

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG SỰ SẴN SÀNG TIẾP NHẬN MÔ HÌNH SỐ SINH ĐÔI TẠI CÁC CẢNG BIỂN VIỆT NAM

● BÙI THỊ NGỌC HIỀN

Trung tâm Logistics,

Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

Email: hienbntn.tg@ut.edu.vn

DOI: 10.62831/nckh.2026.371.v1

TÓM TẮT:

Nghiên cứu nhằm khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến mức độ sẵn sàng tiếp nhận công nghệ mô hình số sinh đôi của nhân viên hiện trường tại các cảng biển Việt Nam. Nghiên cứu tiến hành phân tích 320 mẫu hợp lệ bằng phương pháp PLS-SEM, kết quả cho thấy, nhận thức về sự hữu ích thúc đẩy mạnh mẽ mức độ sẵn sàng, trong khi áp lực công việc hiện trường đóng vai trò là biến điều tiết tích cực quan trọng. Sự hỗ trợ từ ban quản lý và chất lượng dữ liệu giúp nâng cao đáng kể sự chấp nhận công nghệ mới này.

Từ khóa: mô hình số sinh đôi, mô hình chấp nhận công nghệ, logistics cảng biển, mức độ sẵn sàng, nhân viên hiện trường, PLS-SEM.

1. Đặt vấn đề

Xu hướng chuyển đổi số đang thúc đẩy các cảng biển toàn cầu dịch chuyển sang hệ sinh thái cảng thông minh nhờ tích hợp tự động hóa, IoT và trí tuệ nhân tạo nhằm nâng cao hiệu quả logistics và phát triển bền vững. Các nghiên cứu thực nghiệm cho thấy, mô hình này giúp tối ưu hóa tài sản, giảm thời gian xử lý hàng hóa, đồng thời giảm phát thải carbon và tăng khả năng chống chịu của chuỗi cung ứng trước các rủi ro toàn cầu (Turner et al., 2023). Trong tiến trình đó, công nghệ Mô hình số sinh đôi nổi lên như một nền tảng cốt lõi cho phép giám sát, dự báo và điều chỉnh vận hành gần như tức thời thông qua kết nối dữ liệu 2 chiều. Công nghệ này hỗ

trợ hệ thống cảng chuyển đổi mạnh mẽ từ cơ chế phản ứng thụ động sang quản trị chủ động và thích ứng liên tục (Kim et al., 2025). Tuy nhiên, việc mở rộng triển khai mô hình công nghệ này ở quy mô lớn vẫn đang đối mặt với nhiều rào cản quan trọng liên quan đến chuẩn hóa dữ liệu và khả năng tích hợp hệ thống (Zaidi et al., 2024).

Trong bối cảnh ngành xuất nhập khẩu hiện nay, hệ thống cảng biển Việt Nam hiện đang đối mặt với áp lực kép từ việc gia tăng sản lượng container đột biến và yêu cầu hiện đại hóa quy trình vận hành theo định hướng cảng xanh. Lưu lượng hàng hóa tăng nhanh tại các cụm cảng trọng điểm như Cát Lái, Cái Mép - Thị Vải và Hải Phòng đang gây ra những

thách thức rất lớn cho hạ tầng khai thác và điều độ bãi (Nguyen, 2022). Thực tế này bắt buộc các nhà quản lý phải tìm kiếm các giải pháp công nghệ dữ liệu tiên tiến để tối ưu hóa năng suất và giảm ùn tắc. Tuy nhiên, các nghiên cứu về chấp nhận công nghệ Industry 4.0 tại các nền kinh tế mới nổi hiện nay chủ yếu mới chỉ tiếp cận ở cấp độ quản lý hoặc doanh nghiệp, trong khi nguồn dữ liệu thực chứng từ công nhân hiện trường và nhân sự vận hành trực tiếp còn rất hạn chế (Gardas et al., 2023). Đặc biệt tại Việt Nam, hoàn toàn chưa có một nghiên cứu hệ thống nào đánh giá mức độ sẵn sàng tiếp nhận công nghệ Mô hình số sinh đôi từ góc nhìn của lực lượng lao động tuyến đầu. Đây chính là khoảng trống lý thuyết và thực tiễn quan trọng cần tập trung giải quyết nhằm mang lại cái nhìn toàn diện hơn.

