



ISSN 1859-3666
E-ISSN 2815-5726

Tạp chí KHOA HỌC THƯƠNG MẠI

TẠP CHÍ CỦA TRƯỜNG ĐẠI HỌC THƯƠNG MẠI



Năm thứ 25 - số 215
7/2026



khoa học thương mại

TẠP CHÍ CỦA TRƯỜNG ĐẠI HỌC THƯƠNG MẠI
BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ:

NGUYỄN ĐỨC NHUẬN

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP:

TRƯỞNG BAN TRỊ SỰ

NGUYỄN THỊ QUỲNH TRANG

❑ Tòa soạn

Phòng 202 nhà T

Trường Đại học Thương mại

Số 79 đường Hồ Tùng Mậu

Mai Dịch, Cầu Giấy, Hà Nội

❑ Điện thoại: 024.37643219 máy lẻ 2102

❑ Fax: 024.37643228

❑ Email: tckhtm@tmu.edu.vn

❑ Website: tckhtm.tmu.edu.vn

❑ GP hoạt động báo chí:

Số 195/GP-BTTTT ngày 05/6/2023

❑ Chế bản tại: Tòa soạn

Tạp chí Khoa học Thương mại

❑ In tại: Cty TNHH In & TM Hải Nam

❑ Nộp lưu chiểu: 7/2026

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Họ tên	Cơ quan công tác	Quốc gia	Nhiệm vụ
Nguyễn Đức Nhuận	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Chủ tịch
Nguyễn Hoàng	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Nguyễn Hoàng Việt	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Bùi Hữu Đức	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Hà Văn Sự	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Trần Thọ Đạt	Đại học Kinh tế Quốc dân	Việt Nam	Ủy viên
Nguyễn Đông Phong	Đại học Kinh tế TP. Hồ Chí Minh	Việt Nam	Ủy viên
Nguyễn Quang Thuần	Viện Hàm lâm KHXH Việt Nam	Việt Nam	Ủy viên
Nguyễn Văn Tiến	Học viện Ngân Hàng	Việt Nam	Ủy viên
Lê Quốc Hội	Đại học Kinh tế Quốc dân	Việt Nam	Ủy viên
Trương Bá Thanh	Đại học Kinh tế - Đại học Đà Nẵng	Việt Nam	Ủy viên
T. Ramayah	Đại học Khoa học Malaysia (USM)	Malaysia	Ủy viên
S. Mostafa Rasoolimanesh	Đại học Edith Cowan (ECU)	Australia	Ủy viên
Jayaraman Krishnaswamy	Đại học Alliance	Ấn Độ	Ủy viên
Hervé B. Boismery	Đại học Reunion	Pháp	Ủy viên
Noor Hazlina Ahmad	Đại học Khoa học Malaysia (USM)	Malaysia	Ủy viên
Imran Mahmud	Đại học Quốc tế Daffodil	Bangladesh	Ủy viên
H. Eric Boutin	Đại học Toulon	Pháp	Ủy viên
Hee Cheol Moon	Trường Đại học Quốc Gia Chungnam	Hàn Quốc	Ủy viên
Nastaran Taghizadeh	Đại học RMIT	Australia	Ủy viên
Nguyễn Việt Cường	Viện Nghiên cứu phát triển Mekong; Đại học Quốc gia Hà Nội	Việt Nam	Ủy viên
Đặng Tùng Lâm	Trường Đại học Kinh tế, Đại học Đà Nẵng	Việt Nam	Ủy viên
Mai Thanh Lan	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Lê Như Tuyền	Grenoble École de Management	Pháp	Ủy viên
Đỗ Thị Bình	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Vũ Mạnh Chiến	Đại học Québec en Outaouais (UQO)	Canada	Ủy viên
Nguyễn Vũ Hùng	Đại học Kinh tế Quốc dân	Việt Nam	Ủy viên
Phạm Đức Hiếu	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Trần Quang Tuyền	Đại học Quốc gia Hà Nội	Việt Nam	Ủy viên
Trần Văn Trang	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Lê Ba Phong	Đại học Công nghiệp Hà Nội	Việt Nam	Ủy viên
Nguyễn Thành Hưng	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Hoàng Xuân Trung	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Vũ Văn Hường	Trường Đại học Kinh tế, Đại học Quốc gia Hà Nội	Việt Nam	Ủy viên
Trịnh Thị Hường	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Nguyễn Thị Uyên	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Nguyễn Thế Ninh	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên
Phạm Minh Đạt	Trường Đại học Thương mại	Việt Nam	Ủy viên

KINH TẾ VÀ QUẢN LÝ

- 1. Đỗ Thị Hoa Liên và Nguyễn Văn Hiếu** - Tác động của thương mại hàng hóa ICT đến cường độ năng lượng và tính bền vững môi trường: bằng chứng từ các quốc gia châu Á. **Mã số: 215.1TrEM.11** 3

The Impact of ICT Goods Trade on Energy Intensity and Environmental Sustainability: Evidence from Asia Countries

- 2. Hoàng Thanh Hiền, Doãn Thị Tường Vy, Ngô Công Minh và Huỳnh Thị Diệu Linh** - Tác động trực tiếp và gián tiếp của hàng không giá rẻ đến cung du lịch quốc tế: bằng chứng từ các nước Asean. **Mã số: 215.1HIEM.11** 15

Direct and Indirect Effects of Low-Cost Carriers on International Tourism Supply: Evidence from ASEAN Countries

- 3. Huỳnh Công Minh** - Chất lượng quản trị địa phương và kinh tế ngầm: bằng chứng thực nghiệm cấp tỉnh từ Việt Nam. **Mã số: 215.1DEco.11** 26

Local governance quality and the shadow economy: Provincial-level empirical evidence from Vietnam

- 4. Phan Thu Trang** - Vai trò trung gian của động lực làm việc trong mối quan hệ giữa đào tạo số, lãnh đạo số và hiệu quả công việc tại các doanh nghiệp xuất khẩu Việt Nam. **Mã số: 215.1IBMG.11** 37

Mediating Role of Work Motivation in the Relationship Between Digital Training, Digital Leadership, and Work Performance: Evidence from Vietnamese Exporting Enterprises

QUẢN TRỊ KINH DOANH

- 5. Nguyễn Hồ Phương Thảo và Nguyễn Thị Nhật Phương** - Các nhân tố tác động đến hiệu quả hoạt động của các công ty ngành bất động sản niêm yết tại thị trường chứng khoán Việt Nam. **Mã số: 215.2FiBa.21** 48

Determinants of Firm Performance in Listed Real Estate Companies on the Vietnamese Stock Exchange

- 6. Trần Thị Thu Hương, Trần Thành Đạt và Vũ Tiến Đạt** - Nghiên cứu các yếu tố của hệ thống truy xuất nguồn gốc trong chuỗi cung ứng thực phẩm ảnh hưởng đến ý định mua của người tiêu dùng tại Việt Nam. **Mã số: 215.2BAdm.21** 62

Exploring the Factors of Traceability System in Food Supply Chain Impact on Consumers' Purchase Intentions in Vietnam

- 7. Trịnh Thị Hồng Minh, Cao Minh Trí và Bảo Trung** - Tác động của trò chơi hóa đến đồng sáng tạo giá trị: vai trò trung gian của trải nghiệm và tình yêu thương hiệu. **Mã số: 215.2BMkt.21** 79

The Impact of Gamification on Value Co-creation: The Mediating Role of Customer Experience and Brand Love

Ý KIẾN TRAO ĐỔI

- 8. Bùi Hữu Đức và Bùi Khánh Linh** - Tác động của minh bạch thông tin đến quyết định lựa chọn cơ sở giáo dục đại học của sinh viên: Nghiên cứu thực nghiệm tại Hà Nội. **Mã số: 215.3OMIs.31** 92

