



Tiếp cận giáo dục đại học 4.0 – Các đặc trưng và tiêu chí đánh giá

Nguyễn Hữu Đức^{1,*}, Nguyễn Hữu Thành Chung², Nghiêm Xuân Huy¹,
Mai Thị Quỳnh Lan¹, Trần Thị Bích Liễu¹, Hà Quang Thụy³, Nguyễn Lộc⁴

¹Đại học Quốc gia Hà Nội, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn, ĐHQGHN, 336 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

³Trường Đại học Công nghệ, ĐHQGHN, 144 Xuân Thủy, Hà Nội, Việt Nam

⁴Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, 300A Nguyễn Tất Thành, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Nhận ngày 14 tháng 11 năm 2018

Chỉnh sửa ngày 21 tháng 11 năm 2018; Chấp nhận đăng ngày 22 tháng 11 năm 2018

Tóm tắt: Giáo dục đại học đáp ứng với cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư (gọi tắt “đại học 4.0”) trong nghiên cứu này được xác định là mô hình đại học thông minh định hướng đổi mới sáng tạo, trong đó thành tố đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp là triết lý, mục tiêu và phương thức tạo ra giá trị gia tăng; còn thành tố thông minh là phương thức và điều kiện tổ chức thực hiện dựa vào các tiến bộ của công nghệ 4.0. Các đặc trưng cơ bản của mô hình đại học thông minh định hướng đổi mới sáng tạo được mô tả trong mô hình “543”, bao gồm: đào tạo định hướng khởi nghiệp (mô hình 5 trong 1); nghiên cứu hàn lâm định hướng đổi mới sáng tạo; hệ sinh thái đổi mới sáng tạo (mô hình 4 trong 1); đại học thông minh với hệ thống kết nối thực - ảo; cơ chế vận hành (mô hình 3 trong 1); mức độ quốc tế hóa và trách nhiệm cộng đồng. Bộ tiêu chuẩn và các tiêu chí của mô hình “đại học 4.0” theo tiếp cận đảm bảo chất lượng giáo dục và xếp hạng đại học đã được xây dựng. Bộ chỉ số của các tiêu chí này có thể sử dụng để đối sánh với các trường đại học tương đương mức 4 sao của QS Star hoặc nhóm QS 200 đại học châu Á.

Từ khóa: Đại học 4.0, đại học thông minh, đại học định hướng đổi mới sáng tạo, hệ sinh thái đổi mới sáng tạo, khởi nghiệp, hệ thống thực - ảo.

1. Mở đầu

Thế giới đã trải qua ba cuộc cách mạng công nghiệp và đang bước vào cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư (CMCN 4.0) với sự phân

loại từ 1.0 đến 4.0 lần lượt gắn với sáng chế về máy hơi nước (năm 1780); điện (năm 1870); điện tử và công nghệ thông tin (năm 1969) và các hệ thống kết nối thực - ảo (từ năm 2010) [1]. Trong đó, các công nghệ cơ bản của cuộc CMCN 4.0 như trí tuệ nhân tạo, số hóa, tự động hóa và internet kết nối vạn vật đang xâm nhập ngày càng mạnh mẽ vào cuộc sống, làm ảnh hưởng sâu sắc đến giáo dục đại học thế giới.

*Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-912224791.

Email: ducnh@vnu.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1116/vnupam.4160>

Trong bối cảnh đó, giáo dục đại học phải phát triển song đôi với với CMCN 4.0, vừa để thích ứng vừa để cạnh tranh và dẫn dắt.

Trong lịch sử phát triển, đại học thế giới luôn thích ứng với bối cảnh và yêu cầu của kinh tế - xã hội. Sự phát triển của đại học thế giới cũng thường được phân chia tương tự từ 1.0 đến 4.0. Tuy nhiên, nếu sự phân loại các cuộc CMCN chủ yếu dựa vào sự thay đổi về tư liệu lao động, phương thức sản xuất và phương thức giao tiếp, thì việc phân chia sự phát triển đại học lại có sự khác biệt. Theo tiếp cận của công nghệ dạy – học thì đại học 1.0 và 2.0 liên quan đến mức độ ứng dụng công nghệ web tương ứng [2]. Theo cách tiếp cận này, đại học 4.0 sẽ được hiểu là đại học IoT (*Internet of Things – Internet kết nối vạn vật*) hoặc CPS (*Cyber Physical System – Hệ thống kết nối thực - ảo*).

thức và mô hình 3.0 (giai đoạn 1990-2000) vừa đào tạo vừa nghiên cứu sáng tạo ra tri thức mới. Từ năm 2000 đến nay, đại học đang phát triển theo mô hình đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp 4.0. Trong thực tế, Trường Đại học Bologna với mục đích nghiên cứu đã được thành lập ở châu Âu từ năm 1088. Đặc biệt, Trường Đại học Humboldt - một đại học nghiên cứu hoàn chỉnh đúng nghĩa cũng đã thực sự hình thành từ năm 1810. Ngay sau đó, mô hình đại học nghiên cứu này đã được phát triển ở Anh và du nhập thành công sang Hoa kỳ, Nhật Bản [4]. Hơn thế nữa, hoạt động đổi mới sáng tạo cũng đã được triển khai thành công ở các trường đại học của Hoa Kỳ từ hơn 40 năm trước [5]. Vậy nên, có thể nhận xét rằng các mô hình đại học trong phân loại này có những bất cập nhất định.

Gần đây, sự phát triển đại học từ 1.0 đến 4.0 đã được phân chia dựa theo mục tiêu và phương

Bảng 1. Sự phân loại các mô hình đại học theo các đặc trưng hoạt động [3]

Đặc điểm	Giáo dục 1.0 (trước năm 1980)	Giáo dục 2.0 (những năm 1980)	Giáo dục 3.0 (những năm 1990)	Giáo dục 4.0 (những năm 2000)
Mục tiêu	Đào tạo kiến thức	Đào tạo việc làm	Sáng tạo tri thức	Đổi mới và sáng tạo tri thức
Chương trình đào tạo	Đơn ngành	Đa ngành	Liên ngành	Xuyên ngành
Công nghệ đào tạo	Giấy và bút	Máy tính	Internet và Mobile	Kết nối vạn vật
Năng lực số	Tị nạn số	Di cư số	Bản địa số	Công dân số
Giảng dạy	Một chiều	Hai chiều	Đa chiều	Mọi nơi
Giảng đường	Phòng học truyền thống	Phòng học và bấm chuột	Mạng	Hệ sinh thái
Đầu ra	Công nhân lành nghề	Công nhân tri thức	Đồng sản xuất tri thức	Nhà sáng tạo và khởi nghiệp

Theo một cách phân chia khác [3], Ong & Nguyen (2017) trình bày bốn giai đoạn lịch sử và mức độ phát triển của đại học như trên bảng 1. Lưu ý là, bốn mức độ phát triển đại học này không tương thích với bốn thời kỳ CMCN. Đáp ứng cho 3 cuộc CMCN trước đây (1.0 đến 3.0), đại học luôn ở mô hình 1.0 (trước năm 1980) – đào tạo nguồn nhân lực có kỹ năng. Từ năm 1980 đến năm 1990, đại học chuyển đổi nhanh sang mô hình 2.0 đào tạo nguồn nhân lực có tri

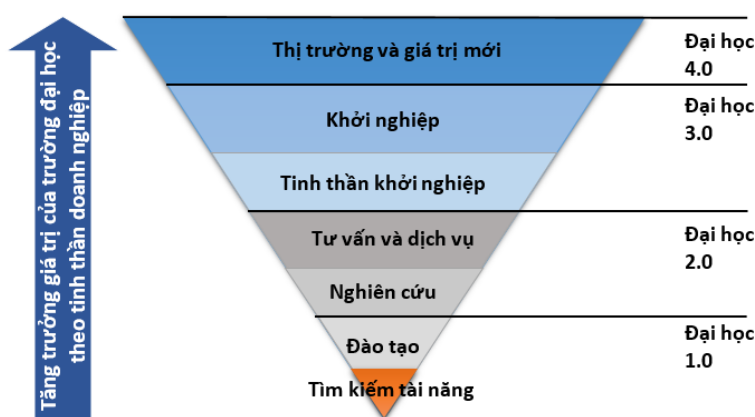
thức tạo ra giá trị gia tăng của đại học đó (hình 1).