Do đó, nghiên cứu này nhằm xác định các yếu tố cốt lõi ảnh hưởng đến mức độ sẵn sàng tiếp nhận công nghệ Digital Twin của lực lượng lao động hiện trường trong lĩnh vực cảng biển Việt Nam, đồng thời đánh giá các rào cản thực tiễn liên quan đến nhận thức công nghệ, năng lực số và hạ tầng dữ liệu trong quá trình triển khai tại môi trường khai thác cảng. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất các hàm ý quản trị nhằm hỗ trợ nhà điều hành cảng xây dựng chiến lược chuyển đổi số hiệu quả và phù hợp với điều kiện thực tiễn. Đối tượng khảo sát tập trung vào nhân viên hiện trường tham gia các hoạt động thủ tục cảng, điều độ bãi và kiểm soát container tại các cảng biển trọng điểm của Việt Nam, nơi đang chịu áp lực lớn về tối ưu hóa vận hành, hiện đại hóa hạ tầng và phát triển cảng xanh - thông minh.

2. Tổng quan nghiên cứu

Cơ sở lý thuyết

Mô hình công nghệ số sinh đôi trong logistics cảng biển được xem là bản sao số động của hệ thống vật lý, có khả năng kết nối và đồng bộ dữ liệu 2 chiều giữa hiện trường và mô hình số nhằm hỗ trợ giám sát, mô phỏng và tối ưu hóa vận hành theo thời gian thực (Galkin et al., 2025). Khác với mô phỏng truyền thống, mô hình công nghệ này liên tục thu thập dữ liệu từ cảm biến IoT, thiết bị vận hành và hệ thống logistics để xây dựng mô hình phản ánh trạng

thái thực của cảng, container và hạ tầng khai thác. Đồng thời, kết quả phân tích, dự báo và tối ưu từ mô hình số có thể được phản hồi trở lại hệ thống thực nhằm điều chỉnh lịch trình, phân bổ nguồn lực và hỗ trợ ra quyết định vận hành (Zhou et al., 2024). Trong bối cảnh logistics hàng hải, cơ chế đồng bộ vòng kín này giúp tăng khả năng hiển thị chuỗi cung ứng, nâng cao hiệu quả quản lý cảng và chuyển đổi mô hình vận hành từ phản ứng bị động sang chủ động, dự báo và tối ưu liên tục. Tuy nhiên, khả năng tích hợp dữ liệu, bảo mật hệ thống và hạ tầng xử lý dữ liệu lớn vẫn là những thách thức quan trọng đối với triển khai hệ thống này ở quy mô cảng biển và mạng lưới logistics hiện đại (Moshood et al., 2021).

Để phân tích các yếu tố ảnh hưởng tới sự tiếp nhận công nghệ mô hình công nghệ mới, tác giả đã sử dụng lý thuyết về Mô hình Chấp nhận công nghệ (TAM), lý thuyết này khẳng định ý định sử dụng công nghệ phụ thuộc chủ yếu vào 2 yếu tố cốt lõi gồm Nhận thức về sự hữu ích và Nhận thức về tính dễ sử dụng (Warsono et al., 2022; Al-Ateeq et al., 2022). Trong bối cảnh áp dụng mô hình công nghệ số sinh đôi tại cảng biển, tính hữu ích được nhận thức phản ánh mức độ nhân viên cho thấy, công nghệ này có thể cải thiện năng suất khai thác, giảm thời gian chờ, hỗ trợ ra quyết định và nâng cao hiệu quả môi trường, trong khi cảm nhận về tính dễ sử dụng liên quan đến khả năng học tập, vận hành và tích hợp hệ thống một cách thuận tiện đối với lực lượng hiện trường.

