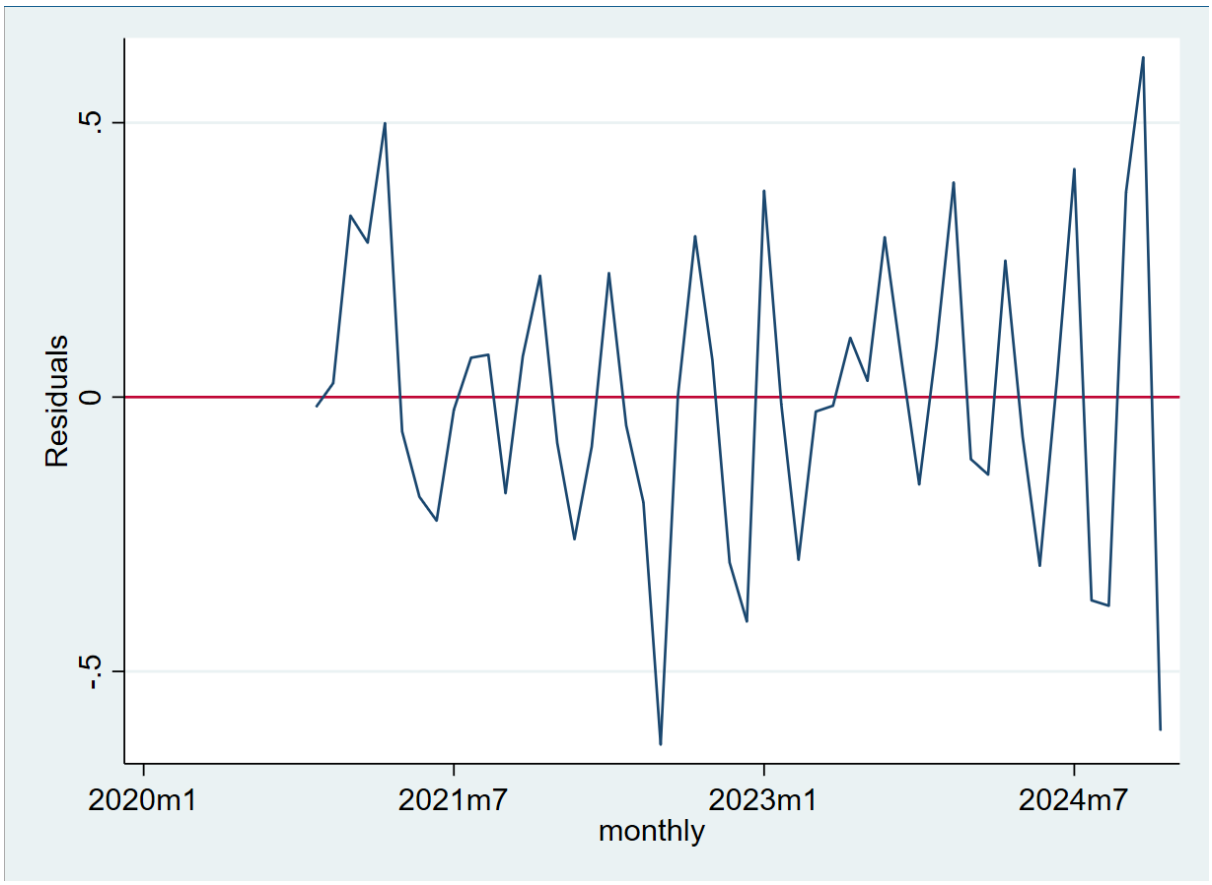
Với kiểm định tính ổn định của mô hình VAR(10) bằng vòng tròn nghiệm đơn vị, có tới 2 giá trị riêng của phương trình đặc trưng vượt ra ngoài vòng tròn, không thỏa mãn điều kiện về tính ổn định cho mô hình.

b. Kiểm tra tính tự tương quan của phần dư:

```
. quietly var VNINDEX USD_VND AUD WTI, lags(1/10)

. predict re_10, residual
(10 missing values generated)

. sum re_10
```

Variable	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
re_10	50	-1.58e-10	.2712398	-.6331512	.6191238

```
. tsline re_10, yline(-1.58e-10)
```




```
. varlmar
```

Lagrange-multiplier test

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	**9.8395**	**16**	**0.87487**
2	**24.9196**	**16**	**0.07126**

H0: no autocorrelation at lag order

Hình 42: Kết quả kiểm tra tính tự tương quan của phần dư

Trung bình phần dư là -1,58*10^{-10}, tiệm cận với giá trị 0, kết quả kiểm định về tính tự tương quan của các phần dư chỉ ra mô hình đều không xảy ra hiện tượng tự tương quan cho các phần dư với mức ý nghĩa 5% với cả độ trễ 1 và 2.

c. Kiểm định phân phối chuẩn của phần dư:

```
. varnorm
```

Jarque-Bera test

Equation	chi2	df	Prob > chi2
VNINDEX	0.055	2	0.97311
USD_VND	1.827	2	0.40110
AUD	0.832	2	0.65963
WTI	1.506	2	0.47101
ALL	4.219	8	0.83680

Skewness test

Equation	Skewness	chi2	df	Prob > chi2
VNINDEX	-.04647	0.018	1	0.89329
USD_VND	.45866	1.753	1	0.18549
AUD	.16917	0.238	1	0.62530
WTI	.36307	1.099	1	0.29459
ALL		3.108	4	0.53991

Kurtosis test

Equation	Kurtosis	chi2	df	Prob > chi2
VNINDEX	2.8676	0.037	1	0.84846
USD_VND	2.8115	0.074	1	0.78557
AUD	2.4662	0.594	1	0.44101
WTI	2.5579	0.407	1	0.52338
ALL		1.111	4	0.89245

Hình 43: Kết quả kiểm định phân phối chuẩn của phần dư

Cụm kiểm định phân phối chuẩn Jarque-Bera bao gồm kiểm định độ lệch (skewness) và độ nhọn (kurtosis) của dữ liệu để xác định xem phân phối của một chuỗi có gần giống với phân phối chuẩn hay không. Cụ thể:

- Độ lệch (skewness): Nếu skewness bằng 0, dữ liệu có phân phối đối xứng (giống phân phối chuẩn). Nếu skewness dương, phân phối có đuôi dài về phía phải, và nếu skewness âm, phân phối có đuôi dài về phía trái.

- Độ nhọn (kurtosis): đo lường độ nhọn của phân phối so với phân phối chuẩn. Phân phối chuẩn có kurtosis bằng 3. Nếu kurtosis lớn hơn 3, phân phối có đuôi dài và nhọn hơn. Nếu kurtosis nhỏ hơn 3, phân phối có đuôi ngắn và phẳng hơn.