Theo Engovatova và Kuznetsov [6], Đại học 1.0 thực hiện chức năng truyền thụ kiến thức, bồi dưỡng nhân tài và đào tạo chuyên gia. Đại học 2.0 thực hiện cả hai chức năng đào tạo và nghiên cứu, góp phần tạo ra tri thức mới thông qua nghiên cứu và có thể triển khai dịch vụ tư vấn cho cộng đồng. Ở mức độ này, đại học có thể phát triển một số công nghệ theo đặt hàng của doanh nghiệp. Mặc dù, đại học chưa

thực thi được hoạt động sở hữu trí tuệ, nhưng có thể thương mại hóa tri thức thông qua hoạt động nghiên cứu và triển khai (R&D). Cùng với hoạt động đào tạo và nghiên cứu, Đại học 3.0 thực hiện chức năng chuyển giao công nghệ. Ở đó, sở hữu trí tuệ được quản lý hiệu quả, công nghệ được thương mại hóa. Văn hóa khởi nghiệp dựa vào công nghệ được thiết lập. Đại học 3.0 có thể đáp ứng nhanh yêu cầu của doanh nghiệp trong việc đào tạo chuyên gia hoặc nghiên cứu cung cấp các giải pháp công nghệ mới mà doanh nghiệp quan tâm. Đại học 3.0 là đại học sáng nghiệp (*Entrepreneurial University*). Ở Việt Nam, mô hình và khái niệm đại học sáng nghiệp (hay đại học khởi nghiệp sáng tạo) đã được Nguyễn Hữu Đức giới thiệu từ năm 2013 [2]. Khi Việt ngữ hóa, một số tác giả khác lại sử dụng thuật ngữ “đại học doanh nghiệp” [7].

cứu và cung cấp tri thức nói chung). Do đó, năng lực tự chủ tài chính của đại học được nâng cao. Đây là cách phân loại vừa phản ánh được sự phát triển của các mô hình đại học theo lịch sử, nhưng đồng thời cũng phản ánh sự phân tầng theo sứ mệnh và giá trị của các trường đại học. Các mô hình đại học nói trên không loại trừ lẫn nhau mà ở ngay thời điểm hiện nay có thể đều đang tồn tại.

Trong khi còn cần phải trao đổi để thống nhất cách phân loại sự phát triển của các mô hình đại học, qua phân tích đã có thể thống nhất được rằng hiện nay các đại học trên thế giới (nhất là ở nước Nga theo cách phân tích của Engovatova và Kuznetsov), đang ở mức độ xây dựng đại học sáng nghiệp (tức là đại học 3.0). Đây là mô hình đại học làm động lực cho sự phát triển của nền kinh tế mới. Năm 2013, Hội đồng Cố vấn về đổi mới và sáng nghiệp quốc



Hình 1. Sự phát triển của các mô hình đại học tương ứng với mức độ gia tăng giá trị [6].

Đại học 4.0 hoạt động như là một nơi cung cấp tri thức của tương lai; trở thành người dẫn dắt sự phát triển công nghiệp công nghệ cao và thực thi việc vốn hóa nguồn tài sản tri thức và công nghệ của mình ở mức độ cao.

Theo cách phân loại của Engovatova và Kuznetsov, từ đại học 1.0 đến 4.0, năng lực bồi dưỡng nhân tài và nghiên cứu đổi mới sáng tạo yêu cầu càng cao; ngày càng có nhiều giá trị gia tăng được tạo ra trong khuôn viên đại học, chứ không chỉ dừng lại ở mức các sản phẩm trung gian (đào tạo và cung cấp chuyên gia; nghiên

gia (*National Advisory Council on Innovation and Entrepreneurship*) thuộc Bộ Thương mại Hoa Kỳ có nhận định rằng đại học đổi mới và sáng nghiệp (*Innovative and Entrepreneurial University*) là sự đồng hành của giáo dục đại học Hoa Kỳ trong thời đại ngày nay [8].

Theo tiếp cận xếp hạng đại học, cũng có thể thấy rằng khoảng từ năm 2003, các bảng xếp hạng đại học đều đánh giá theo các tiêu chí đào tạo, nghiên cứu và mức độ quốc tế hóa (ví dụ: ARWU - Đại học Giao thông Thượng Hải; QS - Quacquareli Symonds Ranking), hoặc đánh giá

theo các tiêu chí nghiên cứu và số hóa (WEBO - Webometrics), phản ánh đặc trưng của đại học 3.0 theo phân loại của Ong and Nguyen (2016). Gần đây (năm 2012), QS phát triển thêm bảng đánh giá QS Star rating đưa thêm các tiêu chí đổi mới sáng tạo (*innovation*) và mức độ số hóa (*digital factor*) [9]. Tiếp cận tương tự cũng được bảng xếp hạng SCIMAGO thực hiện từ năm 2014 [10]. Rõ ràng là, các bảng xếp hạng cũng đang phản ánh rất kịp thời sự chuyển đổi nhanh của đại học từ mô hình đại học định hướng nghiên cứu và số hóa sang mô hình đại học thông minh định hướng đổi mới sáng tạo (*Innovation-driven Smart University*), trong đó đặc trưng đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp (thuộc nội hàm của đại học 3.0) – là triết lý, mục tiêu và phương thức gia tăng giá trị, đồng thời là giải pháp và khả năng thích ứng với CMCN 4.0 của trường đại học. Không có năng lực đổi mới sáng tạo, trường đại học không những không có khả năng vận hóa tri thức và gia tăng giá trị cho mình mà còn bị CMCN 4.0 bỏ rơi. Đặc trưng thông minh và kết nối thực - ảo là phương thức và giải pháp sử dụng các công nghệ 4.0 hiện đại để triển khai triết lý và mục tiêu giáo dục đã nêu. Kết hợp hai đặc trưng này chính là mô hình 4.0 mà cả hai cách phân loại của Ong và Nguyên [3] và Engovatova và Kuznetsov [6] đang hướng đến.

Giáo dục đại học 4.0 đang được nghiên cứu và thảo luận rộng rãi với nhiều đối tượng tác giả, diễn giả; nhiều diễn đàn (tạp chí, bản tin, báo mạng, hội thảo...), nhiều cách tiếp cận (người làm chính sách, nhà khoa học, doanh nhân...), mọi người, mọi lúc và mọi nơi. Tuy nhiên, cách tiếp cận đa số còn theo hướng đơn chiều, đôi khi có yếu tố kinh nghiệm. Trong bài báo này, mô hình đại học thông minh định hướng đổi mới sáng tạo sẽ được phân tích và mô tả một cách hệ thống theo tiếp cận thực tiễn và khái niệm về cuộc cách mạng 4.0; từ khái niệm các mức độ sẵn sàng về công nghệ (*Technology Readiness Levels – TRL*), “thung lũng chết” (*Valley of the death*) về chuyển giao công nghệ đến các hệ thống IoT và CPS. Đây chính là mô hình đại học thích ứng với cuộc CMCN 4.0 cả về mục tiêu, phương thức thực hiện và phương

thức gia tăng hệ thống giá trị. Sau phần phân tích và xác định các đặc trưng cơ bản, bài báo này sẽ trình bày bộ tiêu chuẩn và các tiêu chí đánh giá mức độ thích ứng mô hình “đại học 4.0” theo tiếp cận đảm bảo chất lượng giáo dục và xếp hạng đại học, áp dụng cho nhóm trường đại học tương đương mức 4 sao của QS Star hoặc nhóm 200 đại học châu Á của QS Ranking.

2. Các đặc trưng của đại học thông minh định hướng đổi mới sáng tạo

Đại học thông minh định hướng đổi mới sáng tạo hay đại học thích ứng với CMCN 4.0, theo nghiên cứu và đề xuất của chúng tôi, có 7 đặc trưng lần lượt được trình bày dưới đây.

2.1. Đào tạo theo định hướng khởi nghiệp

Trong nền công nghiệp 4.0, các mối quan hệ tương tác cơ bản của lực lượng sản xuất là tương tác giữa các thiết bị và giữa thiết bị với con người, tạo ra một hình thái sản xuất mới đòi hỏi những kỹ năng mới ở lực lượng lao động. Sự xuất hiện và bị thay thế nhanh chóng của các loại công nghệ dẫn đến sự xuất hiện nhanh chóng của các loại nghề nghiệp phi truyền thống. Đây là đặc điểm quan trọng không những đề định hướng cho việc *thay đổi chương trình đào tạo, hình thành các ngành nghề mới* trong các trường đại học mà định hướng “*học tập suốt đời*” còn trở thành sợi chỉ đỏ xuyên suốt đối với mọi kỹ năng làm việc trong thời kỳ CMCN 4.0. Diễn đàn kinh tế thế giới [11] đưa ra một khung năng lực và kỹ năng làm việc của công dân 4.0 (bảng 2), trong đó, có năng lực cơ bản (năng lực nhận thức và năng lực thể chất), kỹ năng cơ bản (kỹ năng nội dung và kỹ năng xử lý) và kỹ năng liên chức năng (kỹ năng xã hội, kỹ năng quản lý nguồn nhân lực, kỹ năng kỹ thuật, kỹ năng hệ thống và kỹ năng giải quyết các vấn đề phức tạp).

Vai trò và mục tiêu đào tạo đang thay đổi theo hướng thúc đẩy tinh thần đổi mới sáng tạo cho người học, dạy cho người học biết phát triển tài năng cá nhân (*personalized learning*), nhưng biết sáng tạo tập thể (*common creating*).

Hơn thế nữa, sứ mệnh giáo dục có sự chuyển đổi: giáo dục đại học được yêu cầu phải chuẩn bị lực lượng lao động chất lượng cao có khả năng di chuyển dễ dàng hơn giữa các ngành nghề, giữa các lĩnh vực hoạt động và giữa các nền văn hóa khác nhau, chứ không phải đào tạo họ cho một ngành nghề cụ thể, ở một thời gian và trong không gian cụ thể. Giáo dục cần tập trung vào phát triển các năng lực chung và các năng lực thuộc các lĩnh vực chuyên ngành.



Hình 2. Mô hình “5 trong 1” với một (1) Chuẩn đầu ra với nhiều kỹ năng mới của công dân 4.0 và năm (5) thành tố của quá trình đào tạo [12].

