



Ngày nhận bài: 16/7/2026; Ngày thẩm định: 23/9/2026; Ngày nhận đăng: 23/10/2026.

MÔ PHỎNG CHÁY VÀ XÂY DỰNG KỊCH BẢN SỐ PHỤC VỤ HUẤN LUYỆN, CHỈ HUY CHỮA CHÁY VÀ CỨU NẠN, CỨU HỘ

Đại úy, ThS MAI DANH GIANG

Khoa Chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ, Học viện Phòng cháy chữa cháy và Cứu nạn cứu hộ

**Tác giả liên hệ: Mai Danh Giang (Email: giangmd@daihocpcce.edu.vn)*

Tóm tắt: Chuyển đổi số đang mở ra khả năng đổi mới công tác huấn luyện, thực tập và chỉ huy chữa cháy, cứu nạn, cứu hộ theo hướng trực quan, dữ liệu hóa và có khả năng đánh giá. Bài viết phân tích cơ sở khoa học, giá trị ứng dụng của mô phỏng cháy, kịch bản số, thực tế ảo, thực tế tăng cường và bản sao số trong rèn luyện năng lực nhận định tình huống, ra quyết định chiến thuật và phối hợp lực lượng. Bài viết đề xuất giải pháp xây dựng ngân hàng kịch bản số, chuẩn hóa cấu trúc kịch bản, kết hợp mô phỏng số với huấn luyện thực địa, phát triển phòng huấn luyện mô phỏng chỉ huy và bồi dưỡng năng lực chuyển đổi số cho đội ngũ giảng viên, cán bộ, chiến sĩ chữa cháy, cứu nạn, cứu hộ.

Từ khoá: mô phỏng cháy, kịch bản số, huấn luyện, chỉ huy.

Abstract: Digital transformation is opening new avenues for innovating fire fighting and rescue training, drills, and command operations, steering them toward visualization, data-driven methodologies, and measurability. This article analyzes the scientific foundations and practical applications of fire simulation, digital scenarios, virtual reality, augmented reality, and digital twins in enhancing situational awareness, tactical decision-making, and inter-agency coordination capabilities. Building on this framework, the paper proposes key solutions, including establishing a digital scenario bank, standardizing scenario structures, integrating digital simulations with field-based training, developing command simulation training centers, and building digital capabilities for instructors, officers, and firefighters.

Keywords: fire simulation, digital scenarios, training, command.

1. Đặt vấn đề

Chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ là hoạt động đặc thù, diễn ra trong môi trường nguy hiểm, biến đổi nhanh, chịu tác động đồng thời của nhiệt độ cao, khói khí độc, hạn chế tầm nhìn, nguy cơ sập đổ, cháy lan, nổ, đám đông hoảng loạn và áp lực thời gian. Trong điều kiện đó, hiệu quả xử lý sự cố không chỉ phụ thuộc vào phương tiện, trang thiết bị mà còn phụ thuộc lớn vào năng lực nhận định tình huống, dự báo diễn biến đám cháy, lựa chọn chiến thuật, tổ chức chỉ huy, phối hợp lực lượng và bảo đảm an toàn cho cán bộ, chiến sĩ. Tuy nhiên, công tác huấn luyện truyền thống dù có ưu điểm trực tiếp, sát thực tế, giúp rèn luyện kỹ năng

thao tác, thể lực, tâm lý và khả năng phối hợp đội hình, nhưng vẫn gặp nhiều giới hạn khi tái hiện các tình huống nguy hiểm, phức tạp do yêu cầu an toàn, chi phí, điều kiện thao trường và tác động môi trường. Nhiều kịch bản huấn luyện còn thiên về mô tả định tính, chưa lượng hóa đầy đủ các yếu tố như tốc độ lan truyền khói, nhiệt độ, thời gian suy giảm điều kiện thoát nạn, hiệu quả thông gió hoặc tác động của từng quyết định chiến thuật. Trong bối cảnh đó, chuyển đổi số mở ra hướng đổi mới quan trọng thông qua ứng dụng mô phỏng động lực học cháy, thực tế ảo, thực tế tăng cường, bản sao số, trí tuệ nhân tạo, dữ liệu lớn và bản đồ số để xây dựng các kịch bản huấn luyện