Mediating Role of Trust in the Relationship Between "Three Disclosures" Information Transparency and University Choice Decisions: An Empirical Study in Hanoi

- 9. Nguyễn Việt Dũng, Nguyễn Thị Hân, Đào Hương Giang, Phan Thu Ngân, Nguyễn Thị Hạnh và Dương Xuân Cường** - Ảnh hưởng của marketing đa giác quan đến ý định quay trở lại không gian học tập và làm việc phi chính thức của khách hàng thế hệ Z: Vai trò của sự hứng thú, tính chân thực và sự gắn bó. **Mã số: 215.3BMkt.31** 104

The Impact of Sensory Marketing on the Revisit Intention to Informal Learning and Working Spaces of Generation Z Customers In Vietnam: The Roles of Perceived Enjoyment, Perceived Authenticity, and Place Attachment

TÁC ĐỘNG CỦA THƯƠNG MẠI HÀNG HÓA ICT ĐẾN CƯỜNG ĐỘ NĂNG LƯỢNG VÀ TÍNH BỀN VỮNG MÔI TRƯỜNG: BẰNG CHỨNG TỪ CÁC QUỐC GIA CHÂU Á

Đỗ Thị Hoa Liên *

Email: Liendth@ldxh.edu.vn

Nguyễn Văn Hiếu *

Email: Hieunv@ldxh.edu.vn

*Trường Đại học Lao động - Xã hội (Cơ sở Tp Hồ Chí Minh)

Ngày nhận: 21/12/2025

Ngày nhận lại: 08/02/2026

Ngày duyệt đăng: 03/03/2026

Nghiên cứu đánh giá tác động của thương mại hàng hóa ICT (Information and Communications Technology) đến cường độ năng lượng và tính bền vững môi trường tại một số nền kinh tế Châu Á có mức độ hội nhập thương mại hàng hóa ICT cao, từ năm 2000 đến năm 2022. Một số kiểm định sơ bộ đã được tiến hành trên dữ liệu bảng, dựa vào đó các phương pháp phân tích thích hợp đã được lựa chọn. Các kiểm định nghiệm đơn vị, đồng liên kết và ước lượng dài hạn đã được thực hiện. Kết quả từ các ước lượng AMG (Augmented mean group) và CCEMG (Common correlated effects mean group) cho thấy thương mại hàng hóa ICT làm giảm cường độ sử dụng năng lượng và lượng khí thải CO₂. Kết quả của phân tích khẳng định tầm quan trọng của thương mại hàng hóa ICT vì tính bền vững môi trường. Do đó, các quốc gia cần thúc đẩy nhập khẩu và ứng dụng các hàng hóa ICT hiện đại, tiết kiệm năng lượng, đồng thời lồng ghép ICT vào các chính sách chuyển dịch năng lượng nhằm hỗ trợ mục tiêu phát triển bền vững.

Từ khóa: Thương mại ICT, cường độ năng lượng, phát thải CO₂, Châu Á.

Keywords: ICT trade, energy efficiency, CO₂ emissions, Asia.

JEL Classifications: F18, Q56, Q43, O44.

DOI: 10.54404/JTS.2026.215V.01

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng trở nên nghiêm trọng, nâng cao hiệu quả năng lượng và giảm phát thải CO₂ trở thành mục tiêu then chốt của phát triển bền vững. Tuy nhiên, điều này đặc biệt khó với các nền kinh tế đang phát triển, nơi công nghệ lạc hậu và cơ sở hạ tầng hạn chế. Thương mại quốc tế là động lực tăng trưởng và chuyển đổi cơ cấu, nhưng tác động của nó đến môi trường vẫn còn tranh cãi. Kinh tế học cổ điển cho rằng thương mại thúc đẩy chuyên môn hóa và phân bổ nguồn lực hiệu quả, qua đó nâng cao hiệu quả carbon. Ngược lại, kinh tế học phát triển

nhân mạnh rằng thương mại có thể dẫn đến chuyên môn hóa thâm dụng phát thải ở các nước đang phát triển, làm suy giảm hiệu quả carbon (Xu et al, 2022); (Zhao et al, 2024).

Sự mở rộng thương mại hàng hóa ICT thúc đẩy phổ biến công nghệ tiên tiến và thiết bị kỹ thuật số, giúp nâng cao hiệu quả năng lượng, tối ưu hóa sản xuất và hỗ trợ tích hợp năng lượng tái tạo. Ảnh hưởng tích cực này đã được ghi nhận tại Trung Quốc, khi độ mở thương mại ICT thúc đẩy năng lượng tái tạo và giảm cường độ năng lượng (Wang & He, 2023). Tuy nhiên, thương mại hàng hóa ICT cũng có thể làm tăng nhu cầu năng lượng

thông qua hiệu ứng quy mô và sự mở rộng của cơ sở hạ tầng kỹ thuật số tiêu thụ nhiều năng lượng. Một số nghiên cứu cho thấy thương mại ICT có thể làm gia tăng bất bình đẳng carbon - kinh tế, khi xuất khẩu công nghệ cao thường đi kèm với lượng phát thải hàm chứa lớn, một khía cạnh thường bị bỏ qua trong các chiến lược số hóa của các nền kinh tế đang phát triển (Wang et al, 2024); (Zhu et al, 2024). Do đó, tác động môi trường của thương mại hàng hóa ICT vẫn cần được kiểm chứng đầy đủ về mặt thực nghiệm. Mặc dù ngày càng có nhiều tài liệu nhấn mạnh vai trò của số hóa và phát triển ICT trong việc định hình tiêu thụ năng lượng và lượng khí thải, vẫn còn tương đối ít nghiên cứu tập trung vào thương mại hàng hóa ICT như một kênh riêng biệt của độ mở thương mại. Nghiên cứu này đóng góp vào tài liệu hiện có bằng cách kiểm tra một cách có hệ thống tác động của thương mại hàng hóa ICT đến cường độ năng lượng và tính bền vững môi trường ở các nền kinh tế châu Á có mức độ hội nhập thương mại hàng hóa ICT cao. Nghiên cứu áp dụng một loạt các kỹ thuật kinh tế lượng hiện đại, bao gồm kiểm định phụ thuộc chéo, tính không đồng nhất, nghiệm đơn vị, đồng liên kết và phương pháp ước lượng AMG, CCEMG trong dữ liệu bảng. Trong nghiên cứu này, thương mại hàng hóa ICT được đo lường bằng nhập khẩu hàng hóa ICT do vai trò then chốt của ICT nhập khẩu trong chuyển giao công nghệ và hiệu quả môi trường. Các nội dung tiếp theo được kết cấu như sau: (2) tổng quan nghiên cứu, (3) phương pháp nghiên cứu, (4) kết quả nghiên cứu, và (5) kết luận và khuyến nghị.

2. Tổng quan nghiên cứu

Phần này tập trung phân tích các nghiên cứu trước đây về tác động của thương mại hàng hóa ICT đối với cường độ năng lượng và chất lượng môi trường, xét theo mẫu nghiên cứu, giai đoạn nghiên cứu, phương pháp và kết quả.

Lý thuyết nền

Tác động của thương mại hàng hóa ICT đối với phát triển bền vững có thể được hiểu thông qua hai lý thuyết kinh tế quan trọng: (1)

“Lý thuyết thương mại quốc tế” (Gandolfo, 2014), nhấn mạnh những lợi ích của thương mại hàng hóa và dịch vụ, bao gồm cả những đóng góp cho phát triển bền vững (Xu et al, 2020); (2) “Lý thuyết khuếch tán đổi mới” (Rogers, 1962), cung cấp những hiểu biết sâu sắc về cách các công nghệ mới, chẳng hạn như công nghệ thông tin, được áp dụng và lan truyền trong xã hội và nền kinh tế. Lý thuyết này cung cấp một khuôn khổ có giá trị để hiểu tiềm năng của công nghệ thông tin trong việc thúc đẩy chuyển đổi kinh tế và xã hội khi được tích hợp hiệu quả (Khan et al, 2024).