Với H_0 là dữ liệu có phân phối chuẩn và mức ý nghĩa thông thường là 5%, kết quả kiểm định Jarque-Bera cho biết tất cả chuỗi đều có phân phối chuẩn.

d. Kiểm định nhân quả Granger

```
. quietly var VNINDEX USD_VND AUD WTI, lags(1/10)

. vargranger
```

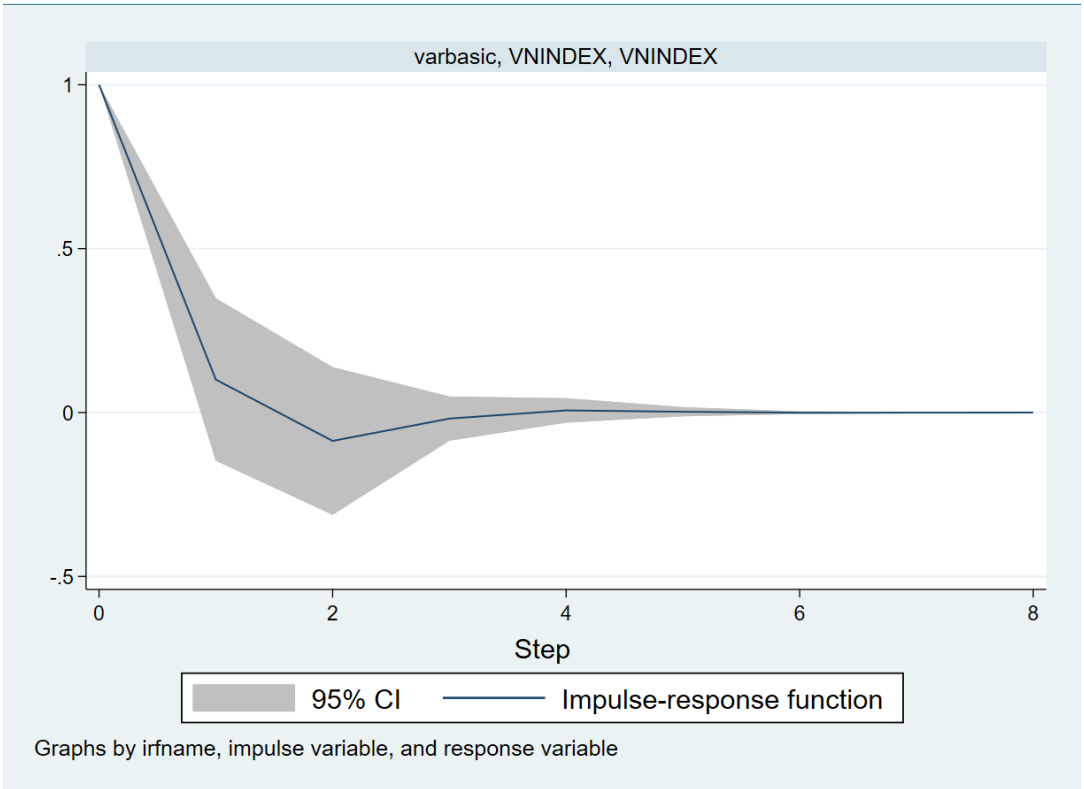
Granger causality Wald tests

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
VNINDEX	USD_VND	96.588	10	0.000
VNINDEX	AUD	150.56	10	0.000
VNINDEX	WTI	62.657	10	0.000
VNINDEX	ALL	353.16	30	0.000
USD_VND	VNINDEX	41.718	10	0.000
USD_VND	AUD	87.56	10	0.000
USD_VND	WTI	73.475	10	0.000
USD_VND	ALL	247.83	30	0.000
AUD	VNINDEX	114.96	10	0.000
AUD	USD_VND	211.27	10	0.000
AUD	WTI	181.79	10	0.000
AUD	ALL	481.22	30	0.000
WTI	VNINDEX	205.96	10	0.000
WTI	USD_VND	162.04	10	0.000
WTI	AUD	172.29	10	0.000
WTI	ALL	336.8	30	0.000

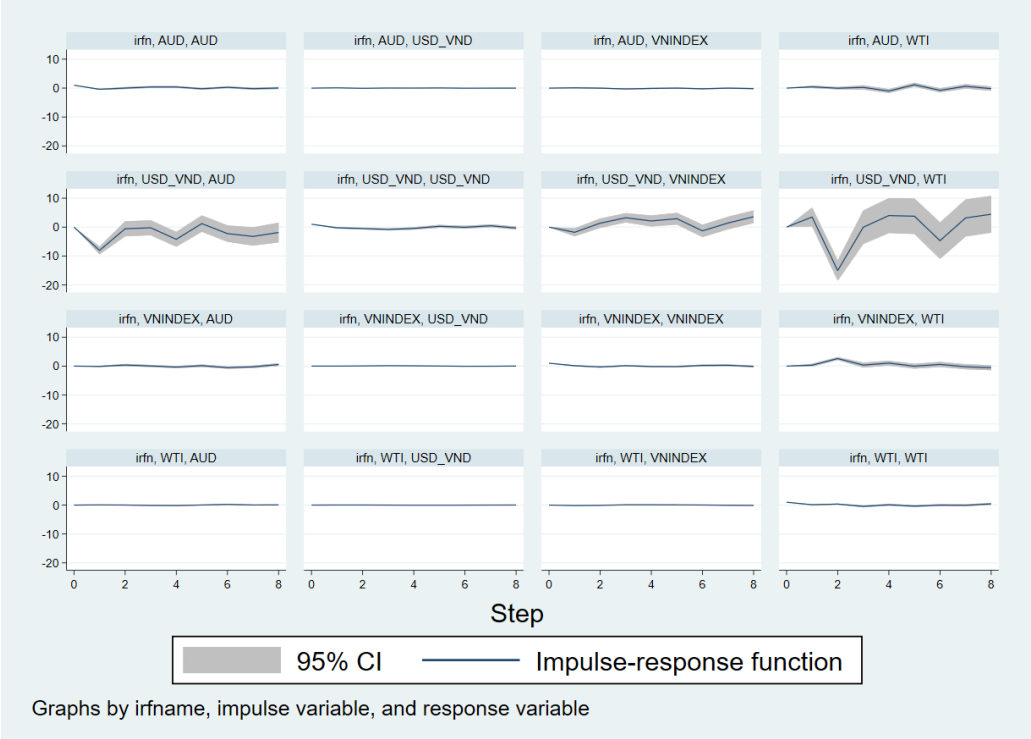
Hình 44Kết quả kiểm định nhân quả Granger

Kết luận: Bác bỏ H_0 trong cả 10 trường hợp. Ở mức ý nghĩa 5% chứng tỏ có mối quan hệ nhân quả giữa các thành phần, chứng tỏ mô hình VAR được xây dựng là phù hợp.

3.4.3 Hàm phản ứng xung



Theo đồ thị biểu diễn tác động của một cú sốc tại VNINDEX lên chính nó, ta thấy trong 1-2 thời điểm ngay sau đó tác động của cú sốc rất lớn, tuy nhiên từ thời điểm thứ 4 trở đi, tác động của nó gần như không còn gì.