trực quan, lập lại được, đo lường được và điều chỉnh theo mục tiêu đào tạo. Đối với các cơ sở đào tạo chuyên ngành như Học viện Phòng cháy chữa cháy và Cứu nạn cứu hộ (PCCC và CNCH), hướng tiếp cận này góp phần gắn đào tạo trong nhà trường với yêu cầu thực tiễn chiến đấu, hình thành đội ngũ cán bộ có tư duy dữ liệu, năng lực chỉ huy hiện đại và khả năng thích ứng trước các loại hình cháy, nổ, tai nạn, sự cố ngày càng phức tạp.

2. Cơ sở khoa học của mô phỏng cháy và kịch bản số trong huấn luyện, chỉ huy chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ

Mô phỏng cháy là quá trình sử dụng mô hình toán học, dữ liệu công trình, đặc tính vật liệu, thông số nguồn cháy, điều kiện thông gió và các yếu tố môi trường để tái hiện hoặc dự báo diễn biến đám cháy trên môi trường số. Khác với mô tả bằng lời hoặc sơ đồ tĩnh, mô phỏng cháy cho phép quan sát các yếu tố động như sự phát triển vùng cháy, lan truyền khói, phân bố nhiệt, hướng dòng khí, suy giảm điều kiện sống sót và khả năng cháy lan qua các khoang cháy. Fire Dynamics Simulator của NIST là một ví dụ điển hình về công cụ mô hình hóa động lực học cháy, phục vụ nghiên cứu dòng chảy, khói, nhiệt và truyền nhiệt trong đám cháy [1], [2].

Giá trị quan trọng của mô phỏng cháy là chuyển hoạt động huấn luyện từ tình huống giả định định tính sang tình huống giả định có dữ liệu. Khi một tình huống được mô phỏng, giảng viên có thể thay đổi vị trí nguồn cháy, tải trọng cháy, điều kiện thông gió, trạng thái cửa, tình trạng hệ thống báo cháy, chữa cháy tự động, số lượng người mắc kẹt, hướng tiếp cận hoặc thời gian đáp ứng để tạo ra nhiều biến thể khác nhau. Qua đó, người học hiểu rõ hơn mối quan hệ giữa cấu trúc công trình, vật liệu cháy, điều kiện thông gió, thời gian đáp ứng và hiệu quả chiến thuật.

Kịch bản số trong huấn luyện PCCC và CNCH có thể hiểu là tập hợp dữ liệu, tình huống, diễn biến, yêu cầu nhiệm vụ, vai trò lực lượng, điều kiện môi trường, phản ứng của hệ thống kỹ thuật và kết quả mong đợi được thiết kế trên nền tảng số. Kịch bản số không chỉ là bài tập tình huống được số hóa, mà là cấu trúc tích hợp giữa dữ liệu, nghiệp vụ và sự phạm.

Mỗi kịch bản cần thể hiện bối cảnh sự cố, thông tin công trình, nguồn cháy, yếu tố nguy hiểm, nạn nhân, lực lượng, phương tiện, mục tiêu chiến thuật, diễn biến theo thời gian, điểm ra quyết định, tiêu chí đánh giá và yêu cầu an toàn.

Trong huấn luyện chỉ huy, kịch bản số có thể tạo ra các điểm rẽ quyết định như lựa chọn hướng tấn công, quyết định thông gió, phân công tổ trình sát, xác lập khu vực nguy hiểm, ưu tiên cứu người hay chống cháy lan, điều động chi viện. Mỗi lựa chọn có thể dẫn đến diễn biến khác nhau, giúp người học nhận thức rõ hệ quả của quyết định chỉ huy.