Để thích ứng với cuộc CMCN 4.0, đào tạo theo định hướng khởi nghiệp phải được triển khai theo mô hình “5 trong 1” (5 thành tố trong 1 mục tiêu) (hình 2), trong đó: Một (1) Chuẩn đầu ra với nhiều kỹ năng mới của công dân 4.0 và Năm (5) thành tố bao gồm:

- Có nhiều chương trình đào tạo (ngành nghề) mới có tính liên ngành và xuyên ngành cao và nhiều chương trình đào tạo gắn với công nghệ 4.0;

- Cấu trúc chương trình đào tạo mới;
- Công nghệ đào tạo mới;
- Các dự án khởi nghiệp mới;

- Hệ sinh thái giáo dục khởi nghiệp mới kết nối tất cả các bên liên quan: giảng viên, người học, giảng đường, phòng thí nghiệm và người sử dụng.

Trước hết, về mục tiêu giáo dục, tinh thần khởi nghiệp đó còn phải được thể hiện trong các chuẩn đầu ra với các kỹ năng và chuẩn năng lực sáng tạo và khởi nghiệp của công dân 4.0, đào tạo được các nhà khởi nghiệp sáng tạo có các năng lực và phẩm chất như năng lực sáng tạo, sáng nghiệp, công dân kỹ thuật số, các năng lực sử dụng các thiết bị công nghệ thực ảo, làm việc trong môi trường thực ảo, công dân toàn cầu, năng lực tự học, hợp tác và xúc cảm xã hội như đã nêu ở trên (xem bảng 2).

Về các chương trình đào tạo ngành nghề mới mà nền công nghiệp 4.0 đòi hỏi, trong một kết quả mới đây của nhóm nghiên cứu [13], chúng tôi đã phân tích mối liên hệ giữa các lĩnh vực kinh tế - kỹ thuật dự báo sẽ bùng nổ và 10 công nghệ cốt lõi: Công nghệ số; Công nghệ dữ liệu lớn; Trí tuệ nhân tạo; Người máy; Internet kết nối vạn vật; Công nghệ vật liệu mới và cảm biến; Công nghệ nano; Công nghệ in 3D; Công nghệ năng lượng và Công nghệ sinh học. Trong đó, hệ thống thực - ảo được coi là nền tảng. Các công nghệ cốt lõi này sẽ tạo ra các thay đổi có tầm ảnh hưởng lớn nhất trong 10 năm tới của thế giới, hình thành các đột phá về các giải pháp: Khả năng kiểm soát và phòng chống bệnh tật; Điều trị y tế; Dược phẩm; Các giải pháp năng lượng; Truyền thông số; Thiết bị đa phương tiện và Ánh sáng; Thiết bị công nghệ sinh học; Vật lý hạt cơ bản; Vật liệu mới và vật liệu nano; Di truyền học. Đây là các ngành nghề đặc trưng của thời kỳ công nghiệp mới mà các trường đại học không thể không đầu tư phát triển. Đối với các quốc gia, hệ thống lĩnh vực ngành nghề đào tạo còn được xác định cụ thể, tích hợp phù hợp với ưu tiên. Ví dụ, ở Malaysia, 5 nhóm lĩnh vực sau đây đã được xác định [14]: (i) – Trí tuệ nhân tạo, học máy, tự động hóa, an toàn mạng, dữ liệu lớn và phân tích dữ liệu; (ii) – Các lĩnh vực kỹ thuật lai như Công nghệ sinh học, Khoa học và công nghệ y sinh, công nghệ thông tin, khoa học máy tính và chăm sóc sức khỏe; (iii) – Khí hậu, năng lượng, tài nguyên và môi trường; (iv) – Giáo dục khai phóng, công nghệ thiết kế và công nghiệp sáng tạo; (v) – Giáo dục và đào tạo kỹ năng.

Bảng 2. Các năng lực và kỹ năng cơ bản của nguồn nhân lực 4.0 [11]

NĂNG LỰC	KỸ NĂNG CƠ BẢN	KỸ NĂNG LIÊN CHỨC NĂNG	
Các khả năng nhận thức (Cognitive Abilities) Linh hoạt về nhận thức Sáng tạo Lập luận logic Nhạy bén trong nhận biết vấn đề Lập luận toán học Tư duy hình tượng	Các kỹ năng nội dung (Content skills)	Các kỹ năng xã hội (Social Skills)	Các kỹ năng quản lý nguồn lực (Resource Management Skills)
	Học chủ động	Phối hợp với người khác	Quản lý các nguồn tài chính
	Trình bày bằng lời nói Đọc hiểu	Năng lực xúc cảm Thương lượng	Quản lý tư liệu Quản lý con người
	Trình bày bằng văn viết Hiểu biết về CNTT	Thuyết phục Định hướng dịch vụ Đào tạo và giáo dục người khác	Quản lý thời gian
Các khả năng thể chất (Physical Abilities) Sức khỏe thể chất Nhạy nhẹn, khéo léo và chính xác	Các kỹ năng xử lý (Process skills)	Các kỹ năng hệ thống (Systems Skills)	Các kỹ năng kỹ thuật (Technical Skills) Bảo dưỡng và sửa chữa thiết bị
	Nghe chủ động	Phán xét và ra quyết định	Vận hành và kiểm soát thiết bị
	Tư duy phê phán	Phân tích hệ thống	Lập trình
	Giám sát bản thân và người khác	Các kỹ năng giải quyết vấn đề phức tạp Giải quyết vấn đề phức tạp	Kiểm soát chất lượng Công nghệ và thiết kế theo trải nghiệm người dùng Giải quyết vấn đề

Lưu ý rằng, trong thời đại 4.0, đổi mới sáng tạo không chỉ xảy ra trong lĩnh vực công nghệ - kỹ thuật mà với khả năng sử dụng nền tảng công nghệ chung, đổi mới sáng tạo cũng hoàn toàn được triển khai trong cả các lĩnh vực khoa học xã hội và quản lý, đặc biệt là lĩnh vực công nghiệp văn hóa và công nghiệp sáng tạo (điện ảnh, mỹ thuật, âm nhạc, sáng tác...). Về lĩnh vực này, một số trường đại học ở Việt Nam, nhất là các trường đại học tư thục đã rất năng động, tiên phong đi đầu. Ngoài ra, các ngành nghề dịch vụ, tiêu thụ cũng sẽ có nhu cầu rất lớn.

Tinh thần sáng nghiệp của đại học 4.0 không chỉ được thể hiện trong đặc điểm ngành nghề mới, mà cả trong *cấu trúc của chương trình đào tạo*. Theo đó, tiếp cận kiểu chương trình đào tạo linh hoạt (*Fluid and Organic*

Curriculum) và kiểu chương trình đào tạo sẵn sàng cho tương lai (*Future Readiness Curriculum*) của Bộ Giáo dục Đại học Malaysia đề xuất [14] là một hướng đi rất logic và hợp lý. Trước hết, sự linh hoạt thể hiện ở chỗ thay cho nền tảng kiến thức cơ bản là các môn học đại cương truyền thống (ví dụ như Toán cao cấp, Vật lý đại cương, Tin học cơ sở...), các trường đại học cần quan tâm bổ sung các môn học mới, ví dụ như về Công nghệ 4.0 đại cương, Kỹ năng số và khoa học dữ liệu, Giáo trình khởi nghiệp và Kiến thức về sở hữu trí tuệ. Các môn học như vậy phải là hành trang khởi nghiệp sáng tạo của công dân 4.0. Trong trường hợp này, các yếu tố thích hợp của giáo dục khai phóng cũng cần được tích hợp. Theo Hiệp hội các trường đại học và cao đẳng Mỹ (*Association of American Colleges and Universities - AACU*), mục tiêu của giáo dục khai phóng là nhằm trao

quyền cho các cá nhân có kiến thức rộng và các kỹ năng có thể chuyển đổi phù hợp với ngữ cảnh thế giới thực, đồng thời nuôi dưỡng trách nhiệm xã hội và ý thức mạnh mẽ về đạo đức và giá trị [15]. Ở rất nhiều trường đại học của Trung Quốc, như Đại học Thanh Hoa, Đại học Bắc Kinh và Đại học Chiết Giang, giáo dục khai phóng được xác định là một nội dung hỗ trợ đổi mới giáo dục và giáo dục khởi nghiệp [16]. Trong đó, môn học “Thiết kế tư duy” (*Design Thinking*) là một nội dung tiêu biểu. Khóa học này (i) cung cấp cho sinh viên sự trải nghiệm để tìm hiểu quá trình thiết kế lấy con người là trung tâm; (ii) đưa sinh viên đến với các vấn đề trong thế giới thực và (iii) cung cấp cho sinh viên các giả định suy nghĩ về cách tiếp cận sáng tạo để giải quyết vấn đề trong môi trường kinh doanh. Mục tiêu của khóa học cũng nhằm uơm tạo ý tưởng đổi mới sáng tạo hoặc khởi nghiệp trong sinh viên các ngành khoa học và kỹ thuật. Nhờ đó, một số sinh viên có thể trở thành nhà lãnh đạo, doanh nhân, nhà hoạch định chính sách, hoặc đóng vai trò quan trọng khác trong việc thúc đẩy đổi mới kinh doanh và doanh nghiệp dựa vào công nghệ 4.0, với sứ mệnh mang lại sự đổi mới thực sự và ý thức trách nhiệm xã hội cao. Sinh viên quan tâm rất nhiều vào môn học này và tích cực ghi danh vào khóa học Đổi mới sáng tạo và Khởi nghiệp [16].