Hình 45: Đồ thị hàm phản ứng xung

Nhận xét đồ thị hàm phản ứng xung (Impulse Response Function - IRF): Đồ thị trên thể hiện phản ứng của các biến VNINDEX, USD_VND, AUD, WTI khi có một cú sốc từ chính nó hoặc từ các biến khác trong mô hình VAR. Các đường màu xanh thể hiện hàm phản ứng xung. Vùng xám biểu thị khoảng tin cậy 95% (95% CI). Nếu đường phản ứng xung nằm hoàn toàn trong vùng này, tác động không có ý nghĩa thống kê.

- Phản ứng của VNINDEX:
  - VNINDEX → VNINDEX: Ổn định quanh trục 0, cho thấy VNINDEX không có phản ứng mạnh với cú sốc của chính nó.
  - USD_VND → VNINDEX: Có dao động nhẹ nhưng không đáng kể. Điều này có thể cho thấy tỷ giá USD/VND không có ảnh hưởng lớn đến VNINDEX trong ngắn hạn.
  - WTI → VNINDEX: Phản ứng nhẹ với dầu WTI, có thể chỉ ra rằng giá dầu không ảnh hưởng đáng kể đến VNINDEX.
- Phản ứng của USD_VND:
  - VNINDEX → USD_VND: Không có ảnh hưởng rõ rệt. Điều này có thể cho thấy thị trường chứng khoán không tác động mạnh đến tỷ giá USD/VND.
  - WTI → USD_VND: Có sự dao động rõ ràng trong giai đoạn đầu, nhưng sau đó trở về mức ổn định. Điều này cho thấy giá dầu có thể tác động ngắn hạn đến tỷ giá USD/VND.
- Phản ứng của AUD:
  - USD_VND → AUD: Có sự dao động mạnh trong thời gian đầu, chứng tỏ có ảnh hưởng giữa tỷ giá USD/VND và AUD.
  - VNINDEX → AUD: Không có phản ứng đáng kể, cho thấy VNINDEX không ảnh hưởng nhiều đến tỷ giá AUD.
- Phản ứng của WTI:
  - USD_VND → WTI: Biến động đáng kể trong thời gian đầu, cho thấy tỷ giá có thể ảnh hưởng đến giá dầu.
  - VNINDEX → WTI: Không có phản ứng đáng kể.

Kết luận:

- Biến USD_VND và WTI có ảnh hưởng đến nhau trong ngắn hạn.
- VNINDEX không có phản ứng đáng kể với USD_VND, AUD và WTI, cho thấy các yếu tố này không có tác động mạnh đến thị trường chứng khoán Việt Nam trong thời gian ngắn.
- AUD không có tác động đáng kể đến các biến khác, trừ một số dao động nhẹ với USD_VND.

Step	(16) irf	(16) Lower	(16) Upper
0	1	1	1
1	.120727	-.062317	.30377
2	.353625	.168394	.538855
3	-.441688	-.763318	-.120057
4	.109138	-.207134	.42541
5	-.351983	-.677909	-.026056
6	-.001471	-.328498	.325556
7	-.065622	-.401642	.270398
8	.427166	.08875	.765583

```
95% lower and upper bounds reported.
(1) irfname = irfn, impulse = VNINDEX, and response = VNINDEX.
(2) irfname = irfn, impulse = VNINDEX, and response = USD_VND.
(3) irfname = irfn, impulse = VNINDEX, and response = AUD.
(4) irfname = irfn, impulse = VNINDEX, and response = WTI.
(5) irfname = irfn, impulse = USD_VND, and response = VNINDEX.
(6) irfname = irfn, impulse = USD_VND, and response = USD_VND.
(7) irfname = irfn, impulse = USD_VND, and response = AUD.
(8) irfname = irfn, impulse = USD_VND, and response = WTI.
(9) irfname = irfn, impulse = AUD, and response = VNINDEX.
(10) irfname = irfn, impulse = AUD, and response = USD_VND.
(11) irfname = irfn, impulse = AUD, and response = AUD.
(12) irfname = irfn, impulse = AUD, and response = WTI.
(13) irfname = irfn, impulse = WTI, and response = VNINDEX.
(14) irfname = irfn, impulse = WTI, and response = USD_VND.
(15) irfname = irfn, impulse = WTI, and response = AUD.
(16) irfname = irfn, impulse = WTI, and response = WTI.

.
```

Bảng 2: Bảng kết quả phản ứng xung

Nhận xét về bảng kết quả phản ứng xung (Impulse Response Function - IRF): Bảng này cung cấp giá trị phản ứng của biến phụ thuộc theo từng bước thời gian (Step) khi có một cú sốc từ biến tác động (impulse).

Diễn giải các cột trong bảng:

- Step: Thời gian sau cú sốc (từ 0 đến 8).

- irf: Giá trị phản ứng của biến phụ thuộc theo từng bước thời gian.
- Lower - Upper: Khoảng tin cậy 95% (95% Confidence Interval). Nếu khoảng này bao gồm giá trị 0, phản ứng không có ý nghĩa thống kê.

Nhận xét chi tiết:

Phản ứng của VNINDEX (hàng 1-4)

- VNINDEX → VNINDEX: Ở bước đầu tiên (Step 1), có phản ứng dương (0.120727), nhưng khoảng tin cậy bao gồm 0 (-0.062317 đến 0.30377), tức là không có ý nghĩa thống kê.
- VNINDEX → USD_VND: Phản ứng dương và tăng mạnh ở Step 2 (0.353625), có ý nghĩa thống kê vì khoảng tin cậy không bao gồm 0 (0.168394 đến 0.538855). Điều này có thể cho thấy VNINDEX ảnh hưởng đến tỷ giá USD/VND trong ngắn hạn.
- VNINDEX → AUD: Phản ứng âm từ Step 3 (-0.441688) và có ý nghĩa thống kê (khoảng tin cậy không chứa 0). Điều này chỉ ra rằng cú sốc từ VNINDEX có tác động tiêu cực đến AUD.
- VNINDEX → WTI: Ở Step 4, giá trị phản ứng dương (0.109138) nhưng không có ý nghĩa thống kê vì khoảng tin cậy chứa 0.

Phản ứng của USD_VND (hàng 5-8)

- USD_VND → VNINDEX: Phản ứng âm nhẹ (-0.351983) ở Step 5, nhưng có ý nghĩa thống kê (khoảng tin cậy không chứa 0). Điều này cho thấy khi USD/VND biến động, VNINDEX bị ảnh hưởng tiêu cực.
- USD_VND → USD_VND: Phản ứng gần như không đổi quanh 0, cho thấy tỷ giá ổn định trong mô hình.
- USD_VND → AUD: Không có phản ứng đáng kể.
- USD_VND → WTI: Ở Step 8, phản ứng dương (0.427166), có ý nghĩa thống kê (khoảng tin cậy không chứa 0), cho thấy USD_VND có thể ảnh hưởng đến giá dầu WTI.

Phản ứng của AUD (hàng 9-12)

- AUD → VNINDEX: Không có phản ứng đáng kể.
- AUD → USD_VND: Không có phản ứng đáng kể.
- AUD → AUD: Phản ứng mạnh nhưng không có ý nghĩa thống kê.
- AUD → WTI: Không có phản ứng đáng kể.