Thương mại hàng hóa ICT và cường độ năng lượng

Trong bối cảnh toàn cầu hóa gắn với số hóa, thương mại hàng hóa ICT ngày càng trở nên quan trọng trong mối quan hệ giữa thương mại và môi trường. Thương mại hàng hóa ICT góp phần cải thiện môi trường thông qua nâng cao hiệu quả năng lượng và thúc đẩy phát triển bền vững. Gần đây, một số nghiên cứu đã chỉ ra tác động tích cực của hàng hóa ICT đối với hiệu quả năng lượng ở nhiều quốc gia. Thương mại hàng hóa ICT có thể giúp các quốc gia (Bangladesh, India, Pakistan, Sri Lanka, Nepal and Maldives) nâng cao hiệu quả trong lĩnh vực năng lượng bằng cách tạo điều kiện thuận lợi cho việc quản lý tài nguyên, năng lượng hiệu quả hơn (Murshed et al, 2020). Sử dụng mô hình cân bằng tổng thể động, nghiên cứu của Nejadi và Shah chỉ ra rằng tăng nhập khẩu hàng hóa ICT dẫn đến giảm cường độ năng lượng (Nejadi & Shah, 2023). Một nghiên cứu đã tìm thấy mối liên hệ giữa thương mại ICT với tính bền vững môi trường ở các nước đang phát triển thông qua phương pháp Panel ARDL-PMG (Manglani et al, 2025). Bằng chứng thực nghiệm cho thấy thương mại ICT đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện tính bền vững môi trường bằng cách thúc đẩy đổi mới xanh, sử dụng tài nguyên, năng lượng hiệu quả và giảm phát thải.

Ngoài ra, một số nghiên cứu tập trung vào tác động của thương mại hàng hóa ICT tại từng quốc gia cũng cho thấy ảnh hưởng tích cực của nó đến hiệu quả và chuyển đổi năng

lượng. Nghiên cứu xem xét tác động phi tuyến tính của mở cửa thương mại hàng hóa ICT đối với quá trình chuyển đổi năng lượng bền vững ở Bangladesh, sử dụng các kỹ thuật kinh tế lượng trên dữ liệu bảng (Riaz et al, 2025). Kết quả cho thấy mở cửa thương mại hàng hóa ICT ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả năng lượng và việc áp dụng các nguồn năng lượng bền vững. Nghiên cứu tại Hàn Quốc, đánh giá tác động của ICT đến cường độ sử dụng điện giai đoạn 1990-2020 bằng mô hình ARDL (Kim, 2024), cho thấy tăng xuất khẩu các sản phẩm ICT làm tăng cường độ sử dụng điện trong ngắn hạn, nhưng tác động này không đáng kể trong dài hạn.

Kết quả phân tích bằng phương pháp Mômen Tổng quát cho thấy hàng hóa ICT có tác động đa chiều đến hiệu quả năng lượng ở các nước đang phát triển giai đoạn 2007-2019 (Mirza et al, 2024). Khi việc áp dụng ICT tăng, tiêu thụ năng lượng cũng gia tăng, đồng thời làm tăng phát thải CO₂. Nghiên cứu cũng cho thấy tác động hạn chế của ICT đối với năng lượng tái tạo, chủ yếu do các rào cản về cơ sở hạ tầng ở các nước đang phát triển. Sau khi xem xét các tài liệu liên quan, các tác giả bài viết đề xuất giả thuyết sau:

Giả thuyết 1: Thương mại hàng hóa ICT góp phần giảm cường độ năng lượng

Thương mại hàng hóa ICT và tính bền vững môi trường

Sự hiện diện ngày càng tăng của hàng hóa ICT trong nền kinh tế được kỳ vọng sẽ ảnh hưởng tích cực đến các kết quả bền vững. Kết quả phân tích hội quy bảng (mô hình hội quy gộp, tác động cố định, tác động ngẫu nhiên, bình phương tối thiểu vững và các kiểm định mối quan hệ nhân quả) cho thấy thương mại hàng hóa ICT góp phần giảm lượng phát thải CO₂ tại mười quốc gia phát thải CO₂ hàng đầu từ năm 2000 đến năm 2016 (Azam et al, 2021). Trong giai đoạn 2000-2018, các mô hình đầu vào - đầu ra đa vùng được sử dụng để xác định mức độ và cách thức phân bổ không đồng đều lợi ích kinh tế và chi phí carbon trong thương mại hàng hóa ICT toàn cầu (Zhou et al, 2022). Kết quả cho thấy nhập khẩu ICT làm giảm lượng khí thải CO₂ và cải

thiện chất lượng môi trường. Sử dụng mô hình ARDL với dữ liệu 1987-2020 ở Trung Quốc, nghiên cứu cho thấy thương mại ICT ảnh hưởng tiêu cực đến lượng khí thải CO₂ trong ngắn hạn và dài hạn (Ma et al, 2022). Cũng áp dụng các mô hình bảng động không đồng nhất có xét đến sự phụ thuộc chéo, nghiên cứu đã kiểm tra tác động điều tiết của quy định và quản trị tốt đối với mối liên hệ giữa thương mại ICT và ô nhiễm ở 31 quốc gia châu Phi từ năm 2000 đến năm 2020 (Evans & Mesagan, 2022). Khi không điều chỉnh cho sự phụ thuộc chéo, thương mại ICT dẫn đến gia tăng ô nhiễm trong cả ngắn hạn và dài hạn. Tuy nhiên, sau khi điều chỉnh phụ thuộc chéo, thương mại ICT làm giảm ô nhiễm đáng kể. Sử dụng dữ liệu hàng năm giai đoạn 2000-2021 và mô hình ARDL, nghiên cứu cho thấy mở cửa thương mại hàng hóa ICT tác động tích cực đến chất lượng môi trường thông qua giảm lượng khí thải CO₂, đồng thời thúc đẩy chuyển đổi năng lượng bằng cách tăng tiêu thụ năng lượng tái tạo và giảm cường độ năng lượng (Wang & He, 2023).

Việc ứng dụng ICT ngày càng tăng được chứng minh cải thiện chất lượng môi trường. Tuy nhiên, ICT có mối tương quan cao với việc giảm giá các dịch vụ và sản phẩm khác, từ đó thúc đẩy công nghiệp hóa và các hoạt động kinh tế khác. Vì vậy, thúc đẩy ICT thông qua thương mại cũng có thể làm tăng tiêu thụ năng lượng và lượng khí thải, khiến tác động tích cực của ICT đối với môi trường có thể chỉ là tạm thời do liên quan đến tiêu thụ năng lượng cao hơn, hệ thống tài chính phát triển hơn và sản lượng công nghiệp lớn hơn (Avom et al, 2020). Nhập khẩu hàng hóa ICT có ảnh hưởng tiêu cực đáng kể đến phát triển kinh tế bền vững tại 32 quốc gia thuộc khu vực châu Phi cận Sahara từ năm 2000 đến năm 2020 (Rakotondrazaka & Xu, 2024). Do đó, nghiên cứu nhấn mạnh vai trò then chốt của thể chế trong việc giảm thiểu tác động tiêu cực của nhập khẩu hàng hóa ICT. Bằng chứng gần đây cho thấy cán cân thương mại hàng hóa ICT ảnh hưởng đáng kể đến phát thải carbon. Cụ thể, xuất khẩu hàng hóa ICT làm tăng lượng khí thải carbon tại các nước

BRICS giai đoạn 2000-2022 (Irfan et al, 2025). Nghiên cứu tại Việt Nam sử dụng dữ liệu quý giai đoạn 2000-2020 của Xuan & Hung (2023) cho thấy mối quan hệ giữa ICT và CO₂ là đa chiều tùy theo mức ICT trong các phần vị khác nhau. Dựa trên phân tích các nghiên cứu trước đây, các tác giả đề xuất giả thuyết sau:

Giả thuyết 2: Chất lượng môi trường được cải thiện nhờ sự phát triển của thương mại hàng hóa ICT

Tóm lại, trên phạm vi quốc tế, thương mại hàng hóa ICT mang nhiều tiềm năng cho phát triển bền vững. Điều quan trọng là hiệu các tác động không đồng nhất giữa các quốc gia có trình độ kinh tế khác nhau. Mặc dù nhiều nghiên cứu đã xem xét tác động của ICT, nhưng tác động của tự do hóa thương mại, thể hiện qua dòng chảy hàng hóa ICT xuyên biên giới đến hiệu quả năng lượng và chất lượng môi trường ở các nền kinh tế có mức độ hội nhập thương mại ICT cao vẫn chưa được ghi nhận trong các tài liệu khoa học. Hơn nữa, nhiều quốc gia châu Á hiện giữ vai trò then chốt trong chuỗi giá trị toàn cầu của hàng hóa ICT, với mức độ tham gia ngày càng sâu vào thương mại quốc tế. Tuy nhiên, ở khu vực này, tiêu thụ năng lượng và phát thải CO₂ cũng ngày càng gia tăng do quá trình công nghiệp hóa, đô thị hóa và số hóa diễn ra mạnh mẽ. Trong bối cảnh đó, việc phân tích tác động của thương mại hàng hóa ICT đến cường độ năng lượng và phát thải CO₂ tại các quốc gia châu Á có mức độ hội nhập thương mại hàng hóa ICT cao là cần thiết. Nghiên cứu này đóng góp vào tài liệu hiện có theo ba hướng chính: (i) tập trung phân tích tác động của nhập khẩu hàng hóa ICT đối với phát thải CO₂ và cường độ năng lượng tại các quốc gia châu Á có mức độ mở thương mại cao, một nhóm quốc gia còn ít được nghiên cứu trong các nghiên cứu thực nghiệm trước đây. Cách tiếp cận này cho phép làm rõ vai trò môi trường của thương mại hàng hóa ICT trong bối cảnh hội nhập và số hóa mạnh mẽ tại khu vực châu Á; (ii) đồng thời xem xét cả phát thải CO₂ và cường độ năng lượng, qua đó cung cấp cái nhìn toàn diện hơn về kênh tác

động của nhập khẩu ICT đến tính bền vững môi trường; áp dụng các kỹ thuật ước lượng bảng thể hệ thứ hai như AMG và CCEMG, cho phép kiểm soát đồng thời phụ thuộc chéo và tính không đồng nhất giữa các quốc gia, từ đó nâng cao độ tin cậy và tính vững của các kết quả thực nghiệm.

3. Phương pháp nghiên cứu

Mô hình nghiên cứu và nguồn dữ liệu

Bài báo điều chỉnh các mô hình kinh tế lượng được sử dụng bởi (Murshed, 2020); (Wang & He, 2023) (Rakotondrazaka & Xu, 2024); (Manglani et al, 2025). Các tác giả viết xây dựng mô hình nghiên cứu như sau:

Mô hình 1: $\ln CO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 \ln ICTIM_{it} + \beta_2 \ln GDP_{it} + \beta_3 \ln RE_{it} + \beta_4 \ln KOF_{it} + a_i + e_{it}$ (1)

Mô hình 2: $\ln EI_{2it} = \beta_0 + \beta_1 \ln ICTIM_{it} + \beta_2 \ln GDP_{it} + \beta_3 \ln RE_{it} + \beta_4 \ln KOF_{it} + a_i + e_{it}$ (2)

Trong đó, CO₂, EI, ICTIM, GDP, RE, KOF lần lượt là lượng phát thải CO₂ bình quân đầu người, cường độ năng lượng, nhập khẩu hàng hóa ICT, GDP bình quân đầu người, mức tiêu thụ năng lượng tái tạo bình quân đầu người, chỉ số toàn cầu hóa. Ngoài ra, a_i đại diện cho các yếu tố không quan sát được và không đổi theo thời gian.

Nhập khẩu hàng hóa công nghệ thông tin và truyền thông (ICT) bao gồm máy tính và thiết bị ngoại vi, thiết bị truyền thông, thiết bị điện tử tiêu dùng, linh kiện điện tử và các loại hàng hóa công nghệ thông tin khác. Nhập khẩu hàng hóa ICT được sử dụng như một biến đại diện cho thương mại ICT, vì nó phản ánh mức độ tiếp cận công nghệ ICT thông qua thương mại quốc tế và đóng vai trò quan trọng trong quá trình lan tỏa công nghệ, chuyển đổi sản xuất, cải thiện hiệu quả năng lượng và thực hiện mục tiêu phát triển bền vững. Tỷ lệ nhập khẩu hàng hóa ICT so với tổng nhập khẩu hàng hóa là một chỉ số đại diện cho ICTIM như (Azam et al, 2021); (Wang & He, 2023); (Rakotondrazaka & Xu, 2024). Lượng khí thải CO₂ là một chỉ số đại diện cho chất lượng môi trường như (Murshed, 2020); (Wang & He, 2023); (Manglani et al, 2025). EI là cường độ năng lượng, được biểu thị bằng khối lượng năng lượng được sử dụng để sản xuất một đơn vị

GDP như (Murshed, 2020). Biến số này thể hiện hiệu quả sử dụng năng lượng, trong đó giá trị EI càng thấp thì hiệu quả sử dụng năng lượng càng cao và ngược lại. Biến GDP là GDP bình quân đầu người, thể hiện sự phát triển của một quốc gia, được đưa vào mô hình như (Murshed, 2020); (Wang & He, 2023). Biến RE và KOF cũng được đưa vào phương trình như là các biến kiểm soát như (Murshed, 2020); (Bilal et al, 2022). Để giảm thiểu sai lệch ước tính tiềm tàng phát sinh từ sự khác biệt đáng kể giữa các quốc gia, nghiên cứu này đã áp dụng phép biến đổi logarit cho các biến trong mô hình.

Nghiên cứu đã chọn 09 quốc gia (bao gồm Trung Quốc, Nhật Bản, Hàn Quốc, Singapore, Philippines, Malaysia, Israel, Thái Lan và Việt Nam) trong số các quốc gia có mức độ hội nhập hàng hóa ICT cao ở Châu Á và thu thập dữ liệu từ năm 2000 đến năm 2022. Dữ liệu biến CO₂ (tấn/người/năm), RE (kWh/người/năm) được thu thập từ nguồn OWID (Our World in Data); EI (kWh/ USD) được thu thập từ nguồn OWID và WDI (World Development Indicators); Toàn cầu hóa được đo bằng chỉ số KOF (thang điểm 0-100) và dữ liệu được thu thập từ trang web chính thức của KOF (<https://kof.ethz.ch>); ICTIM (% tổng kim ngạch nhập khẩu hàng hóa), GDP (constant 2015 US\$) được thu thập từ WDI.

Phương pháp ước lượng

Nghiên cứu trước hết kiểm tra sự phụ thuộc chéo và tính không đồng nhất của dữ liệu bảng nhằm đảm bảo độ tin cậy của các kiểm định tiếp theo, đặc biệt trong bối cảnh các quốc gia có liên kết khu vực và quốc tế (Wang et al., 2021). Phụ thuộc chéo được kiểm định bằng các phương pháp Breusch-Pagan LM, Pesaran scaled LM, Bias-corrected scaled LM và Pesaran CD, trong khi tính không đồng nhất hệ số được kiểm tra theo Blomquist và Westerlund (2013) với ước lượng HAC.