Các nghiên cứu trong logistics hàng hải và chuyển đổi số cho thấy, cảm nhận về tính hữu ích thường là yếu tố dự báo mạnh nhất đối với ý định chấp nhận công nghệ, đồng thời cảm nhận tính dễ sử dụng có tác động trực tiếp và gián tiếp thông qua cảm nhận tính hữu ích (Liu et al., 2025). Do đó, việc vận dụng TAM và điều chỉnh thang đo nhận thức tính hữu ích và tính dễ sử dụng theo đặc thù công việc tại cảng biển Việt Nam có ý nghĩa quan trọng trong việc giải thích mức độ sẵn sàng tiếp nhận công nghệ mới của nhân viên tuyến đầu và xây dựng mô hình chấp nhận công nghệ phù hợp với bối cảnh các nền kinh tế đang phát triển.

Giả thuyết, mô hình nghiên cứu

Các nghiên cứu thực nghiệm trong nhiều bối cảnh công nghệ như fintech, e-learning, IoT và Metaverse đều xác nhận Nhận thức về tính dễ sử dụng (PEOU) có tác động tích cực đến Nhận thức về sự hữu ích, phù hợp với giả định cốt lõi của mô hình TAM. Khi người dùng cảm thấy công nghệ dễ học và dễ vận hành, họ có xu hướng đánh giá công nghệ hữu ích hơn đối với hiệu quả công việc và trải nghiệm sử dụng (Siagian et al., 2022; Al-Adwan et al., 2023).

H1: Nhận thức về tính dễ sử dụng tác động tích cực đến nhận thức về sự hữu ích.

Các nghiên cứu gần đây dựa trên TAM mở rộng cho thấy, Nhận thức về sự hữu ích có tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng tiếp nhận công nghệ mới của nhân viên. Khi công nghệ được xem là giúp nâng cao hiệu quả, an toàn và chất lượng công việc, nhân viên có xu hướng sẵn sàng học hỏi và sử dụng công nghệ hơn (Fam et al., 2024).

H2: Nhận thức về sự hữu ích tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng tiếp nhận.

Ngoài ra, các nghiên cứu ứng dụng mô hình TAM khác cũng cho thấy năng lực số cá nhân có tác động tích cực đến Nhận thức về tính dễ sử dụng trong nhiều bối cảnh như tài chính số, AI, giáo dục và môi trường làm việc. Người có kỹ năng số cao thường cảm nhận công nghệ dễ học, dễ thao tác và ít gây lo ngại hơn, từ đó nâng cao cảm nhận tính dễ sử dụng và gián tiếp thúc đẩy ý định sử dụng công nghệ (Nikou et al., 2022; Ullah et al., 2022).

H3: Năng lực số của cá nhân tác động tích cực đến nhận thức về tính dễ sử dụng.

Các nghiên cứu về Mô hình số sinh đôi cho thấy, chất lượng dữ liệu hiện trường là nền tảng quyết định độ chính xác, độ tin cậy và khả năng hỗ trợ ra quyết định của hệ thống này. Dữ liệu kịp thời, đầy đủ và chính xác giúp nâng cao hiệu quả mô phỏng, dự báo và tối ưu vận hành, trong khi dữ liệu kém chất lượng làm suy giảm giá trị sử dụng của nó (Dihan et al., 2024; Ward et al., 2023). Do đó, chất lượng dữ liệu hiện trường tốt có thể làm tăng Nhận thức của nhân viên hiện trường về sự hữu ích của công nghệ mô hình song sinh theo mô hình.

H4: Chất lượng dữ liệu hiện tại tại hiện trường tác động tích cực đến nhận thức về tính hữu ích.

Các nghiên cứu trong lĩnh vực hàng hải và chuyển đổi số cho thấy, sự hỗ trợ từ ban quản lý có tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng và chấp nhận công nghệ mới. Cam kết của lãnh đạo giúp tăng nguồn lực, định hướng chiến lược và thúc đẩy môi trường thuận lợi cho triển khai các công nghệ như AI, IoT và chuyển đổi số tại cảng biển (Nguyen, 2024; Brunila et al., 2021). Do đó, management support được xem là nền tảng quan trọng thúc đẩy readiness đối với mô hình số song sinh trong bối cảnh cảng biển.