Phản ứng của WTI (hàng 13-16)

- WTI → VNINDEX: Không có phản ứng rõ ràng.
- WTI → USD_VND: Không có tác động đáng kể.
- WTI → AUD: Không có phản ứng rõ ràng.
- WTI → WTI: Có phản ứng đáng kể, thể hiện sự tự tương quan của WTI.

Kết luận chính

- VNINDEX có ảnh hưởng đến USD_VND và AUD, nhưng không ảnh hưởng đáng kể đến WTI.
- USD_VND có ảnh hưởng tiêu cực đến VNINDEX trong ngắn hạn.
- USD_VND có thể tác động đến giá dầu WTI về lâu dài.
- AUD không có tác động mạnh đến các biến khác.
- WTI không có ảnh hưởng đáng kể đến VNINDEX hay tỷ giá.

3.4.4 Mô hình V_ARCH, V_GARCH: MGARCH

```
.  mgarch ccc (VNINDEX USD_VND WTI = L.VNINDEX L.USD_VND L.WTI , noconstant), arch(1) garch(1)

Calculating starting values....

Optimizing concentrated log likelihood

(setting technique to bhhh)
Iteration 0:   log likelihood = -148.32178
Iteration 1:   log likelihood = -147.41119
Iteration 2:   log likelihood = -146.35636
Iteration 3:   log likelihood = -145.66977
Iteration 4:   log likelihood = -144.77718
Iteration 5:   log likelihood = -144.74948  (backed up)
Iteration 6:   log likelihood = -143.46671
Iteration 7:   log likelihood = -143.44408  (backed up)
Iteration 8:   log likelihood = -143.40804
Iteration 9:   log likelihood = -143.39442
(switching technique to nr)
Iteration 298: log likelihood = -129.41697  (not concave)
Iteration 299: log likelihood = -129.41537  (not concave)
Iteration 300: log likelihood = -129.41378  (not concave)
convergence not achieved

Constant conditional correlation MGARCH model
Sample: 2020m2 thru 2024m12                        Number of obs =       59
Distribution: Gaussian                             Wald chi2(8)  = 2.19e+11
Log likelihood = -129.4138                         Prob > chi2   =   0.0000
convergence not achieved
```

	Coefficient	Std. err.	z	P>|z|	[95% conf. interval]	
VNINDEX						
VNINDEX						
L1.	.0811949	.	.	.	.	.
USD_VND						
L1.	-.1737374	.0000131	-1.3e+04	0.000	-.1737631	-.1737116
WTI						
L1.	.0024799	5.37e-09	4.6e+05	0.000	.0024799	.0024799
ARCH_VNINDEX						
arch						
L1.	-.066952	5.14e-10	-1.3e+08	0.000	-.066952	-.066952
garch						
L1.	.0265649	.	.	.	.	.
_cons	.6422106	.	.	.	.	.

USD_VND						
VNINDEX						
L1.	-.0185505	.0201946	-0.92	0.358	-.0581312	.0210302
USD_VND						
L1.	-.0172648	.1130792	-0.15	0.879	-.2388959	.2043663
WTI						
L1.	.0138923	.00718	1.93	0.053	-.0001802	.0279648
ARCH_USD_VND						
arch						
L1.	-.057071	.027319	-2.09	0.037	-.1106153	-.0035266
garch						
L1.	1.058741	.	.	.	.	.
_cons	-.0004549	.0001899	-2.40	0.017	-.0008272	-.0000827
WTI						
VNINDEX						
L1.	-.5461721	.3056704	-1.79	0.074	-1.145275	.0529309
USD_VND						
L1.	.5669524	1.895126	0.30	0.765	-3.147425	4.28133
WTI						
L1.	-.1868355	.1168318	-1.60	0.110	-.4158217	.0421507
ARCH_WTI						
arch						
L1.	.1448931	.0346467	4.18	0.000	.0769868	.2127995
garch						
L1.	-.9171031	.0501013	-18.30	0.000	-1.0153	-.8189064
_cons	6.038134	1.178161	5.13	0.000	3.72898	8.347287
corr(VNINDEX,USD_VND)	-.1624578	.1424805	-1.14	0.254	-.4417145	.1167989
corr(VNINDEX,WTI)	-.1764475	.1216073	-1.45	0.147	-.4147933	.0618984
corr(USD_VND,WTI)	.2479001	.1373796	1.80	0.071	-.0213589	.5171591

Hình 46: Mô hình MGARCH

- *Ý nghĩa mô hình*: Mô hình MGARCH (Multivariate GARCH) được sử dụng để mô hình hóa phương sai có điều kiện của nhiều chuỗi thời gian. Trong trường hợp này, mô hình MGARCH với cấu trúc CCC giả định rằng các chuỗi có phương sai thay đổi theo thời gian, nhưng hệ số tương quan giữa các chuỗi là không đổi.

Phương trình ARCH/GARCH

- ARCH (L.1): Đại diện cho ảnh hưởng của sốc trong quá khứ đến phương sai có điều kiện.

- GARCH (L.1): Đại diện cho ảnh hưởng của phương sai trong quá khứ đến phương sai hiện tại.

  Nhận xét

- ARCH_WTI (L.1) có hệ số dương và có ý nghĩa (p-value = 0.000), cho thấy giá dầu WTI có biến động mạnh khi có sốc trong quá khứ.
- GARCH_WTI (L.1) có hệ số âm lớn (-0.9171), điều này không phổ biến trong mô hình GARCH. Có thể có vấn đề về tính ổn định của mô hình.

  Ma trận tương quan

- Tương quan giữa VNINDEX và USD_VND: -0.1625 (không có ý nghĩa thống kê).
- Tương quan giữa VNINDEX và WTI: -0.1764 (không có ý nghĩa thống kê).
- Tương quan giữa USD_VND và WTI: 0.2479 (p = 0.071, gần mức ý nghĩa 5%).