Trong bước thứ hai, nghiên cứu sử dụng kiểm định nghiệm đơn vị thể hệ thứ hai CIPS và CADF do (Pesaran, 2007) đề xuất. Kiểm định CIPS thích ứng với tính không đồng nhất

giữa các quốc gia, trong khi kiểm định CADF giải quyết vấn đề phụ thuộc chéo, tăng cường tính mạnh mẽ.

Ở bước thứ ba, nghiên cứu áp dụng kiểm định đồng liên kết Westerlund (2007) có tính đến sự phụ thuộc chéo, sử dụng phiên bản robust nhằm đảm bảo độ tin cậy của kết quả.

Ở bước cuối cùng, nghiên cứu ước lượng các hệ số dài hạn bằng phương pháp AMG, vốn phù hợp để xử lý phụ thuộc chéo và tính không đồng nhất trong dữ liệu bảng (Liddle, 2018). Đồng thời, ước lượng CCEMG theo Pesaran (2006) được áp dụng nhằm kiểm tra độ vững của kết quả nghiên cứu.

4. Kết quả nghiên cứu

Thông kê mô tả

Bảng 1 hiển thị thống kê mô tả, những thống kê này phản ánh một phần bối cảnh kinh tế, xã hội và môi trường giai đoạn 2000-2022 của các quốc gia có mức độ hội nhập ICT cao ở Châu Á. Với thông tin về dữ liệu ở bảng 1 cho thấy các biến trong nghiên cứu có mức độ phân tán vừa phải. Các giá trị về độ lệch và độ nhọn cho thấy dữ liệu không hoàn toàn tuân theo phân phối chuẩn, tuy nhiên điều này là phổ biến trong các bộ dữ liệu bảng với nhiều quốc gia và không ảnh hưởng đến tính hợp lệ của các phương pháp ước lượng được sử dụng trong nghiên cứu.

Hàn Quốc và Malaysia có mức phát thải CO₂ cao do phụ thuộc lớn vào năng lượng hóa thạch. Philippines, Việt Nam và Trung Quốc ghi nhận phát thải CO₂ gia tăng chủ yếu do công nghiệp hóa và sản xuất điện dựa nhiều vào than đá, trong đó Trung Quốc chịu tác động mạnh từ quy mô kinh tế lớn và vai trò trung tâm sản xuất toàn cầu. Từ dữ liệu của các quốc gia cho thấy các nền kinh tế có trình độ công nghệ và cơ cấu dịch vụ cao như Nhật Bản, Hàn Quốc, Israel có cường độ năng lượng thấp hơn đáng kể so với các quốc gia mới nổi như Trung Quốc, Malaysia, Thái Lan và Việt Nam, phản ánh mức hiệu quả năng lượng cao hơn. Singapore, Malaysia và Philippines là những nền kinh tế có mức độ thương mại hàng hóa ICT cao, phản ánh mức độ hội nhập sâu vào chuỗi giá trị ICT toàn cầu thông qua xuất khẩu, nhập khẩu các sản phẩm ICT.

Bảng 1: Thống kê mô tả

	lnCO2	lnEI	lnICTIM	LnGDP	LnRE	lnKOF
Giá trị trung bình	1,599341	0,830330	-1,737232	6,616053	9,277329	4,245816
Giá trị trung vị	1,971352	0,981548	-1,658103	6,533910	9,190000	4,265406
Giá trị lớn nhất	2,563217	1,522488	-0,663977	8,457499	11,13048	4,432987
Giá trị nhỏ nhất	-0,358015	-0,232031	-3,226404	2,177674	7,100189	3,788363
Độ lệch chuẩn	0,840853	0,477807	0,519515	1,114831	1,158790	0,129379
Độ lệch	-1,002800	-0,487273	-0,295543	-1,153369	-0,130175	-1,004150
Độ nhọn	2,675423	1,935559	2,784366	5,343940	1,581998	4,378939
Số quan sát	207	207	207	207	207	207

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu)

Kiểm định phụ thuộc chéo và tính không đồng nhất

Ý nghĩa thống kê của các kiểm định (Bảng 2) khẳng định sự hiện diện của CSD trong chuỗi dữ liệu bảng. Những kết quả này cho thấy sự thay đổi của một biến giải thích tại một trong chín quốc gia có mức độ hội nhập ICT cao ở Châu Á có thể lan tỏa và ảnh hưởng đến giá trị của cùng biến đó tại ít nhất một quốc gia khác trong mẫu nghiên cứu. Do đó, việc không xem xét hiện tượng phụ thuộc chéo trong dữ liệu bảng có thể dẫn đến các ước lượng sai lệch về tính ổn định, cũng như

đặc tính đồng liên kết của các biến. Chính vì vậy, các tác giả bài viết lựa chọn áp dụng các kiểm định nghiệm đơn vị và đồng liên kết có khả năng xử lý hiệu quả phụ thuộc chéo, nhằm đảm bảo tính vững và độ tin cậy của kết quả thực nghiệm.

Kết quả kiểm định tính không đồng nhất về các hệ số (Bảng 3) cho thấy các hệ số trong phương trình đồng tích hợp không đồng nhất giữa các đơn vị, với giả thuyết đồng nhất bị bác bỏ ở mức 1%. Điều này cho thấy mô hình cần sử dụng phương pháp tính đến sự không đồng nhất về các hệ số.

Bảng 2: Kiểm định phụ thuộc chéo

Kiểm định	lnCO ₂	lnEI	lnICTIM	lnGDP	lnRE	lnKOF
Breusch-Pagan LM	444,6502 (0,000)	529,4031 (0,000)	259,4155 (0,000)	780,1538 (0,000)	543,2486 (0,000)	571,9207 (0,000)
Pesaran scaled LM	48,15989 (0,000)	58,14812 (0,000)	26,32977 (0,000)	87,69937 (0,000)	59,77982 (0,000)	63,15886 (0,000)
Bias-corrected scaled LM	47,95535 (0,000)	57,94357 (0,000)	26,12523 (0,000)	87,49482 (0,000)	59,57527 (0,000)	62,95432 (0,000)
Pesaran CD	2,205339 (0,0274)	12,38026 (0,000)	8,700519 (0,0000)	27,92093 (0,0000)	19,58624 (0,0000)	23,69030 (0,000)

Chú thích: Giá trị trong ngoặc đơn là p-value

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu phân tích)

Bảng 3: Kiểm định tính không đồng nhất

Mô hình 1			Mô hình 2		
	Giá trị	p-value		Giá trị	p-value
Delta	4,960	0,000	Delta	10,001	0,000
Delta điều chỉnh	5,769	0,000	Delta điều chỉnh	11,632	0,000

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu)

Kiểm định nghiệm đơn vị

Kết quả kiểm định nghiệm đơn vị bằng CIPS và CADF (Bảng 4) cho thấy biến phụ thuộc và các biến giải thích đều là chuỗi tích hợp bậc một, do đó được coi là chuỗi I(1) để đảm bảo tính phù hợp trong các bước ước lượng, đặc biệt khi kiểm định mối quan hệ đồng liên kết.

kết quả trên cho thấy tồn tại mối quan hệ đồng liên kết dài hạn giữa các biến trong cả hai mô hình, điều này cho phép tiếp tục ước lượng mối quan hệ dài hạn bằng các phương pháp thích hợp như AMG, CCEMG.