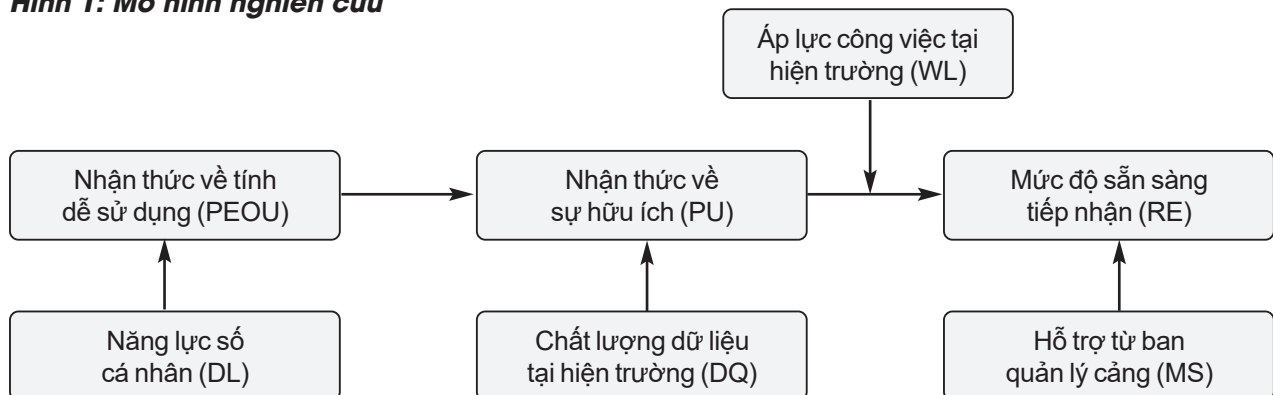
H5: Sự hỗ trợ từ ban quản lý cảng tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng tiếp nhận công nghệ mô hình số sinh đôi tại cảng biển.

Các nghiên cứu TAM/UTAUT cho thấy, Nhận thức về sự hữu ích là yếu tố dự báo mạnh đối với ý định sử dụng công nghệ số, bao gồm Digital Twin. Tuy nhiên, áp lực công việc hiện trường hiếm khi được kiểm định như biến điều tiết trong mối quan hệ này. Một số nghiên cứu cho thấy, mental workload hoặc techno-overload có thể làm suy yếu thái độ và mức độ chấp nhận công nghệ, đặc biệt khi công nghệ bị xem là làm gia tăng khối lượng công việc (Shamsi et al., 2021; Wang et al., 2021). Tuy nhiên, trong trường hợp công nghệ được xem là hữu ích và giúp đơn giản hóa công việc hoặc tiết kiệm thời gian làm việc, thì áp lực công việc cao sẽ thúc đẩy người ta sử dụng công nghệ khi cảm thấy được sự hữu ích của nó trong việc tiết kiệm sức lao động.

H6: Áp lực công việc tại hiện trường đóng vai trò điều tiết mối quan hệ giữa nhận thức về tính hữu ích và mức độ sẵn sàng.

3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu áp dụng phương pháp hỗn hợp (mixed-methods), kết hợp nghiên cứu định tính sơ bộ nhằm hiệu chỉnh thang đo và nghiên cứu định lượng chính thức thông qua khảo sát bảng hỏi. Dữ liệu được thu thập bằng phương pháp lấy mẫu thuận tiện có phân tầng theo các nhóm vị trí công việc hiện trường tại các cảng trọng điểm ở TP.Hồ Chí Minh, Bà Rịa - Vũng Tàu và Hải Phòng, bao gồm nhân

Hình 1: Mô hình nghiên cứu

viên thủ tục chứng từ, điều độ bãi và trực cầu tàu. Tổng cộng 320 mẫu hợp lệ được sử dụng, đáp ứng yêu cầu phân tích PLS-SEM. Các thang đo PU và PEOU được bản địa hóa từ mô hình của Davis (1989), trong khi thang đo năng lực số và mức độ sẵn sàng được phát triển dựa trên bối cảnh logistics và chuyển đổi số cảng biển. Dữ liệu được phân tích bằng SmartPLS 3 nhằm đánh giá độ tin cậy, giá trị thang đo và kiểm định các giả thuyết trong mô hình nghiên cứu.