Theo tiếp cận cấu trúc chương trình đào tạo linh hoạt (*Fluid and Organic; Flexible and Non-conventional; Industry Partnership and Global Programs*) của Malaysia [14], các cấu trúc chương trình đào tạo chuẩn mực và cứng nhắc như trước đây không còn hợp lý nữa, mà cần phải tạo điều kiện để được cập nhật bất cứ lúc nào, thích ứng nhanh với yêu cầu của doanh nghiệp và nhu cầu bổ sung kinh nghiệm của sinh viên. Đồng thời, các chương trình như vậy sẽ thúc đẩy hợp tác đào tạo giữa các trường đại học (sinh viên có thể chọn học các tín chỉ ở trường khác trong nước và quốc tế) và thúc đẩy triết lý giáo dục mọi lúc, mọi nơi của đại học thông minh. Sinh viên có thể chọn bất cứ môn học của bất kỳ chương trình đào tạo nào mà trường hoặc các đối tác hàn lâm và doanh nghiệp của trường có. Ngoài ra, các chương

trình đào tạo còn được tổ chức theo hướng tích hợp và hội tụ một số ngành, chuyên ngành. Ví dụ như các chương trình kỹ thuật lai (*Hybrid Technical Programs*) tích hợp các ngành khoa học máy tính, khoa học tự nhiên hoặc kỹ thuật đơn ngành truyền thống thành các ngành học có tính liên ngành cao như Công nghệ kỹ thuật Tin sinh, Công nghệ kỹ thuật Y sinh... hoặc các chương trình đào tạo có nền tảng khoa học dữ liệu cao (*Data Science-embedded Curriculum*s). Nói rộng ra, cách tiếp cận xuyên ngành (*transdisciplinary*) là rất cần thiết nhằm đáp ứng tính vô định của bối cảnh công nghiệp 4.0. Trong khi tiếp cận đơn ngành (*intradisciplinary*) tìm kiếm các giải pháp cho một vấn đề thông qua ống kính của một môn học, ngành học duy nhất thì tiếp cận đa ngành (*multidisciplinary*) là cách dạy do chuyên gia từ hai hoặc nhiều ngành hơn cùng đưa chuyên môn riêng biệt vào một giải pháp. Tiếp cận liên ngành (*integrated hay là interdisciplinary*) là việc chuyển giao các phương pháp từ một môn học, ngành học này sang môn khác, ngành học để giải quyết một vấn đề. Tiếp cận xuyên ngành (*transdisciplinary*) là tiếp cận mới được tạo ra và tích hợp trong quá trình giải quyết các vấn đề xã hội phức tạp, có thực [17].

Đối với Việt Nam, việc thay đổi chương trình đào tạo không chỉ để giúp sinh viên suy nghĩ sáng tạo hơn và thực thi tinh thần đổi mới sáng tạo hiệu quả mà còn phải lưu ý làm sao để hỗ trợ nhiều hơn giúp họ chuyển từ một thiết chế giáo dục giáo khoa bảng (chỉ hướng đến các kỳ thi) thành một môi trường học tập dựa trên trải nghiệm có định hướng.

Về các dự án khởi nghiệp, các kinh nghiệm của Đại học Quốc gia Singapore về mô hình đào tạo khởi nghiệp rất có ý nghĩa. Singapore quan niệm rằng, đất nước của họ nhỏ và nghèo tài nguyên, nếu không có đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp thì không những rất khó tồn tại mà còn không thể mơ đến sự thịnh vượng [18]. Từ đầu những năm 2000, Đại học Quốc gia Singapore (NUS) đã xác định sứ mạng và tầm nhìn gắn với nghiên cứu trình độ cao và đổi mới sáng tạo. Hiện nay, NUS đang tiếp tục mạnh mẽ tinh thần đó. NUS đã xây dựng mạng lưới và hệ

sinh thái đổi mới sáng tạo hoàn chỉnh bắt đầu từ nghiên cứu của giảng viên, nghiên cứu viên và sinh viên; đào tạo dự án khởi nghiệp tại các doanh nghiệp ở trong và ngoài nước (NOC – *NUS Oversea Colleges*); kết nối với hệ sinh thái quốc gia và thiết lập, làm “bà đỡ” cho các bộ phận khởi nghiệp mới. Đối với chương trình NOC, hàng năm đã có khoảng 1.000 sinh viên xuất sắc được tài trợ học bổng để tham gia. Các chương trình này triển khai theo mô hình một năm học trọn vẹn hoặc các khóa ngắn hạn, trong đó, các môn học lý thuyết được học tại các trường đại học đối tác, còn thực hành khởi nghiệp được thực hiện tại các doanh nghiệp của các cựu sinh viên NUS. Ví dụ, đối với NOC ở Silicon Valley, sinh viên học tập ở đại học Stanford còn thực hành khởi nghiệp công nghệ ở Silicon Valley. Đối với NOC ở Thượng Hải thì sinh viên học ở đại học Phúc Đán, còn thực hành tại các doanh nghiệp của Trung Quốc [18].

Ở Trung Quốc, Bộ Giáo dục cũng đã ban hành chính sách cho phép sinh viên nghỉ một năm để theo đuổi một dự án khởi nghiệp [16]. Tương tự, ở Malaysia, mô hình đào tạo *2u2i* (chương trình đào tạo dựa trên việc làm, với lộ trình học tập gồm 2 năm trong trường đại học và 2 năm học qua làm việc) [14]. Chương trình này mang đến cơ hội trải nghiệm việc làm thực tế cho sinh viên ngay trong quá trình học. Sinh viên dành 2 năm đầu tập trung học lý thuyết và 2 năm sau để áp dụng lý thuyết vào thực tiễn công việc. Hoặc sinh viên có thể dành năm thứ 3 để làm việc và năm thứ 4 để điều hành một công ty khởi nghiệp, có thể tiếp tục điều hành công ty này sau khi đã tốt nghiệp.

Ở ĐHQGHN, mô hình thí điểm các chương trình đào tạo thạc sỹ khởi nghiệp về công nghệ đang được mạnh mẽ. Đó là mô hình đào tạo kiểu 1+1, một năm đầu tiên học lý thuyết ở trường đại học và một năm tiếp theo học theo sự hướng dẫn tại một doanh nghiệp có công nghệ mà học viên muốn theo đuổi để khởi nghiệp sau khi tốt nghiệp. Mô hình đào tạo này không những đáp ứng nhu cầu của người học mà còn là giải pháp đầu tư của người học để phát triển doanh nghiệp cho nên có thể chi trả

học phí cao, đáp ứng mục tiêu và xu thế tự chủ tài chính hiện nay của các trường đại học [12].

Công nghệ đào tạo thông minh dựa vào kỹ thuật Internet, điện thoại thông minh và IoT sẽ trở thành phổ biến, thay thế cho công nghệ đào tạo dựa trên giấy, bút và máy tính cá nhân. Tuy nhiên, công nghệ đào tạo hỗn hợp (*blended learning*) kết hợp đào tạo trực tiếp và trực tuyến vẫn là mô hình hiệu quả nhất. Đặc biệt học liệu mở trực tuyến (*Massive Open Online Courses - MOOC*) sẽ được ứng dụng rộng rãi và phổ biến. Trong trường hợp đó, nếu áp dụng công nghệ dịch máy và kỹ thuật làm phụ đề tự động thì có thể sử dụng các bài giảng MOOC của các trường đại học uy tín trên thế giới áp dụng cho Việt Nam [12]. Nội dung về công nghệ đào tạo sẽ được tiếp tục thảo luận trong phần 2.5.

Cuối cùng, *về hạ tầng và kết nối* trong đào tạo đại học. Theo cách diễn đạt về công nghiệp 4.0: con người, vạn vật và máy móc được kết nối để tạo ra một nền sản xuất và dịch vụ cá thể hóa. Nội dung và công nghệ được kết nối để thúc đẩy mục tiêu đào tạo cá thể hóa. Một hệ sinh thái như vậy sẽ biến đổi trường đại học truyền thống thành một hệ sinh thái đổi mới sáng tạo, trong đó mô hình quản trị chia sẻ (*shared governance*) sẽ được vận hành. Đó là mô hình quản trị tiếp cận hệ thống, trong đó tất cả các bên liên quan từ thành viên hội đồng quản trị đến lãnh đạo, giảng viên và nhân viên hành chính đều tích cực chia sẻ trách nhiệm, cùng theo đuổi mục tiêu phát triển bền vững của nhà trường. Các nội dung liên quan sẽ được lần lượt trình bày trong các phần sau.