Cùng với mô phỏng cháy, thực tế ảo, thực tế tăng cường và bản sao số cũng có giá trị lớn. Các nghiên cứu về huấn luyện chiến sĩ chữa cháy, cứu nạn, cứu hộ bằng thực tế ảo nhấn mạnh vai trò của yếu tố con người, mức độ nhập vai, khả năng học tập và đánh giá kết quả [3], [4]. Thực tế tăng cường hỗ trợ hiển thị thông tin bổ sung, hướng dẫn thao tác và nhận diện nguy cơ; bản sao số giúp tích hợp dữ liệu công trình, cảm biến, camera, hệ thống báo cháy, chữa cháy tự động, bản đồ số và phương án chữa cháy để phục vụ quản lý, huấn luyện và chỉ huy [5]. Khi được tích hợp hợp lý, các công nghệ này có thể hình thành hệ sinh thái huấn luyện PCCC và CNCH hiện đại, dựa trên dữ liệu và cải tiến liên tục.

3. Giá trị ứng dụng của mô phỏng cháy và xây dựng kịch bản số

Chuyển đổi số giúp đổi mới phương pháp huấn luyện từ kinh nghiệm đơn lẻ sang dữ liệu có cấu trúc. Kinh nghiệm của giảng viên, cán bộ chỉ huy và các vụ cháy đã xảy ra là nguồn tri thức rất quý, nhưng nếu không được chuẩn hóa, số hóa và tích hợp thành học liệu thì khó tái sử dụng, khó đánh giá định lượng và khó nhân rộng. Mô phỏng cháy và kịch bản số cho phép chuyển hóa kinh nghiệm thực tiễn thành ngân hàng tình huống, thư viện nguồn cháy, bản đồ nguy cơ, mô hình công trình, cơ sở dữ liệu sai sót chiến thuật và tiêu chí đánh giá.

Thứ hai, kịch bản số nâng cao năng lực chỉ huy, điều hành và ra quyết định chiến thuật. Trong chữa cháy, chỉ huy phải xử lý thông tin dưới áp lực cao, nhiều khi thông tin không đầy đủ hoặc mâu

thuần. Kịch bản số có thể mô phỏng quá trình tiếp nhận tin báo, trinh sát, đánh giá nguy cơ, xác định mục tiêu ưu tiên, phân công lực lượng, điều động phương tiện, tổ chức thông tin liên lạc và xử lý tình huống phát sinh. Điểm quan trọng là hệ thống có thể ghi nhận cả quá trình ra quyết định, không chỉ đánh giá kết quả cuối cùng.

Thứ ba, mô phỏng số góp phần giảm rủi ro, chi phí và tác động của môi trường đám cháy trong huấn luyện. Huấn luyện cháy thật vẫn cần thiết để rèn luyện kỹ năng thao tác, cảm nhận nhiệt độ, sử dụng phương tiện và tâm lý tiếp cận môi trường nguy hiểm. Tuy nhiên, các tình huống như cháy nhà cao tầng, cháy tầng hầm, cháy hóa chất, cháy kho lớn, cháy trong không gian hạn chế hoặc sự cố có nhiều nạn nhân thường khó tái hiện đầy đủ. Mô phỏng số có thể trở thành bước chuẩn bị quan trọng trước khi huấn luyện thực địa, giúp học viên hiểu tình huống, giảm sai sót ban đầu và tăng mức độ an toàn.

Thứ tư, kịch bản số giúp chuẩn hóa đánh giá sau huấn luyện. Mỗi hoạt động của người học hoặc nhóm chỉ huy có thể được ghi nhận, lưu trữ và đối chiếu với tiêu chí đánh giá như thời gian nhận định tình huống, chất lượng mệnh lệnh đưa ra, mức độ tuân thủ quy trình an toàn, khả năng phối hợp, số lượng nạn nhân được cứu, mức độ kiểm soát cháy lan và lỗi chiến thuật. Đây là cơ sở để đánh giá năng lực theo chuẩn đầu ra, phục vụ đào tạo trong nhà trường, huấn luyện thường xuyên tại đơn vị và diễn tập phối hợp nhiều lực lượng.