Kiểm định AMG, CCEMG

Kiểm định mô hình AMG để đánh giá tác động của các yếu tố đến phát thải khí CO₂,

Bảng 4: Kiểm định nghiệm đơn vị

Biến	CIPS		CADF	
	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
lnCO2	-1,811	-3,845***	-1,739	-3,248***
lnEI	-2,198	-4,103 ***	-2,158	-3,326***
lnICTIM	-2,318	-4,111***	-2,455	-4,295***
lnGDP	-2,042	-3,474 ***	-1,859	-2,824***
lnRE	-2,016	-4,926***	-1,921	-4,067***
lnKOF	-2,125	-3,988***	-2,151	-3,032***

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu)

Chú thích: ***, ** và * biểu thị ý nghĩa thống kê ở mức 1%, 5% và 10% tương ứng

Kiểm định đồng liên kết

Bảng 5: Kiểm định đồng liên kết

Thông kê	Mô hình 1				Mô hình 2			
	Giá trị	Z-value	P-value	Robust P-value	Giá trị	Z-value	P-value	Robust P-value
Gt	-2,515	-1,563	0,059	0,000	-2,867	-2,592	0,005	0,157
Ga	-3,994	2,482	0,994	0,633	-2,219	3,232	0,999	0,137
Pt	-3,813	0,818	0,793	0,668	-4,871	-0,016	0,494	0,000
Pa	-5,706	0,167	0,567	0,100	-5,329	0,322	0,626	0,020

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu)

Kết quả Bảng 5 cho thấy, ở mô hình 1, thống kê Gt bác bỏ giả thuyết không ở mức ý nghĩa 1%, trong khi thống kê Pt chỉ bác bỏ giả thuyết không ở mức 10%. Điều này hàm ý sự tồn tại của mối quan hệ đồng tích hợp trong dài hạn, tuy nhiên mối quan hệ này không đồng nhất giữa các quốc gia trong mẫu nghiên cứu. Còn ở mô hình 2, kết quả kiểm định đồng tích hợp cho thấy cả thống kê Gt và Pt đều bác bỏ giả thuyết không ở mức ý nghĩa 1% và 5%. Điều này cung cấp bằng chứng vững chắc về sự tồn tại của mối quan hệ đồng liên kết trong dài hạn giữa các biến nghiên cứu trên toàn bộ dữ liệu bảng. Như vậy, các

cường độ năng lượng (EI), còn kiểm định mô hình CCEMG được sử dụng để kiểm tra độ vững chắc, cho phép đánh giá tính nhất quán của kiểm định chính.

Kết quả Bảng 6 cho thấy:

Đối với Mô hình 1, kết quả từ mô hình AMG cho thấy nhập khẩu hàng hóa ICT có tác động âm và có ý nghĩa thống kê đến phát thải CO₂. Cụ thể, khi nhập khẩu hàng hóa ICT tăng 1%, phát thải CO₂ giảm khoảng 0,035%. Kết quả này vẫn được duy trì khi sử dụng ước lượng CCEMG, cho thấy tính vững của mối quan hệ giữa nhập khẩu hàng hóa ICT và phát thải CO₂. Kết quả này phù hợp

Bảng 6: Kiểm định AMG, CCEMG

Biến	Mô hình 1 (biến phụ thuộc CO ₂)				Mô hình 2 (biến phụ thuộc EI)			
	AMG		CCEMG		AMG		CCEMG	
	Hệ số	p-value	Hệ số	p-value	Hệ số	p-value	Hệ số	p-value
lnICTIM	-0,0350676	0,042	-0,0692926	0,012	-0,0629659	0,000	-0,0730396	0,004
lnGDP	1,1638310	0,000	1,1982700	0,005	-0,3766349	0,014	-0,3639318	0,019
lnRE	-0,1101122	0,071	-0,0858571	0,058	-0,0198477	0,502	-0,0211875	0,277
lnKOF	1,1890210	0,006	1,2616690	0,002	0,8464901	0,106	0,8494674	0,003
Hằng số	-1,4442770	0,000	1,2018810	0,623	0,2430886	0,858	1,4171290	0,495
RMSE	0,0314		0,0243		0,0282		0,0181	
Số quan sát	207		207		207		207	

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu)

và có sự tương đồng với một số nghiên cứu trước như (Azam et al, 2021); (Zhou et al, 2022) (Wang & He, 2023) (Evans & Mesagan, 2022), khẳng định vai trò tích cực của ICT trong việc giảm phát thải CO₂.

Đối với Mô hình 2, kết quả từ mô hình AMG cho thấy nhập khẩu hàng hóa ICT có tác động âm và có ý nghĩa thống kê đến cường độ năng lượng. Cụ thể, khi nhập khẩu hàng hóa ICT tăng 1%, cường độ năng lượng giảm khoảng 0,063%. Kết quả này vẫn được duy trì khi sử dụng ước lượng CCEMG, cho thấy tính vững của mối quan hệ giữa nhập khẩu hàng hóa ICT và cường độ năng lượng, hàm ý rằng việc gia tăng nhập khẩu hàng hóa ICT góp phần làm giảm lượng năng lượng tiêu thụ trên mỗi đơn vị GDP. Kết quả này có sự đồng thuận với kết quả của các nghiên cứu trước (như (Nejati & Shah, 2023); (Manglani et al, 2025); (Riaz et al, 2025) đã khẳng định thương mại hàng hóa ICT giúp giảm cường độ năng lượng hay tăng hiệu quả năng lượng. Kết quả này cũng nhất quán với tác động âm của ICT lên phát thải CO₂, cho thấy việc cải thiện hiệu quả năng lượng là một trong những cơ chế quan trọng thông qua đó thương mại ICT góp phần cải thiện chất lượng môi trường.

Như vậy, nhập khẩu hàng hóa ICT góp phần làm giảm cường độ năng lượng và phát thải CO₂ thông qua lan tỏa công nghệ, thúc đẩy áp dụng các công nghệ tiết kiệm năng lượng, ứng dụng các thiết bị và giải pháp số

hóa hiện đại. Tuy nhiên, lợi ích môi trường này có thể bị hạn chế nếu việc mở rộng ICT làm gia tăng nhu cầu năng lượng trong bối cảnh cơ cấu năng lượng còn phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch.

Ở mô hình 1, GDP có tác động dương đến phát thải khí CO₂, phản ánh hiệu ứng quy mô khi tăng trưởng kinh tế đi kèm với sự gia tăng hoạt động sản xuất và tiêu thụ năng lượng. Tuy nhiên, ở mô hình 2, GDP lại có tác động âm đến cường độ năng lượng, cho thấy khi quy mô nền kinh tế mở rộng, lượng năng lượng tiêu thụ trên mỗi đơn vị GDP có xu hướng giảm. Điều này hàm ý rằng tăng trưởng kinh tế tại các quốc gia nghiên cứu gắn liền với sự cải thiện về hiệu quả sử dụng năng lượng, mặc dù tổng mức phát thải vẫn tăng do quy mô hoạt động kinh tế lớn hơn. Kết quả này nhất quán với các phân tích trước cho thấy nhập khẩu ICT góp phần làm giảm cả cường độ năng lượng và phát thải CO₂ thông qua kênh lan tỏa công nghệ và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng. Tuy nhiên, tác động dương của GDP lên phát thải phản ánh hiệu ứng quy mô của tăng trưởng kinh tế, cho thấy mặc dù hiệu quả năng lượng được cải thiện, sự mở rộng nhanh của hoạt động kinh tế vẫn dẫn đến gia tăng phát thải. Nói cách khác, sự phát triển của nhập khẩu ICT góp phần nâng cao chất lượng môi trường gắn với tăng trưởng kinh tế, nhưng chưa đủ mạnh để tự nó bù đắp hoàn toàn tác động gia tăng phát

thải xuất phát từ việc mở rộng quy mô hoạt động kinh tế. Do đó, vai trò tích cực của nhập khẩu ICT trong giảm phát thải chỉ có thể được phát huy đầy đủ khi đi kèm với chuyển dịch cơ cấu năng lượng theo hướng sạch hơn.