2.2. Nghiên cứu hàn lâm định hướng và kết hợp đổi mới sáng tạo

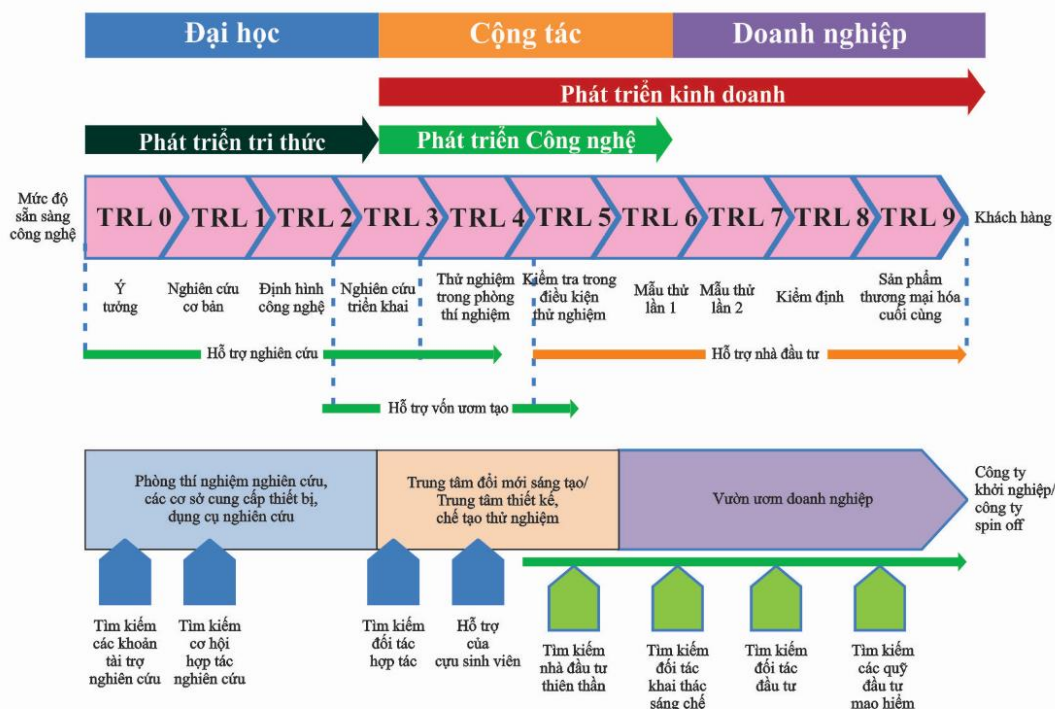
Khả năng đổi mới sáng tạo, ứng dụng và chuyển giao công nghệ vào thực tiễn không chỉ phụ thuộc việc nắm bắt các quy luật tự nhiên, các nguyên lý khoa học mà còn phụ thuộc vào khả năng thiết kế ý tưởng công nghệ, phát triển thử nghiệm trong phòng thí nghiệm, thử nghiệm ở qui mô nhỏ, chế tạo và kiểm tra trong môi trường thử nghiệm, hoàn thiện sản phẩm và vận hành trong môi trường thực. Điều này có nghĩa

là khả năng ứng dụng và chuyển giao kết quả nghiên cứu rất phụ thuộc vào mức độ sẵn sàng công nghệ (*Technology Readiness Level – TRL*) [19].

Mức độ sẵn sàng của công nghệ được chia thành 9 mức. Mức TRL 1 là mức độ sẵn sàng thấp nhất, và mức TRL 9 là mức độ sẵn sàng

- TRL 4: Thử nghiệm công nghệ trong phòng thí nghiệm - Các cấu phần, mô đun công nghệ được thiết kế, lắp đặt và thử nghiệm trong phòng thí nghiệm.

- TRL 5: Kiểm chứng công nghệ trong môi trường thử nghiệm - Các mô đun công nghệ cơ bản, tách rời được tích hợp và kiểm tra trong



Hình 3. Mô tả các mức độ sẵn sàng công nghệ trong mối quan hệ với chức năng, nhiệm vụ của các loại hình tổ chức KH&CN và nguồn tài trợ [12, 20].

cao nhất, bao gồm [19]:

- TRL 1: Phát hiện các nguyên lý cơ bản - Mức độ sẵn sàng công nghệ thấp nhất. Ở mức này, các nghiên cứu khoa học cơ bản là chủ yếu, các nghiên cứu ứng dụng và triển khai mới chỉ được manh nha.

- TRL 2: Định hình khái niệm công nghệ - Sau khi các nguyên lý cơ bản được phát hiện, các nghiên cứu định hướng ứng dụng mới được hình thành.

- TRL 3: Kiểm chứng mức độ khả thi của công nghệ - Các nghiên cứu và phát triển ý tưởng công nghệ bắt đầu được triển khai.

môi trường thử nghiệm.

- TRL 6: Trình diễn công nghệ trong môi trường thử nghiệm - Mẫu thử đầu tiên được chế tạo và kiểm tra trong môi trường thử nghiệm.

- TRL 7: Trình diễn công nghệ trong môi trường thực - Mẫu chế tạo thử lần hai được trình diễn trong môi trường hoạt động thực tế. Ở mức độ này, quá trình kiểm tra, mô phỏng có thể được áp dụng.

- TRL 8: Hệ thống được hoàn thiện và kiểm định - Công nghệ được tích hợp trong sản phẩm hoàn chỉnh và thử nghiệm trong điều kiện thực tế.

- TRL 9: Hệ thống hoàn chỉnh được thương mại hóa. Công nghệ được tích hợp trong sản phẩm thương mại hóa cuối cùng.

Quy trình 9 TRL còn được mô tả trong mối liên hệ với chức năng, nhiệm vụ của các loại hình tổ chức KH&CN như hình 3. Theo đó, ba mức TRL đầu tiên thực chất là hoạt động sáng tạo tri thức mới, các nghiên cứu cơ bản thực hiện tại các phòng thí nghiệm của các trường đại học truyền thống. Trong giai đoạn này, trường đại học phải tìm kiếm các khoản tài trợ và cơ hội hợp tác nghiên cứu.

Giai đoạn phát triển công nghệ tập trung vào ba mức tiếp theo: TRL 4 – mẫu thử quy mô phòng thí nghiệm; TRL 5: Mẫu thử trong môi trường thích hợp và TRL 6 – Mẫu thử lần 1. Quá trình phát triển công nghệ được triển khai tại các trung tâm đổi mới sáng tạo (*Innovation Centers*), cần phải có sự hợp tác của nhiều đối tác và tài trợ của các nhà tài trợ thiên thần (*Angel investor*), của cựu sinh viên... để hỗ trợ cho các hoạt động tiền ươm tạo.

Về bản chất, giai đoạn phát triển công nghệ thứ hai nêu trên đã góp phần hình thành các yếu tố kinh doanh. Tuy nhiên, quá trình phát triển kinh doanh thực sự tập trung vào ba mức sẵn sàng công nghệ cuối cùng: TRL 7 – Trình diễn mẫu thử lần 2; TRL 8 – chuẩn bị thương mại hóa (kiểm định, đăng ký kinh doanh) và TRL 9 – Thương mại hóa sản phẩm cuối cùng. Giai đoạn phát triển công nghệ và sản phẩm thương mại này chủ yếu thực hiện tại các trung tâm ươm tạo công nghệ (*Innotech and Business Incubator*) nhờ các nguồn tài trợ của các nhà tài trợ thiên thần, đối tác khai thác bằng sở hữu trí tuệ, quỹ đầu tư mạo hiểm và các nguồn tài trợ khác...

Một điểm cần nhấn mạnh trong quy trình này là các sản phẩm thương mại hóa cuối cùng đã hoàn toàn có thể tiếp cận đến khách hàng, người dung, do các công ty khởi nghiệp thực hiện.

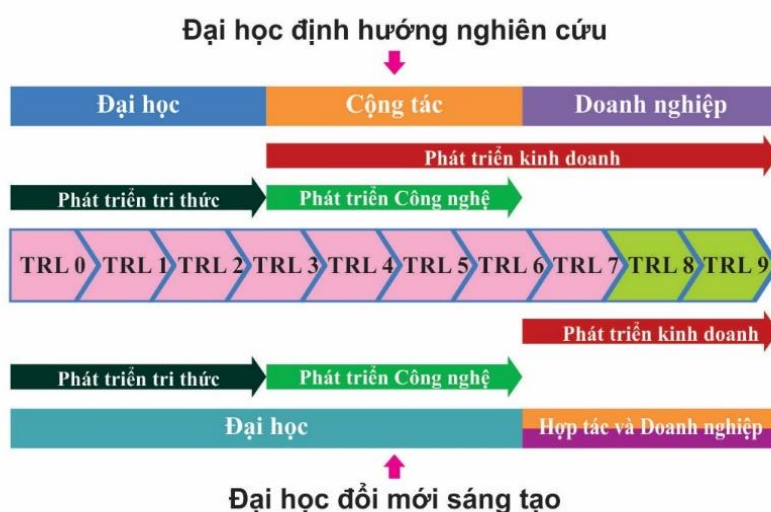
Thang bậc của 9 TRL được theo tiếp cận chuyển giao công nghệ cho thấy nghiên cứu cơ bản, hàn lâm ở các mô hình trường đại học truyền thống với ba mức TRL đầu tiên chỉ có thể chuyển giao được các dịch vụ tư vấn, dịch vụ nghiên cứu và đào tạo tiến sĩ. Ba mức TRL