4. Thực trạng và yêu cầu đặt ra đối với ứng dụng mô phỏng cháy, kịch bản số trong huấn luyện, chỉ huy chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ

Công tác huấn luyện, diễn tập chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ thời gian qua đã có nhiều chuyển biến tích cực. Các hình thức huấn luyện lý thuyết, thao tác kỹ thuật, diễn tập phương án, thực hành trên thao trường, bãi tập và rút kinh nghiệm từ các vụ cháy, nổ, tai nạn, sự cố thực tế đã góp phần nâng cao trình độ nghiệp vụ, kỹ năng chiến đấu và khả năng phối hợp của lực lượng Cảnh sát PCCC và CNCH.

Tuy nhiên, trước yêu cầu chuyển đổi số và sự gia tăng tính phức tạp của các loại hình sự cố, phương thức huấn luyện hiện nay vẫn còn một số hạn chế.

Nhiều tình huống nguy hiểm khó tái hiện đầy đủ trong điều kiện thực địa do yêu cầu an toàn, kinh phí, địa điểm, nhân lực, phương tiện và tác động môi trường. Các tình huống cháy nhà cao tầng, tầng hầm, hóa chất, kho hàng lớn, không gian hạn chế hoặc chỉ huy hiệp đồng nhiều lực lượng thường khó tổ chức lặp lại nhiều lần với cùng điều kiện giả định.

Hệ thống tình huống huấn luyện chưa được số hóa đầy đủ thành ngân hàng kịch bản có cấu trúc, có khả năng dùng chung, cập nhật, phân cấp độ khó và đánh giá kết quả học tập. Ở Học viện PCCC và CNCH, nhiều nội dung huấn luyện vẫn dựa chủ yếu vào giáo trình, bài giảng, sơ đồ chiến thuật, mô hình công trình, video minh họa và kinh nghiệm thực tiễn của giảng viên. Đây là nguồn tri thức quan trọng, nhưng nếu chưa được chuẩn hóa thành dữ liệu số thì việc tái sử dụng, so sánh kết quả giữa các lớp, các khóa học hoặc giữa các lần diễn tập sẽ gặp khó khăn.

Khả năng trực quan hóa diễn biến cháy, lan truyền khói, phân bố nhiệt, cháy lan, suy giảm điều kiện thoát nạn và nguy cơ đối với lực lượng chữa cháy còn hạn chế. Trong nhiều bài giảng, người học chủ yếu tiếp nhận thông tin qua mô tả, hình ảnh tĩnh, sơ đồ hoặc video. Các phương thức này có giá trị minh họa nhưng chưa tạo được môi trường tương tác để học viên tự quan sát diễn biến, thử nghiệm phương án và nhận biết hệ quả của từng quyết định chiến thuật.

Để ứng dụng mô phỏng cháy và kịch bản số hiệu quả, trước hết phải bảo đảm tính nghiệp vụ. Kịch bản số phải xuất phát từ yêu cầu thực tiễn chiến đấu, chuẩn đầu ra đào tạo, mục tiêu huấn luyện và đặc điểm của từng nhóm đối tượng. Công nghệ chỉ là công cụ hỗ trợ; nội dung cốt lõi vẫn là tri thức nghiệp vụ PCCC và CNCH, khoa học cháy, chiến thuật chữa cháy, CNCH và kinh nghiệm chỉ huy thực tiễn.