4. Kết quả và thảo luận

Kết quả phân tích PLS-SEM cho thấy, mô hình nghiên cứu đạt độ tin cậy và giá trị hội tụ rất cao khi hệ số Outer Loading của tất cả các biến quan sát đều vượt ngưỡng 0,7 (thấp nhất là WL2 đạt 0,779 và cao nhất là WL1 đạt 0,89). Chỉ số SRMR của mô hình ước lượng đạt 0,06, nằm trong tiêu chuẩn chấp nhận

dưới 0,08, chứng minh mô hình có độ phù hợp tốt với dữ liệu thực tế. Hệ số xác định R^2 hiệu chỉnh của các biến phụ thuộc lần lượt là PEOU (0,320), PU (0,396) và RE (0,465), cho thấy mô hình giải thích được khoảng 46,5% biến thiên của mức độ sẵn sàng tiếp nhận công nghệ. Hiện tượng đa cộng tuyến không đáng ngại khi toàn bộ hệ số VIF đều nhỏ hơn 2,0. (Bảng 1)

Kiểm định giả thuyết chỉ ra các mối quan hệ trực tiếp đều có ý nghĩa thống kê ($p = 0,000$ và $p < 0,05$). Biến PU có tác động trực tiếp mạnh nhất đến Mức độ sẵn sàng tiếp nhận (RE) với hệ số tác động $\beta = 0,492$. Tiếp theo, Năng lực số cá nhân (DL) thúc đẩy mạnh mẽ Nhận thức về tính dễ sử dụng (PEOU) ($\beta = 0,568$), trong khi PEOU tác động tích cực đến Nhận thức về sự hữu ích (PU) ($\beta = 0,444$). Chất lượng dữ liệu hiện trường (DQ) cũng đóng góp tích

Bảng 1. Mối quan hệ trực tiếp trong mô hình

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values
DL → PEOU	0.568	0.569	0.035	16.344	0
DQ → PU	0.4	0.403	0.039	10.252	0
MS → RE	0.377	0.379	0.04	9.433	0
PEOU → PU	0.444	0.443	0.039	11.32	0
PU → RE	0.492	0.492	0.038	12.867	0
WL → RE	-0.09	-0.091	0.045	2.009	0.045
WLxPU → RE	0.192	0.18	0.048	3.979	0

cực vào PU ($\beta = 0,400$). Cuối cùng, Sự hỗ trợ từ ban quản lý (MS) có tác động trực tiếp tích cực đến RE ($\beta = 0,377$), khẳng định vai trò then chốt của tổ chức. (Bảng 2)

mức độ sẵn sàng tiếp nhận Digital Twin của nhân viên hiện trường cảng biển Việt Nam, lấp đầy khoảng trống dữ liệu tuyển đầu tại các nền kinh tế mới nổi. Đề sẵn sàng tiếp nhận mô hình số sinh đôi tại các

Bảng 2. Các mối quan hệ gián tiếp trong mô hình

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values
DL → PEOU → PU	0.252	0.252	0.031	8.246	0
DQ → PU → RE	0.197	0.199	0.025	7.86	0
PEOU → PU → RE	0.219	0.218	0.028	7.825	0
DL → PEOU → PU → RE	0.124	0.124	0.019	6.433	0

Phân tích tác động gián tiếp (Specific Indirect Effects) xác định rõ vai trò trung gian vòng kín của các biến cấu trúc. Đường dẫn gián tiếp từ PEOU qua PU đến RE đạt hệ số $\beta = 0,219$, trong khi chất lượng dữ liệu hiện trường (DQ) tác động gián tiếp đến RE qua PU với hệ số $\beta = 0,197$ ($p = 0,000$). Đáng chú ý, vai trò điều tiết của Áp lực công việc (WL) trong mối quan hệ giữa PU và RE được xác nhận có ý nghĩa thống kê ($\beta = 0,192$, $p = 0,000$). Điều này chứng minh khi áp lực công việc tại hiện trường cảng biển càng cao, nhân viên càng có xu hướng sẵn sàng tiếp nhận Digital Twin nếu họ nhận thức được sự hữu ích của công nghệ này.