tiếp theo phải được thực hiện thông qua hợp tác giữa trường đại học và doanh nghiệp. Kết quả nhận được trong giai đoạn này nhận được nhờ việc thực hiện các dự án nghiên cứu và hình thành các sáng chế. Trong thời kỳ CMCN 4.0, để gia tăng giá trị của mình và để trở thành các đại học định hướng đổi mới sáng tạo, các trường đại học phải vượt qua các giới hạn truyền thống này. Bên cạnh các nghiên cứu hàn lâm truyền thống (phù hợp với các xu hướng nghiên cứu và phát triển công nghệ của thế giới; với các định hướng nghiên cứu và phát triển công nghệ và kỹ thuật chế tạo cho các lĩnh vực tự nhiên và công nghệ của quốc gia; với các định hướng phát triển cả trong lĩnh vực công nghiệp sáng tạo và công nghiệp văn hóa) các trường đại học cần quan tâm phát triển các định hướng khởi nghiệp liên ngành. Trong quá trình thực hiện, nghiên cứu ở các trường đại học không nên chỉ nên dừng lại ở việc công bố các ấn phẩm khoa học. Đối với các sản phẩm có tiềm năng, trường đại học có thể tập trung đầu tư thành nhiều giai đoạn tương ứng với các mức độ sẵn sàng công nghệ TRL khác nhau, kiên trì để đạt tới TRL cao nhất, sẵn sàng cho thương mại hóa. Để hiện thực hóa chiến lược này, hệ thống các đề tài nghiên cứu cấp Bộ, ngành, thậm chí cả các đề tài trong hệ thống Quỹ Nafosted, cũng cần được phân chia thành nhiều nhóm, trong đó có các đề tài nghiên cứu và phát triển ý tưởng công nghệ bắt đầu được triển khai (TRL 3); các cấu phần, mô đun công nghệ được thiết kế, lắp đặt và thử nghiệm trong phòng thí nghiệm (TRL 4); nghiên cứu các mô đun công nghệ cơ bản, tách rời, tích hợp và kiểm tra trong môi trường thử nghiệm (TRL 5); Nghiên cứu chế tạo mẫu thử đầu tiên và kiểm tra trong môi trường thử nghiệm (TRL 6). Đại học phải chủ động mở rộng nghiên cứu đến phạm vi đó, đồng thời phối hợp với doanh nghiệp để tiếp tục nghiên cứu mẫu chế tạo thử lần hai được trình diễn trong môi trường hoạt động thực tế (TRL 7); nghiên cứu tích hợp công nghệ trong sản phẩm hoàn chỉnh và thử nghiệm trong điều kiện thực tế (TRL 8) và cuối cùng, công nghệ được tích hợp trong sản phẩm thương mại hóa (TRL 9) (xem hình 4).

Hơn thế nữa, cùng với văn hóa công bố quốc tế đã được xác lập, đây là thời kỳ mà các trường đại học Việt Nam cần có các chính sách ưu tiên phát triển các sáng chế có thể đăng ký sở hữu trí tuệ làm cơ sở cho việc bảo vệ quyền tác giả và từng bước tiến tới vốn hóa tri thức. Khi đó định hướng đổi mới mục tiêu nghiên cứu như trên là giải pháp kết hợp và hỗ trợ rất hữu hiệu.

tạo mới có khả năng đáp ứng được các khách hàng có thị hiếu công nghệ ngày càng cao [12].

Các khó khăn và cản trở trong việc phát triển sản phẩm thương mại hóa thường được mô tả ẩn dụ qua khái niệm “Thung lũng chết” (*Valley of the Death*), được sử dụng rất phổ biến trong hoạt động đổi mới sáng tạo. Theo phép ẩn dụ này, thung lũng chết về thương mại



Hình 4. Đặc điểm nghiên cứu trong đại học định hướng đổi mới sáng tạo [12].

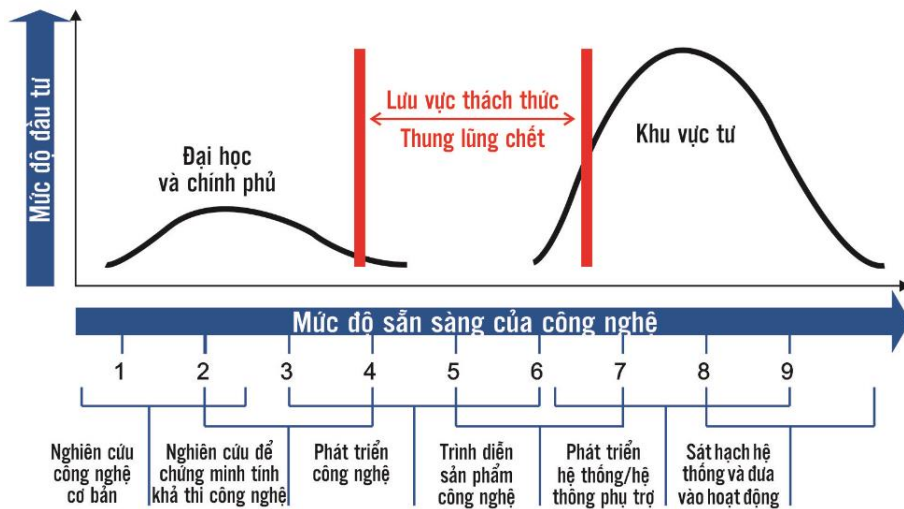
2.3. Hoạt động đổi mới sáng tạo trong hệ sinh thái khởi nghiệp

Đây là đặc trưng cốt lõi, xác định mức độ đáp ứng của mô hình đại học 4.0, không có hoạt động này, đại học chỉ ở dưới mức 3.0.

Phát triển một ý tưởng từ khái niệm cơ bản đến sản phẩm hoàn chỉnh có thể thương mại hóa được là rất cần thiết, nhưng đó là một hành trình rất dài, rất phức tạp và khó khăn. Để vận hành được quá trình này và đi đến kết quả, cần nhận diện, hiểu biết đầy đủ tình trạng các giai đoạn của của hành trình đó và sử dụng các giải pháp và nguồn lực hợp lý. Đây là thách thức mà các doanh nghiệp luôn phải đối mặt từ trước tới nay, đồng thời cũng là những khó khăn trong việc tìm kiếm những sản phẩm và dịch vụ sáng

hóa sản phẩm có nghĩa là nơi không có lối thoát. Ở đó, nhiều ý tưởng mới trải qua quá trình đổi mới sáng tạo nhưng không tiến triển thêm được. Một số ý tưởng có thể thành công, thoát ra được khỏi thung lũng chết nhưng cần tới từ 5-10 năm.

Thung lũng chết thường liên quan đến giai đoạn phát triển đổi mới sáng tạo và được mô tả dựa trên khái niệm về mức độ sẵn sàng công nghệ (TRLs) (xem hình 5). Các hoạt động nghiên cứu sáng tạo ở các trường đại học thường chỉ tiếp cận với 3 mức TRL đầu tiên. Đây là giai đoạn chỉ được tài trợ chủ yếu từ nguồn ngân sách nhà nước. Chế tạo thử sản phẩm là một quá trình mất nhiều thời gian và chi phí, cần đầu tư. Nghiên cứu cơ bản luôn cần thêm các nghiên cứu phát triển và nguồn vốn để



Hình 5. Thung lũng chết – Rào cản về mức độ sẵn sàng đầu tư của nhà nước, các trường đại học doanh nghiệp [21].

công nghệ có thể sử dụng được. Tuy nhiên, nhóm khu vực tư nhân và các nhà đầu tư không mặn mà với các nghiên cứu R&D này, vì sản phẩm chưa được định hình ổn định nên độ rủi ro cao. Các nhà sản xuất thường đợi đến khi sản phẩm được chứng minh tính hiệu quả sau quá trình phát triển và thương mại hóa công nghệ mới đầu tư. Về phía người tiêu dùng, thời gian chờ đợi còn lâu hơn vì người tiêu dùng phải thấy sản phẩm trên thị trường trước khi quyết định mua để sử dụng. Sự dãn đo này có nguyên nhân do các công ty thường quyết định đầu tư vào hoạt động đổi mới sáng tạo bằng cách so sánh các lợi ích có thể thu được so với rủi ro của khoản đầu tư. Các doanh nghiệp không muốn chia sẻ rủi ro này, do đó tạo ra một rào cản lớn đối với sự phát triển và thương mại hóa. Hậu quả là các nghiên cứu cơ bản rất khó thâm nhập vào thị trường.