Thứ hai, phải bảo đảm tính dữ liệu. Mô phỏng cháy và kịch bản số cần dựa trên dữ liệu về công trình, vật liệu, nguồn cháy, hệ thống PCCC, tuyến tiếp cận, nguồn nước, lực lượng, phương tiện, hành vi con người và diễn biến các vụ cháy, nổ, tai nạn, sự cố đã xảy ra. Việc chuẩn hóa dữ liệu đầu vào là điều kiện quan trọng để nâng cao độ tin cậy của mô phỏng và giá trị đào tạo của kịch bản.

Thứ ba, phải bảo đảm tính sư phạm và khả năng đánh giá. Mỗi kịch bản cần xác định rõ mục tiêu, nhiệm vụ, cấp độ khó, tiêu chí đánh giá, lỗi thường gặp và nội dung rút kinh nghiệm. Đối với Học viện PCCC và CNCH, yêu cầu này đặc biệt quan trọng vì kịch bản số phải gắn với chương trình đào tạo, học phần, chuẩn đầu ra và phương pháp kiểm tra, đánh giá học viên. Đồng thời, cần bảo đảm an toàn, bảo mật dữ liệu đối với công trình trọng điểm, phương án chữa cháy, tuyển tiếp cận và thông tin lực lượng.

5. Giải pháp ứng dụng mô phỏng cháy và xây dựng kịch bản số phục vụ huấn luyện, chỉ huy chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ

Để ứng dụng hiệu quả mô phỏng cháy và xây dựng kịch bản số, cần triển khai đồng bộ các giải pháp về dữ liệu, công nghệ, phương pháp huấn luyện, con người và cơ chế tổ chức thực hiện. Mô phỏng cháy và kịch bản số cần được coi là thành tố của đổi mới phương pháp huấn luyện, không đơn thuần là bổ sung phần mềm hoặc thiết bị.

Một là, xây dựng ngân hàng kịch bản số phục vụ huấn luyện chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ. Ngân hàng này nên được thiết kế theo loại hình sự cố, đối tượng huấn luyện, cấp độ năng lực và mục tiêu đào tạo. Các nhóm kịch bản có thể bao gồm cháy nhà ở kết hợp sản xuất, kinh doanh; cháy chung cư cao tầng; cháy tầng hầm; cháy cơ sở lưu trú; cháy kho hàng; cháy cơ sở hóa chất; tai nạn giao thông có người mắc kẹt; sự cố trong không gian hạn chế; sự cố có đông người cần thoát nạn. Đối với Học viện PCCC và CNCH, ngân hàng kịch bản cần gắn với từng học phần, từng trình độ đào tạo và từng yêu cầu năng lực cụ thể của học viên.

Hai là, chuẩn hóa cấu trúc của một kịch bản số. Mỗi kịch bản nên bao gồm tên tình huống, mục tiêu huấn luyện, đối tượng huấn luyện, bối cảnh công trình hoặc địa bàn, nguồn cháy hoặc dạng sự cố, điều kiện thời gian, lực lượng và phương tiện ban đầu, diễn biến theo mốc thời gian, nguy cơ đối với nạn nhân và lực lượng, điểm ra quyết định, yêu cầu xử lý, tiêu chí đánh giá và nội dung rút kinh nghiệm. Khi được chuẩn hóa, kịch bản có thể tái sử dụng, điều chỉnh, cập nhật và chia sẻ giữa các đơn vị, khoa chuyên ngành hoặc khóa đào tạo.

Ba là, kết hợp mô phỏng số với huấn luyện thực địa theo quy trình “học trên kịch bản số - thực hành trên thao trường - đánh giá bằng dữ liệu”. Trước khi ra thao trường, người học được tiếp cận kịch bản số để nhận diện công trình, diễn biến cháy, vị trí nguy hiểm, tuyển tiếp cận, nạn nhân giả định và mục tiêu chiến thuật. Khi thực hành, học viên triển khai đội hình, phương tiện, thao tác kỹ thuật theo tình huống đã phân tích. Sau huấn luyện, giảng viên sử dụng dữ liệu từ kịch bản, video, biên bản quan sát và kết quả thực hành để phân tích điểm mạnh, điểm yếu, lỗi chiến thuật và bài học kinh nghiệm.