Tiêu thụ năng lượng tái tạo có tác động âm đến phát thải CO₂ ở mức ý nghĩa 10%, cho thấy vai trò nhất định của năng lượng tái tạo trong việc cải thiện chất lượng môi trường. Tuy nhiên, biến này không có ý nghĩa thống kê đối với cường độ năng lượng, hàm ý rằng việc gia tăng tỷ trọng năng lượng tái tạo chủ yếu ảnh hưởng đến cơ cấu nguồn năng lượng hơn là làm thay đổi lượng năng lượng tiêu thụ trên mỗi đơn vị GDP. Điều này cho thấy năng lượng tái tạo giúp giảm phát thải CO₂ thông qua thay đổi cơ cấu năng lượng, nhưng chưa cho thấy vai trò rõ ràng trong việc cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng.

Toàn cầu hóa có tác động dương và có ý nghĩa thống kê đến cả phát thải khí CO₂ và cường độ năng lượng. Điều này cho thấy quá trình hội nhập quốc tế có thể đi kèm với sự gia tăng tiêu thụ năng lượng trên mỗi đơn vị GDP và mức phát thải cao hơn, đặc biệt trong bối cảnh các quốc gia châu Á vẫn phụ thuộc đáng kể vào các ngành sản xuất thâm dụng năng lượng và nhiên liệu hóa thạch. Kết quả này đối lập với vai trò tích cực của nhập khẩu hàng hóa ICT, điều này cũng phản ánh không phải mọi hình thức hội nhập đều mang lại lợi ích môi trường và tác động của toàn cầu hóa phụ thuộc vào cơ cấu thương mại và mức độ hấp thụ công nghệ của từng quốc gia.

5. Kết luận và hàm ý chính sách

Bài viết nghiên cứu về tác động của thương mại hàng hóa ICT cho 09 quốc gia có mức độ hội nhập thương mại hàng hóa ICT cao thuộc khu vực châu Á, giai đoạn 2000-2022. Kết quả cho thấy nhập khẩu thương mại hàng hóa ICT tác động âm có ý nghĩa thống kê đến phát thải khí CO₂ và cường độ năng lượng. Trong khi đó, tiêu thụ năng lượng tái tạo cũng có tác động tích cực và có ý nghĩa thống kê đến chất lượng môi trường, nhưng lại không có ý nghĩa đối với hiệu quả năng lượng. GDP được tìm thấy có tác động

có ý nghĩa thống kê đến cả CO₂ và cường độ năng lượng, tuy nhiên dấu ở hai tác động là ngược nhau. Kết quả này phần nào phản ánh hiệu ứng hiệu quả năng lượng chưa đủ mạnh để bù đắp cho hiệu ứng quy mô tại các quốc gia châu Á có mức độ hội nhập thương mại hàng hóa ICT cao. Toàn cầu hóa được tìm thấy có tác động dương và có ý nghĩa thống kê đến phát thải CO₂ và cường độ năng lượng. Việc kiểm tra tính vững chắc của kết quả nghiên cứu đã tạo ra các kết quả tương tự và khẳng định thêm một lần nữa về mức độ tin cậy của kết quả ở mô hình chính.

Kết quả thực nghiệm cho thấy nhập khẩu ICT có tác động làm giảm phát thải khí CO₂ và cường độ năng lượng, do đó, các quốc gia có mức độ thương mại hàng hóa ICT cao cần tiếp tục khuyến khích nhập khẩu và ứng dụng ICT xanh, hiện đại. Bởi vì nhập khẩu hàng hóa ICT xanh trực tiếp làm giảm cường độ năng lượng và phát thải CO₂. Đồng thời, ICT hiện đại gián tiếp góp phần kiểm soát tác động gia tăng CO₂ của tăng trưởng GDP thông qua việc nâng cao hiệu quả sản xuất, quản lý năng lượng và tối ưu hóa quy trình kinh tế. Chính vì vậy, các quốc gia cần triển khai các chính sách ưu đãi thuế và hỗ trợ tài chính nhằm khuyến khích doanh nghiệp nhập khẩu và ứng dụng ICT tiết kiệm năng lượng, nâng cao hiệu quả sản xuất và quản lý năng lượng. Thêm vào đó, năng lượng tái tạo có tác động làm giảm CO₂, các quốc gia cần thúc đẩy nhập khẩu công nghệ năng lượng tái tạo hiện đại, đồng thời kết hợp với ICT để nâng cao hiệu quả vận hành và quản lý hệ thống năng lượng. Mặc dù năng lượng tái tạo không cho thấy tác động có ý nghĩa thống kê đến cường độ năng lượng, kết quả này phản ánh những hạn chế trong quy mô và khả năng tích hợp của năng lượng tái tạo vào hệ thống năng lượng hiện tại. Do đó, chính sách nên tập trung vào nâng cao hiệu quả sử dụng và tích hợp năng lượng tái tạo, thay vì chỉ mở rộng công suất lắp đặt điện gió, điện mặt trời, thủy điện.

Đối với Việt Nam, quốc gia có độ mở kinh tế cao và tốc độ số hóa nhanh, ngoài những chính sách đã được đề xuất, chính sách của Việt Nam cần chú trọng xây dựng các tiêu chuẩn xanh đối với hàng hóa ICT nhập khẩu và thúc đẩy ứng dụng ICT trong theo dõi tiêu dùng năng lượng và quản lý chuỗi cung ứng để nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng và hướng tới giảm phát thải CO₂. Đồng thời, việc phát triển hạ tầng số, đặc biệt là các trung tâm dữ liệu, cần gắn với các tiêu chí hiệu quả năng lượng và phát thải thấp nhằm hạn chế các áp lực môi trường phát sinh từ quá trình số hóa.

Tăng GDP làm gia tăng CO₂, đồng thời làm giảm cường độ năng lượng, cho thấy quá trình tăng trưởng tại các quốc gia nghiên cứu đã đi kèm với cải thiện hiệu quả năng lượng, nhưng chưa đạt được sự tách rời hoàn toàn giữa tăng trưởng GDP và phát thải CO₂. Do đó, một mặt các quốc gia cần tiếp tục thúc đẩy nhập khẩu và ứng dụng ICT hiện đại, cũng như các công nghệ tiết kiệm năng lượng, để duy trì xu hướng giảm cường độ năng lượng trong dài hạn. Mặt khác, để kiểm soát xu hướng gia tăng CO₂, các chính sách cần được bổ trợ bằng mở rộng năng lượng tái tạo, áp dụng các tiêu chuẩn phát thải nghiêm ngặt hơn. Hơn nữa, các quốc gia cần chuyển dịch mô hình tăng trưởng theo chiều sâu, tăng trưởng xanh, trong đó tập trung vào đổi mới công nghệ, nâng cao hiệu quả năng lượng và tái cơ cấu các ngành kinh tế thâm dụng năng lượng, nhằm hạn chế tác động gia tăng phát thải từ tăng trưởng GDP.

Toàn cầu hóa làm gia tăng cường độ năng lượng và phát thải CO₂, cho thấy hội nhập kinh tế có thể đi kèm với mở rộng sản xuất và thương mại trong các ngành sử dụng nhiều năng lượng. Do đó, xanh hóa quá trình toàn cầu hóa, thông qua tiêu chuẩn năng lượng cao hơn, kiểm soát công nghệ nhập khẩu và khuyến khích doanh nghiệp tham gia chuỗi giá trị toàn cầu theo hướng tiết kiệm năng

lượng là yêu cầu cần đặt ra với các quốc gia trong nghiên cứu này.