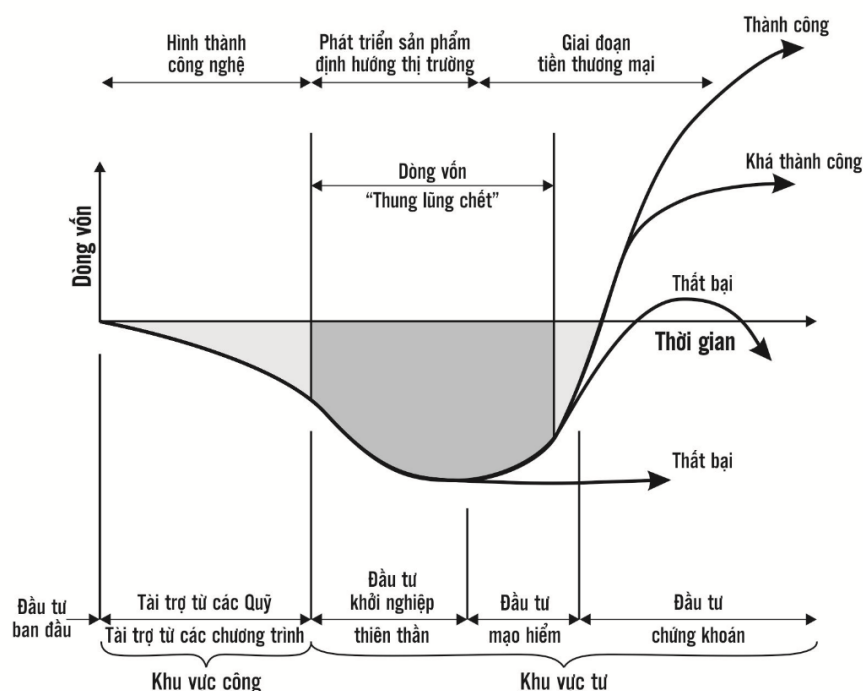
Hoạt động doanh nghiệp chỉ liên quan đến 2-3 mức độ TRL cuối cùng. Ở giai đoạn này, hoạt động sản xuất luôn chịu hai thách thức lớn về chất lượng sản phẩm và hiệu quả kinh doanh. Các sản phẩm mới đòi hỏi phải tốt hơn, có hàm lượng công nghệ cao hơn và hiệu dụng hơn. Đồng thời, về khía cạnh kinh doanh, các

sản phẩm phải tiết kiệm về vật liệu, năng lượng, phải có giá thành rẻ, tốc độ sản xuất nhanh và bền vững. Các đòi hỏi như vậy lại không thể đáp ứng được từ các mức độ sẵn sàng công nghệ thấp.

Thung lũng chết liên quan đến các mức độ sẵn sàng công nghệ TRLs 4-7, bao gồm quá trình thử nghiệm trong phòng thí nghiệm, thử nghiệm trên quy mô nhỏ, trình diễn khả năng và trình diễn trong môi trường hoạt động kinh tế. Đó là nội hàm của các hoạt động đổi mới sáng tạo (hình 5).

Thung lũng chết không chỉ liên quan đến mức độ khó khăn về công nghệ mà phụ thuộc đến dòng vốn đầu tư (hình 6). So với đầu tư từ khu vực công cho các nghiên cứu cơ bản ở các trường đại học, dòng vốn đầu tư cần cho quá trình đổi mới sáng tạo để vượt qua thung lũng chết là rất lớn. Sau quá trình này, lợi nhuận mới có khả năng thu về, nhưng xác suất thành công cũng khác nhau.

Để bắc các nhịp cầu vượt qua thung lũng chết, triển khai các hoạt động đổi mới sáng tạo thành công, hướng đến các sản phẩm thương mại hóa, chuỗi hoạt động 3 – 2 – 1, gồm có 3 trụ cột, 2 cơ chế và 1 mô hình thường được áp dụng.



Hình 6. Dòng vốn đầu tư cho các hoạt động đổi mới sáng tạo trong khu vực thung lũng chết trong mối tương quan với các giai đoạn phát triển công nghệ và các nhà đầu tư tương ứng [22].

Xây dựng ba trụ cột

Năm 2010, các nước châu Âu đã đưa ra sáng kiến thiết lập ba trụ cột của nhịp cầu giải pháp vượt qua thung lũng chết và nâng cao sức cạnh tranh của doanh nghiệp. Ba trụ cột này bao gồm:

Trụ cột nghiên cứu công nghệ dựa trên hạ tầng và trang thiết bị công nghệ do tổ chức công nghệ nghiên cứu tài trợ. Trụ cột thứ nhất này là hoạt động đổi mới sáng tạo tiếp tục từ cực hàn lâm, kết nối khoa học với phát triển công nghệ, do nhà nước tài trợ cho các nghiên cứu phát triển trong các phòng thí nghiệm đại học.

Trụ cột phát triển sản phẩm dựa trên các dòng thử nghiệm và trình diễn do các liên minh công nghiệp hỗ trợ;

Trụ cột phát triển cạnh tranh dựa trên các điều kiện chế tạo có khả năng cạnh tranh toàn cầu do các công ty tài trợ.

Trụ cột thứ hai và thứ ba mang bản chất của hoạt động đầu tư của doanh nghiệp, hướng đến sản phẩm thương mại hóa, do các doanh nghiệp tài trợ [23].

Thực hiện hai cơ chế

Cơ chế Công nghệ đẩy (*Technology Push*) và Thị trường kéo (*Market Pull*).

Công nghệ đẩy là cơ chế phát triển hoặc chuyển giao vào thị trường một sản phẩm hoặc một dịch vụ mới có hàm lượng công nghệ cao dựa vào kết quả phát triển công nghệ (chứ không phải xuất phát từ nhu cầu thị trường). Chiến lược thúc đẩy công nghệ có thể dẫn đến một kết quả đổi mới sáng tạo nhưng hoàn toàn mang bản chất công nghệ “vì” công nghệ, và có thể tạo ra được một thị trường sản phẩm mới có lợi nhuận rất cao.

Thị trường kéo là cơ chế phát triển hoặc chuyển giao vào thị trường một sản phẩm hoặc một dịch vụ mới có hàm lượng công nghệ cao

xuất phát từ nhu cầu thị trường. Chiến lược thị trường kéo có định hướng và mục tiêu rất rõ ràng và đòi hỏi phải khảo sát nhu cầu thị trường rất cẩn thận. Đặc điểm của cơ chế này là có sự tương thích rất cao giữa mức độ nghiên cứu và phát triển công nghệ với nhu cầu hoặc xu thế thị trường.

So với cơ chế công nghệ đẩy, cơ chế thị trường kéo có độ rủi ro về công nghệ, độ rủi ro về kinh doanh và chi phí thấp; thời gian nghiên cứu R&D ngắn; thời gian thương mại hóa được xác định; khả năng tích hợp khách hàng R&D và thuyết phục khách hàng dễ hơn.

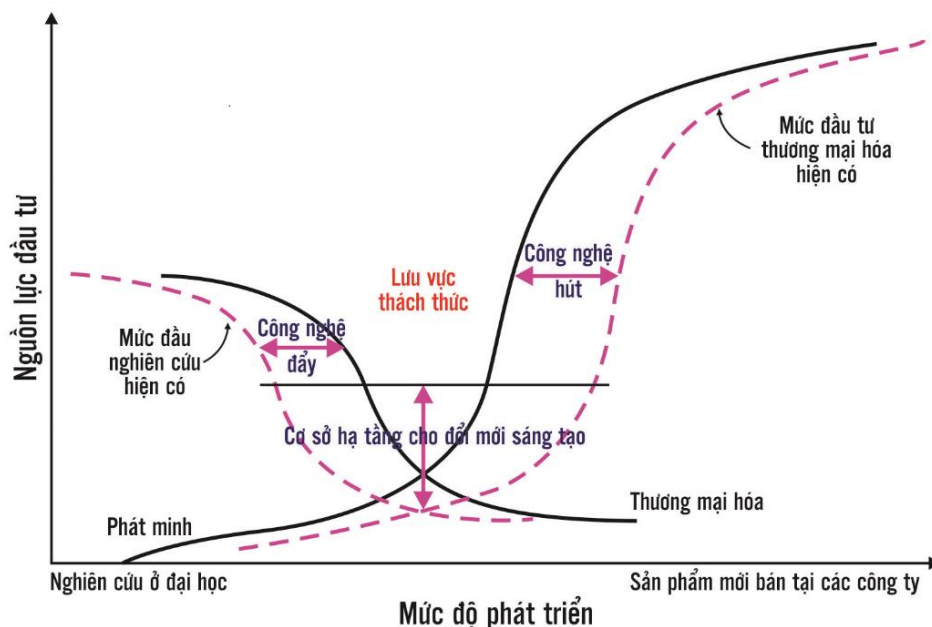
Kết hợp cơ chế công nghệ đẩy với thị trường kéo có thể thúc đẩy những ý tưởng mà các trường đại học và doanh nghiệp không thể phát triển do chi phí cao. Thực tế, đó là giải pháp nhằm thu hẹp khoảng cách và độ sâu của thung lũng chết, làm giảm ngưỡng đầu tư và thời gian thương mại hóa sản phẩm. Cơ chế này được minh họa trên hình 7.

Kết hợp cơ chế chu trình đổi mới sáng tạo

Yếu tố quan trọng dẫn đến thành công của

quá trình đổi mới sáng tạo là việc sử dụng hiệu quả cơ sở hạ tầng cần thiết để thiết lập và phát triển một hệ sinh thái đổi mới sáng tạo. Đồng thời tập trung mạnh mẽ vào sự hợp tác giữa đổi mới sáng tạo và hợp tác với doanh nghiệp, tập hợp các nguồn lực và tài năng cần thiết để xây dựng "Chu trình đổi mới sáng tạo" (*Virtuous innovation cycle*) kết hợp ưu điểm của "Vùng kinh tế nghiên cứu" (*Research Economy*) và "Vùng kinh tế thương mại" (*Commercial Economy*). Để triển khai được vai trò này, trên thế giới thường thành lập các trung tâm với chức năng kết nối các nguồn lực từ cả hai vùng kinh tế này để vừa thúc đẩy (*push*) công nghệ từ phía hàn lâm cũng như thu hút (*pull*) công nghệ vào các ứng dụng thị trường từ phía thương mại hóa (hình 7).