Bốn là, phát triển các sản phẩm học liệu số phục vụ trực quan hóa huấn luyện. Trong giai đoạn đầu, có thể bắt đầu từ sơ đồ số công trình, mô hình 3D đơn giản, video mô phỏng diễn biến cháy, bản đồ số nguồn nước, tuyển tiếp cận, hình ảnh 360 độ của một số công trình mẫu và bài tập tình huống chỉ huy trên nền bản đồ. Trên cơ sở đó, từng bước phát triển các mô hình mô phỏng chuyên sâu hơn, tích hợp dữ liệu về khối, nhiệt, cháy lan, thông gió và phương án chiến thuật.

Năm là, xây dựng phòng huấn luyện mô phỏng chỉ huy chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ. Phòng huấn luyện có thể tích hợp màn hình bản đồ số, mô hình công trình, phần mềm tạo tình huống, hệ thống ghi nhận quyết định và kênh thông tin giả định giữa chỉ huy với các mũi chiến đấu. Người học được đặt vào vai trò chỉ huy, phải tiếp nhận tin báo, đánh giá tình huống, phân công lực lượng, điều chỉnh phương án và báo cáo kết quả. Đây là hướng phù hợp để đào tạo học viên chuyên ngành và bồi dưỡng cán bộ chỉ huy.

Sáu là, nâng cao năng lực số và tăng cường phối hợp trong xây dựng, khai thác kịch bản số. Cần bồi dưỡng cho giảng viên, cán bộ huấn luyện và cán bộ chỉ huy năng lực xác định yêu cầu nghiệp vụ, khai thác công cụ mô phỏng, thiết kế tình huống và đánh giá kết quả huấn luyện. Đồng thời, tăng cường phối hợp giữa cơ sở đào tạo, đơn vị chiến đấu, cơ quan quản lý và đơn vị công nghệ để phân tích các vụ việc thực tế, chuyển hóa thành kịch bản số và bổ sung vào ngân hàng học liệu. Trong đó, cơ sở đào tạo giữ vai trò nòng cốt trong chuẩn hóa, thử nghiệm và chuyển giao kịch bản phục vụ đào tạo, huấn luyện.

6. Chu trình xây dựng kịch bản số phục vụ huấn luyện, chỉ huy chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ

Để bảo đảm tính khoa học, thực tiễn và khả năng sử dụng lâu dài, việc xây dựng kịch bản số phục vụ huấn luyện, chỉ huy chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ cần được tổ chức theo một chu trình thống nhất. Bước thứ nhất là thu thập và chuẩn hóa dữ liệu, bao gồm hồ sơ công trình, sơ đồ mặt bằng, hệ thống kỹ thuật PCCC, đặc điểm vật liệu, nguồn nước chữa cháy, tuyến tiếp cận, lực lượng, phương tiện, tình huống sự cố điển hình và kinh nghiệm xử lý thực tế.

Bước thứ hai là xác định mục tiêu huấn luyện. Mỗi kịch bản cần trả lời rõ câu hỏi: huấn luyện năng lực gì, cho đối tượng nào, ở cấp độ nào. Mục tiêu có thể là nhận diện nguy cơ, triển khai đội hình chữa cháy, cứu người, thông gió, cấp nước, chỉ huy mũi chiến đấu, chỉ huy cấp đội hình lớn, phối hợp liên ngành hoặc đánh giá an toàn lực lượng.

Bước thứ ba là thiết kế kịch bản số, trong đó xác định bối cảnh, nguồn cháy, diễn biến, yếu tố nguy hiểm, nạn nhân, lực lượng tham gia, phương tiện, mốc thời gian, điểm ra quyết định và tiêu chí đánh giá. Bước thứ tư là mô phỏng và trực quan hóa bằng sơ đồ số, mô hình 3D, video mô phỏng, phần mềm mô phỏng cháy, bản đồ số hoặc môi trường thực tế ảo.