5. Kết luận và đề xuất một số giải pháp

Nghiên cứu đã làm rõ các yếu tố quyết định đến

cảng biển Việt Nam, về mặt quản trị, các doanh nghiệp cảng cần thực hiện 3 chiến lược đồng bộ. Thứ nhất, ban điều hành phải ưu tiên nâng cao năng lực số nền tảng cho nhân sự qua các chương trình đào tạo thực tế nhằm gia tăng cảm nhận dễ sử dụng, giảm tâm lý ngại đổi mới. Thứ hai, quy trình công nghệ cần đồng bộ hóa hệ thống nhập liệu từ thiết bị IoT cầm tay và ứng dụng di động để đảm bảo nguồn dữ liệu hiện trường "sạch" và tin cậy. Cuối cùng, truyền thông nội bộ phải nhấn mạnh Digital Twin là công cụ giảm tải áp lực tối ưu, giảm sai sót vận hành, chứ không phải giải pháp thay thế con người. Sự hỗ trợ quyết liệt và cam kết nguồn lực từ ban quản lý sẽ là bộ phận quyết định sự thành công của chuyển đổi số ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

Al-Adwan A., Li N., Al-Adwan A., Abbasi G., Albelbis N., & Habibi A. (2023). Extending the Technology Acceptance Model (TAM) to Predict University Students' Intentions to Use Metaverse-Based Learning Platforms. *Education and Information Technologies*, 1-33. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11816-3>.

Al-Ateeq B., Sawan N., Al-Hajaya K., Altarawneh M., & Al-Makhadmeh A. (2022). Big data analytics in auditing and the consequences for audit quality: A study using the technology acceptance model (TAM). *Corporate Governance and Organizational Behavior Review*. <https://doi.org/10.22495/cgobrv6i1p5>.