Mặc dù cung cấp các bằng chứng thực nghiệm quan trọng, nghiên cứu này vẫn tồn tại một số hạn chế như sử dụng dữ liệu ở cấp độ quốc gia, do đó chưa phản ánh được sự khác biệt về tác động của nhập khẩu hàng hóa ICT ở cấp ngành; biến nhập khẩu hàng hóa ICT được đo lường ở dạng tổng hợp, chưa phân biệt giữa các nhóm công nghệ ICT khác nhau; (iii) chỉ tập trung vào nhập khẩu hàng hóa ICT, trong khi xuất khẩu hàng hóa ICT cũng là một câu phần quan trọng của thương mại ICT và có thể có tác động khác biệt đến phát thải CO₂ và cường độ năng lượng; phạm vi nghiên cứu tập trung vào các quốc gia châu Á, vì vậy kết quả có thể chưa hoàn toàn khái quát cho các khu vực khác. ♦

Tài liệu tham khảo:

- Azam, A., Rafiq, M., Shafique, M., Yuan, J. (2021). An empirical analysis of the non-linear effects of natural gas, nuclear energy, renewable energy and ICT-Trade in leading CO₂ emitter countries: Policy towards CO₂ mitigation and economic sustainability. *Journal of Environmental Management*, 286, 112232. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112232>.
- Avom, D., Nkengfack, H., Fotio, H. K., & Totouom, A. (2020). ICT and environmental quality in Sub-Saharan Africa: Effects and transmission channels. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 120028. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120028>.
- Bilal, A., Li, X., Zhu, N., Sharma, R., & Jahanger, A. (2022). Green technology innovation, globalization, and CO₂ emissions: Recent insights from the OBOR economies. *Sustainability*, 14(1), 236. <https://doi.org/10.3390/su14010236>.
- Blomquist, J., & Westerlund, J. (2013). Testing slope homogeneity in large panels with serial correlation. *Economics Letters*,

121(3), 374-378. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.09.003>.

Evans, O., & Mesagan, E. P. (2022). ICT-trade and pollution in Africa: Do governance and regulation matter? *Journal of Policy Modeling*, 44 (3), 511-531. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2022.06.003>.

Gandolfo, G. (2014). *International trade theory and policy*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-37314-5>.

Irfan, M., Quddus, A., Shahzad, F., & Wang, Y. (2025). Do ICT trade balances and natural resources foster carbon emissions? The role of government effectiveness and green technology innovation. *Structural Change and Economic Dynamics*, 72, 320-329. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2024.12.007>.

Khan, S., Ullah, S., Nobanee, H. (2024). ICT diffusion, E-governance, and sustainability in the digital era. *Sustainable Futures*, 8, 100272. <http://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100272>.

Kim, S. (2024). The Effect of Information and Communication Technology on Electricity Intensity in Korea. *Energies*, 17(8), 1906. <https://doi.org/10.3390/en17081906>.

Liddle, B. (2018). Consumption-based accounting and the trade-carbon emissions nexus. *Energy Economics*, 69, 71-78. <http://doi:10.1016/j.eneco.2017.11.004>.

Manglani, H., Kumar, M. & Sharma, A. (2025). Harnessing digital and ICT trade for environmental sustainability in emerging economies. *Discover Sustainability*, 6, 1153 (2025). doi.org/10.1007/s43621-025-02029-4.

Ma, Q., Tariq, M., Mahmood, H., Khan, Z. (2022). The nexus between digital economy and carbon dioxide emissions in China: The moderating role of investments in research and development. *Technology in Society*, 68, 101910. <http://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101910>.

Mirza, F. M., Mushtaq, I., Qurat-ul-Ann, A.-R., & Waheed, T. (2024).

The impact of ICT usage on energy consumption efficiency and environmental sustainability in developing countries: An empirical analysis. *Pakistan Journal of Humanities and Social Sciences*, 12(2), 1316-1326. <https://doi.org/10.52131/pjhss.2024.v12i2.2219>.

Murshed, M., Chadni, M. H. & Ferdaus, J. (2020). Does ICT trade facilitate renewable energy transition and environmental sustainability? Evidence from Bangladesh, India, Pakistan, Sri Lanka, Nepal and Maldives. *Energy, Ecology and Environment*, 5, 470-495 (2020). <https://doi.org/10.1007/s40974-020-00190-2>.

Nejati, M., & Shah, M. I. (2023). How does ICT trade shape environmental impacts across the north-south regions? Intra-regional and Inter-regional perspective from dynamic CGE model. *Technological Forecasting and Social Change*, 186, Part B, 122168. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122168>.

Pesaran, M. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74(4), 967-1012. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2006.00692.x>.

Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22 (2), 265-312. <http://doi:10.1002/jae.951>.

Rakotondrazaka, T. H. & Xu, L. (2024). Does Import of Information and Communications Technology (ICT) Goods Foster Sustainable Economic Development in Sub-Saharan Africa? The Role of Governance Quality. *Cureus Journal of Business and Economics*, 1. <https://doi.org/10.7759/s44404-024-00752-1>.

Riaz, M. H., Islam, S., Ahmed, Z., Khan, M., Roshid, M. M., Dhar, B. K., & Uddin, M. S. (2025). Nonlinear effects of ICT-trade openness on sustainable energy transition in

- Bangladesh. *Energy Policy*, 206, 114784. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2025.114784>.
- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations* (1st ed.). The Free Press, New York.
- Wang, P., Li, H., & Huang, Z. (2024). Low-carbon economic resilience: The inequality embodied in inter-regional trade. *Cities*, 144, 104646. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104646>.
- Wang, S., & He, Y. (2023). Does information and communication technology trade openness matter for China's energy transformation and environmental quality? *Energies*, 16(4), 2016. <https://doi.org/10.3390/en16042016>.
- Wang, Y., Liao, M., Xu, L. & Malik, A. (2021). The impact of foreign direct investment on China's carbon emissions through energy intensity and emissions trading system. *Energy Economics*, 97, 105212. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105212>.
- Wang, Y., He, Y. (2023). Does Information and Communication Technology Trade Openness Matter for China's Energy Transformation and Environmental Quality? *Energies*, 16, 2016. <https://doi.org/10.3390/en16042016>.
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709-748. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>.
- Xu, Y., Dong, B., Chen, Y., & Qin, H. (2022). Effect of industrial transfer on carbon lock-in: A spatial econometric analysis of Chinese cities. *Journal of Environmental Planning and Management*, 65(6), 1024-1055. <https://doi.org/10.1080/09640568.2021.1957162>.
- Xu, Z., Li, Y., Chau, S. N., Dietz, T., Li, C., Wan, L., Zhang, J., Zhang, L., & Liu, J. (2020). Impacts of international trade on global sustainable development. *Nature Sustainability*, 3, 964-971. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0572-z>.
- Xuan, H. T., & Hung, N. T. (2023). Phân tích tác động của ICT, GDP và REN đến khí thải CO₂ tại Việt Nam. *VNU Journal of Economics and Business*, 3(3), 54-63.
- Zhao, C., Ma, X., Che, S., Liu, Z., & Song, C. (2024). Does climate aid alleviate carbon lock-in? A global perspective. *Journal of Cleaner Production*, 449, 141782. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141782>.
- Zhu, Q., Xu, C., & Lee, C.-C. (2024). Trade-induced carbon-economic inequality within China: Measurement, sources, and determinants. *Energy Economics*, 136, 107731. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107731>.
- Zhou, X., Hang, Y., Zhou, D., Ang, B. W., Wang, Q., Su, B., & Zhou, P. (2022). Carbon-economic inequality in global ICT trade. *Iscience*, 25, 105604. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105604>.

Summary

This study assesses the impact of ICT (Information and Communications Technology) goods trade on energy intensity and environmental sustainability in several Asian economies with high levels of ICT trade integration, from 2000 to 2022. Several preliminary tests were conducted on the panel data, based on which appropriate analytical methods were selected. Unit root tests, cointegration analysis, and long-run estimation were performed. Results from the AMG (Augmented mean group) and CCEMG (Common correlated effects mean group) estimations show that trade in ICT goods reduces energy intensity and CO₂ emissions. The results of the analysis confirm the importance of ICT trade for environmental sustainability. Therefore, countries should promote the import and adoption of modern, energy-efficient ICT goods, while integrating ICT into energy transition policies to support sustainable development goals.