Bước thứ năm là tổ chức huấn luyện, có thể sử dụng trong giờ học lý thuyết, bài tập tình huống, huấn luyện nhóm, huấn luyện chỉ huy trên máy tính, huấn luyện thực tế ảo hoặc kết hợp với diễn tập thực địa. Bước thứ sáu là đánh giá, rút kinh nghiệm và cập nhật kịch bản. Sau mỗi lần sử dụng, kịch bản cần được bổ sung dữ liệu mới, điều chỉnh điểm chưa phù hợp và hoàn thiện để ngày càng sát thực tiễn.

7. Kết luận

Ứng dụng mô phỏng cháy và xây dựng kịch bản số là hướng đi cần thiết nhằm nâng cao chất lượng huấn luyện, diễn tập và chỉ huy chữa cháy, CNCH. Hướng tiếp cận này không chỉ đưa công nghệ hiện đại vào đào tạo, mà còn chuyển hóa tri thức nghiệp vụ, kinh nghiệm thực tiễn và dữ liệu sự cố thành tài nguyên huấn luyện có cấu trúc, có khả năng tái sử dụng, đánh giá và cải tiến liên tục. Thông qua mô phỏng cháy và kịch bản số, người học có thể quan sát diễn biến động của sự cố, thử nghiệm phương án chiến thuật, nhận thức rõ hệ quả của

quyết định chỉ huy và rèn luyện năng lực xử lý tình huống trong môi trường an toàn hơn. Đối với các cơ sở đào tạo chuyên ngành như Học viện PCCC và CNCH, việc phát triển ngân hàng kịch bản số, học liệu số, mô hình 3D, bài tập tình huống và phòng huấn luyện mô phỏng chỉ huy sẽ góp phần đổi mới phương pháp đào tạo, nâng cao chất lượng huấn luyện thực hành, rèn luyện tư duy chiến thuật và năng lực chỉ huy cho học viên, qua đó xây dựng môi trường đào tạo hiện đại, thực chất, sát yêu cầu thực tiễn.■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. National Institute of Standards and Technology. *Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide*. NIST Special Publication 1018. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology.
2. National Institute of Standards and Technology. *Fire Dynamics Simulator User's Guide*. NIST Special Publication 1019. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology. DOI: 10.6028/NIST.SP.1019.
3. Wheeler, S. G., Engelbrecht, H., & Hoermann, S. (2021). *Human Factors Research in Immersive Virtual Reality Firefighter Training: A Systematic Review*. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 671664. DOI: 10.3389/frvir.2021.671664.
4. Morélot, S., Garrigou, A., Dedieu, J., & N'Kaoua, B. (2021). *Virtual reality for fire safety training: Influence of immersion and sense of presence on conceptual and procedural acquisition*. *Computers & Education*, 166, 104145. DOI: 10.1016/j.compedu.2021.104145.
5. Zhu, Y., & Li, N. (2021). *Virtual and augmented reality technologies for emergency management in the built environments: A state-of-the-art review*. *Journal of Safety Science and Resilience*, 2(1), 1-10. DOI: 10.1016/j.jnlssr.2020.11.004.
6. National Fire Protection Association. *NFPA 1402: Standard on Facilities for Fire Training and Associated Props*. Quincy, MA: NFPA.
7. National Fire Protection Association. *NFPA 1410: Standard on Training for Emergency Scene Operations*. Quincy, MA: NFPA.
8. National Fire Protection Association. *NFPA 1021: Standard for Fire Officer Professional Qualifications*. Quincy, MA: NFPA.
9. ISO 22320. *Security and resilience - Emergency management - Guidelines for incident management*. International Organization for Standardization.