USD/VND có ảnh hưởng tiêu cực đến VNINDEX và có ý nghĩa thống kê. Giá dầu WTI có ảnh hưởng nhỏ nhưng dương lên VNINDEX. VNINDEX có thể ảnh hưởng đến giá dầu WTI, nhưng chưa đủ mạnh. ***Có vấn đề hội tụ trong mô hình MGARCH, có thể cần kiểm tra lại.***

```
.  mgarch ccc (VNINDEX USD_VND WTI = L.VNINDEX L.USD_VND L.WTI , noconstant), arch(5) garch(5)

Calculating starting values....

Optimizing concentrated log likelihood

(setting technique to bhhh)
Iteration 0:   log likelihood = -149.95757
Iteration 1:   log likelihood = -144.24508
Iteration 2:   log likelihood = -142.94043
Iteration 3:   log likelihood = -142.86693
Iteration 4:   log likelihood = -141.64527
Iteration 5:   log likelihood = -138.73108
Iteration 6:   log likelihood = -136.45666
Iteration 7:   log likelihood = -134.62819
Iteration 8:   log likelihood = -133.31252
Iteration 9:   log likelihood = -132.97592
(switching technique to nr)
Iteration 10:  log likelihood = -131.93621  (not concave)
Iteration 11:  log likelihood = -130.67479  (not concave)
Iteration 12:  log likelihood = -129.91629  (not concave)
Iteration 13:  log likelihood = -129.78016  (not concave)
Iteration 14:  log likelihood = -129.75802  (not concave)
Iteration 15:  log likelihood = -129.74693  (not concave)
Iteration 16:  log likelihood = -129.72978  (not concave)
Iteration 17:  log likelihood =   -129.722  (not concave)
Iteration 18:  log likelihood = -129.68947  (not concave)
Iteration 19:  log likelihood = -129.67408  (not concave)
Iteration 20:  log likelihood = -129.66715  (not concave)
Iteration 21:  log likelihood = -129.66362  (not concave)
Iteration 22:  log likelihood =  -129.6597  (not concave)
```

```
Iteration 23:  log likelihood = -129.65316  (not concave)
Iteration 24:  log likelihood =  -129.6474  (not concave)
Iteration 25:  log likelihood =  -129.6424  (not concave)
Iteration 26:  log likelihood = -129.63457  (not concave)
Iteration 27:  log likelihood = -129.62666  (not concave)
Iteration 28:  log likelihood = -129.62022  (not concave)
Iteration 29:  log likelihood = -129.61419  (not concave)
Iteration 30:  log likelihood = -129.58571  (not concave)
Iteration 31:  log likelihood = -129.53601  (not concave)
Iteration 32:  log likelihood = -129.53013  (not concave)
Iteration 33:  log likelihood =  -129.5255  (not concave)
Iteration 34:  log likelihood = -129.52131  (not concave)
Iteration 35:  log likelihood = -129.51369  (not concave)
Iteration 36:  log likelihood = -129.50757  (not concave)
Iteration 37:  log likelihood = -129.50094  (not concave)
Iteration 38:  log likelihood = -129.49724  (not concave)
Iteration 39:  log likelihood = -129.49367  (not concave)
Iteration 40:  log likelihood = -129.48673  (not concave)
Iteration 41:  log likelihood = -129.48158  (not concave)
Iteration 42:  log likelihood = -129.47797  (not concave)
Iteration 43:  log likelihood = -129.47413  (not concave)
Iteration 44:  log likelihood = -129.28759  (not concave)
Iteration 45:  log likelihood =  -129.2732
Iteration 46:  log likelihood = -129.23733  (not concave)
Iteration 47:  log likelihood = -129.19922
Iteration 48:  log likelihood = -129.16081
Iteration 49:  log likelihood =  -129.1338
Iteration 50:  log likelihood = -129.13353
Iteration 51:  log likelihood = -129.13353

Optimizing unconcentrated log likelihood

Iteration 0:   log likelihood = -129.13355
Iteration 1:   log likelihood = -129.11929
Iteration 2:   log likelihood = -129.11926
Iteration 3:   log likelihood = -129.11926

Constant conditional correlation MGARCH model
Sample: 2020m2 thru 2024m12                    Number of obs =     59
Distribution: Gaussian                         Wald chi2(9)  =  20.77
Log likelihood = -129.1193                     Prob > chi2   = 0.0137
```

	Coefficient	Std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
VNINDEX						
VNINDEX						
L1.	.0781008	.1300115	0.60	0.548	-.1767171	.3329187
USD_VND						
L1.	-.0833888	.8752776	-0.10	0.924	-1.798901	1.632124
WTI						
L1.	-.0777823	.0543026	-1.43	0.152	-.1842135	.0286489
ARCH_VNINDEX						
arch						
L5.	-.0333656	.0343476	-0.97	0.331	-.1006856	.0339543
garch						
L5.	1.074642	.1153201	9.32	0.000	.8486185	1.300665
_cons	-.0336295	.0917226	-0.37	0.714	-.2134026	.1461436
USD_VND						
VNINDEX						
L1.	-.0097044	.011297	-0.86	0.390	-.031846	.0124372
USD_VND						
L1.	-.1119985	.0494497	-2.26	0.024	-.2089181	-.015079
WTI						
L1.	.0112445	.0051684	2.18	0.030	.0011147	.0213743
ARCH_USD_VND						
arch						
L5.	1.359183	.6478271	2.10	0.036	.0894652	2.628901
garch						
L5.	.1468524	.1546583	0.95	0.342	-.1562723	.4499772
_cons	.0015744	.0008074	1.95	0.051	-8.13e-06	.0031569
WTI						
VNINDEX						
L1.	-.2093281	.1771276	-1.18	0.237	-.5564918	.1378355
USD_VND						
L1.	-.2653394	1.606804	-0.17	0.869	-3.414617	2.883938
WTI						
L1.	-.1358847	.1084215	-1.25	0.210	-.3483868	.0766175
ARCH_WTI						
arch						
L5.	-.1770898	.0699422	-2.53	0.011	-.314174	-.0400057
garch						
L5.	1.215542	.0428269	28.38	0.000	1.131603	1.299481
_cons	-.0791512	.3427247	-0.23	0.817	-.7508793	.5925769
corr(VNINDEX,USD_VND)	-.121429	.126089	-0.96	0.336	-.368559	.1257009
corr(VNINDEX,WTI)	-.2911349	.1274078	-2.29	0.022	-.5408495	-.0414203
corr(USD_VND,WTI)	.2819794	.1329616	2.12	0.034	.0213795	.5425794

Hình 47: Ma trận tương quan có điều kiện

Ma trận tương quan có điều kiện

- VNINDEX và WTI có tương quan âm (-0.2911, p = 0.022): Khi giá dầu tăng, VNINDEX có xu hướng giảm.
- USD_VND và WTI có tương quan dương (0.2819, p = 0.034): Khi giá dầu tăng, tỷ giá USD/VND cũng tăng.

Nhận xét:

- VNINDEX chịu ảnh hưởng chủ yếu từ chính nó (tự hồi quy), nhưng không có biến giải thích nào có ý nghĩa thống kê.
- Tỷ giá USD/VND có ảnh hưởng đáng kể từ chính nó và từ giá dầu WTI (cả hai có ý nghĩa thống kê).
- Giá dầu WTI không bị ảnh hưởng bởi VNINDEX hay USD_VND.
- ARCH(5) và GARCH(5) có ý nghĩa với tất cả các biến.
- Tương quan điều kiện giữa VNINDEX và WTI là âm, trong khi giữa USD/VND và WTI là dương.

3.4.5 VECM

3.4.5.1 Kiểm định tính đồng liên kết

```
. vecrank VNINDEX USD_VND

Johansen tests for cointegration
Trend: Constant                          Number of obs   = 58
Sample: 2020m3 thru 2024m12              Number of lags =  2
---------------------------------------------------------------------------
                                                          Critical
Maximum                                       Trace        value
   rank  Params          LL   Eigenvalue   statistic          5%
      0       6   -52.759631           .     58.8401       15.41
      1       9   -33.787971     0.48014     20.8968        3.76
      2      10   -23.339589     0.30253
---------------------------------------------------------------------------
```

Hình 48: Kiểm định tính đồng liên kết mô hình VECM

Ý nghĩa kiểm định Johansen: Kiểm định Johansen được sử dụng để kiểm tra mối quan hệ đồng liên kết (cointegration) giữa các chuỗi thời gian, tức là kiểm tra xem có tồn tại một hoặc nhiều quan hệ cân bằng dài hạn giữa các biến hay không.