- Brunila O., Kunnaala-Hyrkki V., & Inkinen T. (2021). Hindrances in port digitalization? Identifying problems in adoption and implementation. *European Transport Research Review*, 13, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00523-0>.
- Dihan M., Akash A., Tasneem Z., Das P., Das S., et al. (2024). Digital twin: Data exploration, architecture, implementation and future. *Heliyon*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26503>.
- Fam K., Liu Y., Wei S., Edu T., Zaharia R., & Negricea C. (2024). Modeling New Technology Readiness and Acceptance in the Case of B2B Marketing Employees. *Journal of Business-to-Business Marketing*, 32, 1-30. <https://doi.org/10.1080/1051712x.2024.2364699>.
- Galkin A., Samchuk G., Kopytkov D., & Thompson R. (2025). Digital twins in logistics: a comprehensive bibliometric analysis for advancing smart cities and sustainable development. *Discover Sustainability*, 6. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01754-0>.
- Gardas B., Gunasekaran A., & Narwane V. (2023). Unlocking factors of digital twins for smart manufacturing: a case of emerging economy. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 37, 1463 - 1493. <https://doi.org/10.1080/0951192x.2023.2257655>.
- Kim D., Kim G., Noh S. (2025). Digital Twin-Based Prediction and Optimization for Dynamic Supply Chain Management. *Machines*. <https://doi.org/10.3390/machines13020109>.
- Liu Y., Zhao S. (2025). Adoption of digital logistics platforms in the maritime logistics industry: based on diffusion of innovations and extended technology acceptance. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04969-8>.
- Moshood T., Nawarir G., Sorooshian S., & Okfalisa O. (2021). Digital Twins Driven Supply Chain Visibility within Logistics: A New Paradigm for Future Logistics. *Applied System Innovation*, 4, 29. <https://doi.org/10.3390/asi4020029>.
- Nguyen H. P., Nguyen P. Q. P., & Nguyen T. P. (2022). Green Port Strategies in Developed Coastal Countries as Useful Lessons for the Path of Sustainable Development: A case study in Vietnam. *International Journal of Renewable Energy Development*. <https://doi.org/10.14710/ijred.2022.46539>.
- Nguyen Trung Hieu (2024). Investigating Driving Factors of Digital Transformation in the Vietnam Shipping Companies: Applied for TOE Framework. *SAGE Open*, 14. <https://doi.org/10.1177/21582440241301210>.
- Nikou S., Reuver M., & Kanafi M. (2022). Workplace literacy skills - how information and digital literacy affect adoption of digital technology. *Journal of Documentation*, 78, 371-391. <https://doi.org/10.1108/jd-12-2021-0241>.
- Shamsi M., Iakovleva T., Olsen E., & Bagozzi R. (2021). Employees' Work-Related Well-Being during COVID-19 Pandemic: An Integrated Perspective of Technology Acceptance Model and JD-R Theory. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211888>.
- Siagian H., Tarigan Z., Basana S., & Basuki R. (2022). The effect of perceived security, perceived ease of use, and perceived usefulness on consumer behavioral intention through trust in digital payment platform. *International Journal of Data and Network Science*. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2022.2.010>.
- Turner J., Vorraro G., Liu H., Rockstroh T. et al. (2023). Blue Seaports: The Smart, Sustainable and Electrified Ports of the Future. *Smart Cities*. <https://doi.org/10.3390/smartcities6030074>.
- Ullah S., Kiani U., Raza B., & Mustafa A. (2022). Consumers' Intention to Adopt m-payment/m-banking: The Role of Their Financial Skills and Digital Literacy. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.873708>.
- Wang W., Chen L., Xiong M., & Wang Y. (2021). Accelerating AI Adoption with Responsible AI Signals and Employee Engagement Mechanisms in Health Care. *Information Systems Frontiers*, 25, 2239 - 2256. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10154-4>.

Ward R., Choudary R., Singh M., Roumpani F. et al. (2023). The challenges of using live-streamed data in a predictive digital twin. *Journal of Building Performance Simulation*, 16, 609 - 630. <https://doi.org/10.1080/19401493.2023.2187463>.

Warsono H., Yuwono T., & Putranti I. (2022). Analyzing technology acceptance model for collaborative governance in public administration: Empirical evidence of digital governance and perceived ease of use. *International Journal of Data and Network Science*. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2022.12.008>.

Zaidi S., Khan S., & Chaabane A. (2024). Unlocking the Potential of Digital Twins in Supply Chains: A Systematic Review. *Supply Chain Analytics*. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2024.100075>.

Zhou F., Yu K., Xie W., Lyu J., Zheng Z., Zhou S. (2024). Digital Twin-Enabled Smart Maritime Logistics Management in the Context of Industry 5.0. *IEEE Access*, 12, 10920-10931. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3354838>.

Ngày nhận bài: 14/4/2026

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 27/4/2026

Ngày chấp nhận đăng bài: 14/5/2026

FACTORS INFLUENCING THE ADOPTION OF DIGITAL TWIN TECHNOLOGY IN VIETNAMESE SEAPORTS

● **BUI THI NGOC HIEN**

Logistics Center, Ho Chi Minh City University of Transport

Email: hienbtn.tg@ut.edu.vn

ABSTRACT:

This study investigates the factors influencing field workers' readiness to adopt Digital Twin technology in Vietnamese seaports. Based on 320 valid responses and analyzed using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM), the findings reveal that perceived usefulness is a key driver of adoption readiness. Field workload is found to play a significant positive moderating role, strengthening the relationship between perceived usefulness and readiness to adopt. In addition, management support and data quality significantly contribute to the acceptance of Digital Twin technology, highlighting the importance of organizational commitment and reliable information systems in facilitating technology adoption in seaport operations.

Keywords: digital twin, technology acceptance model (TAM), seaport logistics, field worker readiness, PLS-SEM.