Kết luận: Có đúng một mối quan hệ đồng liên kết giữa VN-Index và tỷ giá USD/VND. Điều này có nghĩa là trong dài hạn, VN-Index và tỷ giá USD/VND có

mối quan hệ cân bằng, tức là dù có biến động ngắn hạn, nhưng trong dài hạn, hai biến này có xu hướng di chuyển cùng nhau theo một mối quan hệ nhất định.

```
. vecrank VNINDEX USD_VND AUD WTI

Johansen tests for cointegration
Trend: Constant                          Number of obs   = 58
Sample: 2020m3 thru 2024m12              Number of lags =  2
```

Maximum rank	Params	LL	Eigenvalue	Trace statistic	Critical value 5%
0	20	-268.81495	.	141.2396	47.21
1	27	-241.21882	0.61387	86.0473	29.68
2	32	-221.61181	0.49141	46.8333	15.41
3	35	-207.88979	0.37698	19.3893	3.76
4	36	-198.19515	0.28416		

Vì có mối quan hệ đồng liên kết nên ta sử dụng mô hình hiệu chỉnh sai số VECM.

```
. vec VNINDEX USD_VND AUD WTI

Vector error-correction model

Sample: 2020m3 thru 2024m12                    Number of obs     =        58
                                               AIC               =  9.248925
Log likelihood = -241.2188                     HQIC              =  9.622541
Det(Sigma_ml)  =  .0481411                     SBIC              =   10.2081
```

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
D_VNINDEX	6	.915979	0.3301	25.62118	0.0003
D_USD_VND	6	.132475	0.4534	43.12985	0.0000
D_AUD	6	1.20163	0.2195	14.62574	0.0234
D_WTI	6	2.09874	0.5891	74.53955	0.0000

	Coefficient	Std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
D_VNINDEX						
_ce1						
L1.	-.3594032	.1022477	-3.52	0.000	-.559805	-.1590013
VNINDEX						
LD.	-.2213049	.1247763	-1.77	0.076	-.4658618	.0232521
USD_VND						
LD.	1.295393	.8017745	1.62	0.106	-.2760566	2.866842
AUD						
LD.	-.1162961	.0928392	-1.25	0.210	-.2982576	.0656654
WTI						
LD.	-.1479997	.0554176	-2.67	0.008	-.2566161	-.0393832
_cons	.0382646	.120496	0.32	0.751	-.1979032	.2744324
D_USD_VND						
_ce1						
L1.	-.061117	.0147878	-4.13	0.000	-.0901005	-.0321335
VNINDEX						
LD.	.0073022	.018046	0.40	0.686	-.0280673	.0426717
USD_VND						
LD.	-.2346987	.1159582	-2.02	0.043	-.4619725	-.0074249
AUD						
LD.	.0290151	.013427	2.16	0.031	.0026986	.0553316
WTI						
LD.	-.0211034	.0080149	-2.63	0.008	-.0368123	-.0053946
_cons	.003986	.017427	0.23	0.819	-.0301703	.0381422
D_AUD						
_ce1						
L1.	.0207085	.1341335	0.15	0.877	-.2421883	.2836054
VNINDEX						
LD.	-.0307561	.1636876	-0.19	0.851	-.3515778	.2900656
USD_VND						
LD.	-1.575717	1.051807	-1.50	0.134	-3.63722	.4857865
AUD						
LD.	-.392462	.121791	-3.22	0.001	-.631168	-.1537561
WTI						
LD.	.0316766	.0726994	0.44	0.663	-.1108117	.1741649
_cons	.0004741	.1580725	0.00	0.998	-.3093423	.3102905

D_WTI						
_ce1						
L1.	1.102393	.2342749	4.71	0.000	.6432226	1.561563
VNINDEX						
LD.	-.8314956	.2858934	-2.91	0.004	-1.391836	-.2711547
USD_VND						
LD.	-5.539821	1.837065	-3.02	0.003	-9.140402	-1.93924
AUD						
LD.	-.0940784	.2127177	-0.44	0.658	-.5109975	.3228407
WTI						
LD.	-.2256555	.1269754	-1.78	0.076	-.4745227	.0232118
_cons	.0126871	.2760863	0.05	0.963	-.528432	.5538063

Cointegrating equations

Equation	Parms	chi2	P>chi2
_ce1	3	62.94136	0.0000

Identification: beta is exactly identified

Johansen normalization restriction imposed

beta	Coefficient	Std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
_ce1						
VNINDEX	1	.	.	.	.	.
USD_VND	9.511521	1.525321	6.24	0.000	6.521946	12.50109
AUD	.2000513	.1955098	1.02	0.306	-.1831408	.5832434
WTI	-.725652	.1132146	-6.41	0.000	-.9475485	-.5037555
_cons	-.1760116	.	.	.	.	.

Hình 49: Mô hình hiệu chỉnh VECM

Kết luận: Phương trình có ý nghĩa thống kê tổng thể vì kiểm định Johansen cho thấy tồn tại đồng liên kết. Tuy nhiên, biến AUD không có ý nghĩa ở mức 5%, nên có thể xem xét loại bỏ biến này để kiểm tra lại mô hình.

3.4.5.2 Ước lượng lại VECM bỏ biến AUD

```
. vec VNINDEX USD_VND WTI

Vector error-correction model

Sample: 2020m3 thru 2024m12                     Number of obs     =         58
                                                AIC               =   5.970193
Log likelihood = -156.1356                      HQIC              =   6.205433
Det(Sigma_ml)  =  .0437333                      SBIC              =   6.574116

Equation           Parms      RMSE     R-sq      chi2     P>chi2
----------------------------------------------------------------
D_VNINDEX              5    .964589   0.2428   16.99507   0.0045
D_USD_VND              5    .129163   0.4704   47.07194   0.0000
D_WTI                  5    2.11566   0.5744   71.52319   0.0000
----------------------------------------------------------------
```

	Coefficient	Std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
D_VNINDEX						
_ce1						
L1.	-.2379203	.0828667	-2.87	0.004	-.400336	-.0755045
VNINDEX						
LD.	-.2478849	.1273879	-1.95	0.052	-.4975606	.0017909
USD_VND						
LD.	1.095656	.8542266	1.28	0.200	-.5785974	2.769909
WTI						
LD.	-.1268755	.0598688	-2.12	0.034	-.2442163	-.0095347
_cons	.0437919	.1268351	0.35	0.730	-.2048004	.2923842
D_USD_VND						
_ce1						
L1.	-.0519802	.0110962	-4.68	0.000	-.0737283	-.030232
VNINDEX						
LD.	.0010159	.0170578	0.06	0.953	-.0324168	.0344486
USD_VND						
LD.	-.1889796	.1143847	-1.65	0.099	-.4131696	.0352103
WTI						
LD.	-.0260773	.0080167	-3.25	0.001	-.0417898	-.0103649
_cons	.0030634	.0169838	0.18	0.857	-.0302242	.0363511

D_WTI						
_ce1						
L1.	.8148356	.1817539	4.48	0.000	.4586044	1.171067
VNINDEX						
LD.	-.7240892	.2794037	-2.59	0.010	-1.27171	-.1764681
USD_VND						
LD.	-5.550465	1.8736	-2.96	0.003	-9.222654	-1.878276
WTI						
LD.	-.2224715	.1313121	-1.69	0.090	-.4798384	.0348955
_cons	.012982	.2781912	0.05	0.963	-.5322627	.5582268

Cointegrating equations

Equation	Parms	chi2	P>chi2
_ce1	2	68.83349	0.0000

Identification: beta is exactly identified

Johansen normalization restriction imposed

beta	Coefficient	Std. err.	z	P>|z|	[95% conf.	interval]
_ce1						
VNINDEX	1	.	.	.	.	.
USD_VND	13.33858	1.947378	6.85	0.000	9.521791	17.15537
WTI	-.9837026	.1473733	-6.67	0.000	-1.272549	-.6948564
_cons	-.1896441	.	.	.	.	.

Hình 50: Kết quả ước lượng lại VECM bỏ biến AUD

3.4.5.3 Kiểm định tự tương quan của phần dư trong VECM

```
. veclmar, mlag(4)
```

Lagrange-multiplier test

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	18.3600	9	0.03122
2	21.3030	9	0.01137
3	9.7725	9	0.36921
4	8.2552	9	0.50865

H0: no autocorrelation at lag order

Hình 51: Kết quả kiểm định tự tương quan của phần dư trong VECM

Kết quả kiểm định về tính tự tương quan của các phần dư chỉ ra mô hình có xảy ra hiện tượng tự tương quan cho các phần dư với mức ý nghĩa 5% ở 2 kỳ gần nhất, tuy nhiên từ kỳ thứ 3 trở đi thì không còn hiện tượng tự tương quan nữa.

3.4.5.4 Kiểm định phân phối chuẩn của phần dư

```
. vecnorm, jbera skewness kurtosis
```

Jarque-Bera test

Equation	chi2	df	Prob > chi2
D_VNINDEX	0.951	2	0.62155
D_USD_VND	2.366	2	0.30640
D_WTI	23.949	2	0.00001
ALL	27.266	6	0.00013

Skewness test

Equation	Skewness	chi2	df	Prob > chi2
D_VNINDEX	.24654	0.588	1	0.44337
D_USD_VND	-.21054	0.428	1	0.51273
D_WTI	-1.055	10.759	1	0.00104
ALL		11.775	3	0.00819

Kurtosis test

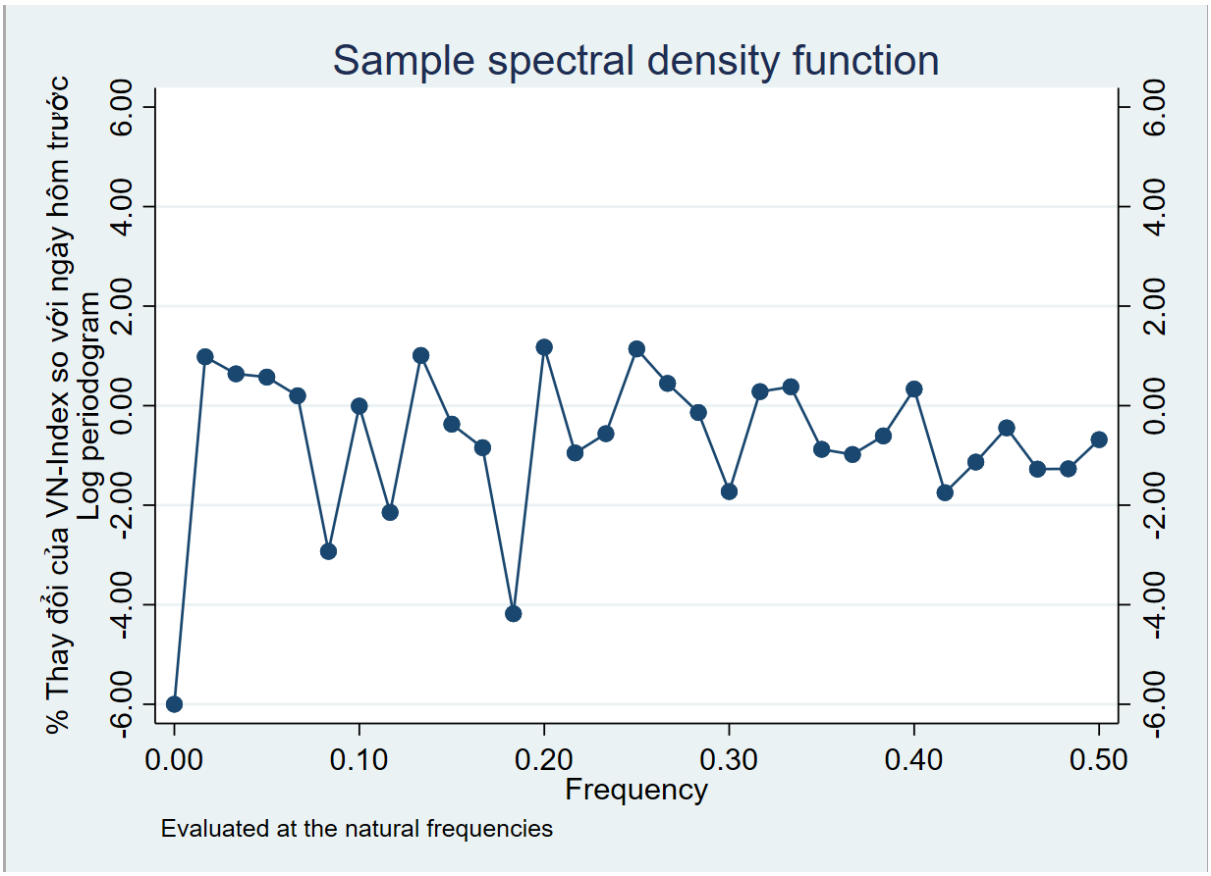
Equation	Kurtosis	chi2	df	Prob > chi2
D_VNINDEX	3.3878	0.364	1	0.54656
D_USD_VND	3.8953	1.937	1	0.16397
D_WTI	5.3362	13.190	1	0.00028
ALL		15.491	3	0.00144

Hình 52: Kết quả kiểm định phân phối chuẩn của phần dư

Kết quả của cụm kiểm định phân phối chuẩn Jarque-Bera là 2 trong 3 chuỗi thỏa điều kiện phân phối chuẩn, riêng chuỗi thay đổi của giá dầu thô (D.WTI) thì không, cụ thể là bị lệch trái (skewness âm) và kurtosis lớn hơn của phân phối chuẩn (5,3362>3).

3.5 Đồ thị hàm mật độ phổ

```
pergram VNINDEX
```



Hình 53: Đồ thị hàm mật độ phổ

Ý nghĩa đồ thị: Phân tích cấu trúc chu kỳ trong biến động của VN-Index.

Kết quả:

- Xu hướng chung:
  - Đồ thị periodogram (logarithm của hàm mật độ phổ) cho thấy mức độ dao động của phần trăm thay đổi VN-Index tại các tần số khác nhau.
  - Không có đỉnh rõ rệt tại một tần số cụ thể, chứng tỏ VN-Index không có chu kỳ mạnh hay lặp lại đều đặn.
- Dao động tại tần số thấp (gần 0):
  - Ở phần đầu (tần số gần 0), giá trị log periodogram có một số điểm cao, điều này cho thấy có một số thành phần biến động dài hạn (dao động chậm).
  - Tuy nhiên, các điểm này không quá cao so với phần còn lại, nghĩa là xu hướng dài hạn không quá rõ ràng.
- Dao động tại tần số trung bình và cao:

- Các dao động trong khoảng tần số 0.1 đến 0.5 không có đỉnh quá rõ rệt, nhưng vẫn có sự biến thiên mạnh. Điều này phản ánh VN-Index có sự biến động mạnh trong ngắn hạn nhưng không có chu kỳ ổn định.
- Một số điểm rơi xuống rất thấp (âm), cho thấy có một số khoảng tần số mà mức độ biến động của VN-Index giảm đáng kể.

VN-Index không có một chu kỳ biến động rõ ràng ở một tần số cụ thể, nghĩa là nó có tính chất ngẫu nhiên hoặc bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố khác nhau thay vì có một mô hình dao động cố định. Tuy nhiên, vẫn có một số ảnh hưởng của dao động dài hạn (tần số thấp), nhưng không quá mạnh. Dữ liệu có mức nhiễu cao, phản ánh sự biến động khó dự đoán trong ngắn hạn.

CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN

4.1 Kết luận chung

Nghiên cứu này đã phân tích tác động của các yếu tố kinh tế vĩ mô đối với biến động của chỉ số VN-Index trong giai đoạn 2020-2024. Thông qua việc áp dụng các mô hình dự báo chuỗi thời gian ARIMA, ARCH/GARCH và VAR, nhóm không chỉ dự báo dựa trên dữ liệu quá khứ mà còn tích hợp các biến kinh tế vĩ mô, xác định được mối quan hệ giữa VN-Index với các biến kinh tế như tỷ giá USD/VND, lãi suất FED, giá dầu và giá vàng. Kết quả cho thấy những yếu tố này có tác động đáng kể đến sự biến động của thị trường chứng khoán Việt Nam. Nếu chỉ xét mỗi biến VN-Index trong tương quan với giá trị quá khứ, mô hình tối ưu nhất là mô hình AR(1). Còn trong trường hợp với các biến độc lập khác, mô hình tối ưu nhất là mô hình VAR(10). Mô hình hiệu chỉnh sai số VECM phải loại bỏ biến AUD nên chưa được ưu tiên lựa chọn.

So với các nghiên cứu trước đây, chẳng hạn như nghiên cứu của Nguyễn & Bùi (2015) "Bài nghiên cứu trên sử dụng các mô hình ARIMA, GARCH để phân tích dữ liệu VNINDEX từ 4/1/2010 đến ngày 21/11/2014" chỉ sử dụng mô hình ARIMA-GARCH, thì nghiên cứu này đã mở rộng hơn bằng cách tích hợp nhiều yếu tố kinh tế vĩ mô và sử dụng mô hình VAR, VECM để phân tích tác động qua lại giữa các biến số. Kết quả cho thấy rằng việc kết hợp nhiều mô hình dự báo mang lại kết quả chính xác hơn và phản ánh tốt hơn các biến động của thị trường chứng khoán Việt Nam.

4.2 Đóng góp của nghiên cứu đối với lý thuyết và ứng dụng thực tiễn

Về mặt lý thuyết, nghiên cứu này cung cấp một cái nhìn đối chiếu giữa lý thuyết Thị trường hiệu quả (EMH), lý thuyết Tài chính Hành vi và lý thuyết Lây lan Kinh tế. Về mặt thực tiễn, những phát hiện từ nghiên cứu giúp nhà đầu tư có cái nhìn toàn diện hơn về những yếu tố tác động đến VN-Index, từ đó có thể tối ưu hóa chiến lược đầu tư.

4.3 Hạn chế của nghiên cứu và hướng phát triển trong tương lai

Nghiên cứu vẫn còn những hạn chế như không xét đến các yếu tố tâm lý đầu tư, các biến động đối với từng ngành cụ thể hoặc tác động của các chính sách kinh tế trong nước. Ngoài ra, đề tài còn gặp một số hạn chế trong vấn đề tìm kiếm tài liệu nghiên cứu, chứng minh những biến độc lập khác có ảnh hưởng đến biến VN-Index. Trong tương lai, nghiên cứu có thể bổ sung các yếu tố này hoặc ứng dụng mô hình Machine Learning để nâng cao tính chính xác trong dự báo.

4.4 Khuyến nghị

- Các nhà đầu tư nên kết hợp phân tích vĩ mô và phân tích kỹ thuật khi đánh giá thị trường.
- Các cơ quan quản lý nên xem xét những yếu tố vĩ mô như lãi suất, chính sách tiền tệ để đề ra chính sách điều tiết thị trường chứng khoán phù hợp.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn, T. H., & Bùi, Q. T. (2015). Forecasting Vietnam stock index using hybrid ARIMA-GARCH model. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng, 13(2), 118-123.

Tinnhanhchungkhoan.vn. (2024, November 15). Đo lường ảnh hưởng của tác động tỷ giá tới thị trường chứng khoán. https://www.tinnhanhchungkhoan.vn/do-luong-anh-huong-cua-tac-dong-ty-gia-toi-thi-truong-chung-khoan-post358191.html

Tạp chí Tài chính. (2024, September 19). Phản ứng của VN-Index qua những lần Fed hạ lãi suất. https://tapchitaichinh.vn/phan-ung-cua-vn-index-qua-nhung-lan-fed-ha-lai-suat.html

Nguyễn, V. A., & Trần, T. M. (2019). Tác động của giá vàng đến thị trường chứng khoán Việt Nam. Tạp chí Kinh tế & Phát triển, 259, 46-55. https://user-cdn.uef.edu.vn/newsimg/tap-chi-uef/2019-05-06-46/5.pdf

Phạm, T. T. H., & Nguyễn, D. P. (2018). Tác động bất đối xứng của biến động giá dầu đến thị trường chứng khoán Việt Nam. Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế & Kinh doanh Châu Á, 29(4), 41-56. https://jabes.ueh.edu.vn/Content/ArticleFiles/dc547f27-a5af-4f04-a0aa-da9c6db7123a/JABES-2018-10-V341.pdf