Ở vùng kinh tế nghiên cứu, đầu tư chủ yếu cho các nghiên cứu R&D sẽ tạo ra được các phát triển đột phá về công nghệ nền tảng. Tiếp sức cho quá trình đó là đầu tư để phát triển sản phẩm từ vùng kinh tế thương mại. Nếu quá trình kinh doanh thành công, nguồn đầu tư lại tiếp tục trở lại cho vùng hàn lâm. Quá trình tương tác này hoàn toàn xây dựng đối với hoạt động



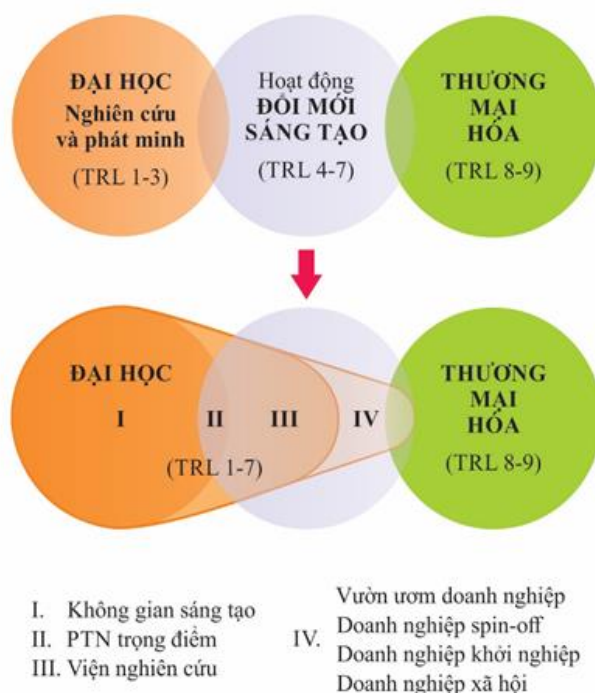
Hình 7. Đầu tư hạ tầng đổi mới sáng tạo: Thách thức đầu tư từ thung lũng chết được hạn chế thông qua thực hiện cơ chế công nghệ đẩy – kéo. Khoảng cách hai bờ thung lũng hẹp lại và độ sâu cũng giảm đi. Cơ hội đầu tư tăng lên [24].

đổi mới sáng tạo của các doanh nghiệp nhỏ và vừa trong phạm vi thung lũng chết.

Chiến lược *push-pull* tuần hoàn này kết hợp được các nguồn lực (tài chính, con người, sáng kiến đổi mới sáng tạo, các chương trình đào tạo...) từ cả hai vùng kinh tế và làm gia tăng hiệu quả của quá trình chuyển đổi công nghệ và tài năng từ khu vực công sang khu vực tư nhân, làm gia tăng giá trị cho ngành công nghiệp.

Để triển khai các giải pháp chủ động của

Về cơ cấu tổ chức, thực chất đây là việc điều chỉnh và phát triển chức năng của trường đại học, đồng thời phát triển các tổ chức, đơn vị để thực hiện được đúng chức năng đó. Mô hình này được mô tả trên hình 8. Theo đó, mô hình đại học truyền thống về cơ bản khá khép kín trong tháp ngà hàn lâm, thực hiện hoạt động đổi mới sáng tạo thông qua liên kết, phối hợp, rất bị động (hình 8, trên). Trong mô hình đại học định hướng đổi mới sáng tạo, bên cạnh các hoạt động hàn lâm, trường đại học phải tổ chức được



Mô hình “4 trong 1”

Hình 8. Mô hình “4 trong 1” – cánh tay nối dài đến hoạt động đổi mới sáng tạo thông qua tái cấu trúc hệ thống tổ chức của trường đại học [12].

trường đại học góp phần giải quyết các nút thắt liên quan đến “thung lũng chết” đã trình bày ở trên, có thể tham khảo kinh nghiệm của các trường đại học Nam Kinh (Trung Quốc) [25] và Mahidol (Thái Lan) [26] về việc triển khai xây dựng hệ thống ươm tạo định hướng chuyển giao tri thức theo mô hình “4 trong 1” từ ý tưởng đến sáng tạo, đổi mới sáng tạo và sáng nghiệp một cách chủ động.

các không gian sáng tạo, không gian làm việc chung (*co-working spaces*) để phát triển các ý tưởng khởi nghiệp; thành lập các phòng thí nghiệm trọng điểm, các trung tâm nghiên cứu xuất sắc... để thực hiện các nghiên cứu định hướng đổi mới sáng tạo. Đặc biệt, các viện nghiên cứu trong các trường đại học phải được yêu cầu thực hiện đúng chức năng phát triển công nghệ và định hướng phát triển sản phẩm,

không nghiên cứu trùng lặp về khoa học cơ bản với các khoa, trường. Hơn thế nữa, trường đại học cần triển khai thành lập các mô hình vườn ươm doanh nghiệp (*business incubator*) từ các kết quả nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ, các sáng chế và giải pháp hữu ích và các mô hình khởi nghiệp, các doanh nghiệp spin-off và doanh nghiệp xã hội (*social enterprises*) một cách đồng bộ (hình 8, dưới). Để hỗ trợ cho các mô hình trên hoạt động có hiệu quả, việc xây dựng các hệ cơ sở dữ liệu tích hợp và thông tin kết nối cung cầu, đổi mới sáng tạo, đặc biệt là các mô hình phát triển quỹ hỗ trợ khởi nghiệp, đóng vai trò rất quan trọng. Trong mô hình này, các trường đại học hoàn toàn chủ động trong việc triển khai định hướng đổi mới sáng tạo của mình.

Phát triển cơ cấu tổ chức như trình bày ở trên chính là cánh tay kéo dài của chính trường đại học để chủ động thực hiện cơ chế công nghệ đẩy và vươn đến thị trường. Khi đó, chuyên gia công nghệ từ đại học định hướng đổi mới sáng tạo tới xã hội và thị trường có thể được triển khai theo các cơ chế chính thức và không chính thức, bao gồm:

(i) Các nghiên cứu được tài trợ: Trường đại học nhận nguồn kinh phí thực hiện một dự án nghiên cứu thông qua một hợp đồng.

(ii) Bằng sáng chế: Quyền hợp pháp được sử dụng các bằng sáng chế tài sản trí tuệ của trường đại học.

(iii) Công ty spin-off: Một doanh nghiệp mới được hình thành từ nghiên cứu của giảng viên hoặc từ bằng sáng chế của trường đại học.

(iv) Khởi nghiệp sinh viên: Được phát triển từ cựu sinh viên mà không dựa trên tài sản trí tuệ của trường đại học.

(v) Tài nguyên con người: Tuyển dụng sinh viên từ trường đại học, đặc biệt là các sinh viên làm việc theo các dự án được tài trợ.

Trong thực tế hiện nay, nhiều trường đại học ở Việt Nam đã thành lập Trung tâm Chuyển giao tri thức và Hỗ trợ khởi nghiệp. Trung tâm này có thể kết hợp thực hiện cả vai trò của một không gian sáng tạo, trao đổi và phát triển ý tưởng cho các nhà khoa học và sinh

viên. Ngoài ra, các trường cần thành lập hệ thống các phòng thí nghiệm trọng điểm, để tập trung vào các nghiên cứu phát triển các TRL ở mức cao. Các đơn vị nghiên cứu này nên có vị thế pháp lý rất cao, thậm chí có thể phát triển thành các viện nghiên cứu, không triển khai nghiên cứu cơ bản tương tự như ở các khoa của trường đại học mà phải tập trung vào các hoạt động đổi mới sáng tạo. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu của “cánh tay kéo dài này”, trường đại học có thể thành lập các vườn ươm công nghệ và các doanh nghiệp khởi nghiệp.

2.4. Hoạt động đổi mới sáng tạo dựa trên nền tảng đại học thông minh

Đại học hay khuôn viên đại học thông minh được thể hiện qua các dịch vụ thông minh xây dựng dựa trên nền tảng phần cứng và phần mềm phục vụ các hoạt động của trường đại học, cụ thể (i) Học tập thông minh (học trực tuyến, MOOC, SPOOC...); tự đánh giá, hỗ trợ học tập của cá nhân, nhóm, tự giám sát kết quả học tập (cảnh báo học vụ, tư vấn). (ii) Văn phòng thông minh (quản lý tiết kiệm năng lượng, thiết bị thông minh). (iii) An ninh thông minh (kiểm soát vào ra khuôn viên trường (cá nhân, sinh viên, phương tiện,...), quản lý đậu xe (vị trí, trạng thái sẵn sàng, an ninh, báo trộm),... (iv) Nhận dạng thông minh (quản lý sự hiện diện và hoạt động của cán bộ và sinh viên); (v) Dịch vụ quản lý thông minh (quản lý hồ sơ, tư vấn thủ tục hành chính, quản lý tài liệu, thư viện, trang thiết bị) và (vi) Dịch vụ phục vụ thông minh (phục vụ đời sống sinh viên, tư vấn, giúp đỡ cộng đồng).

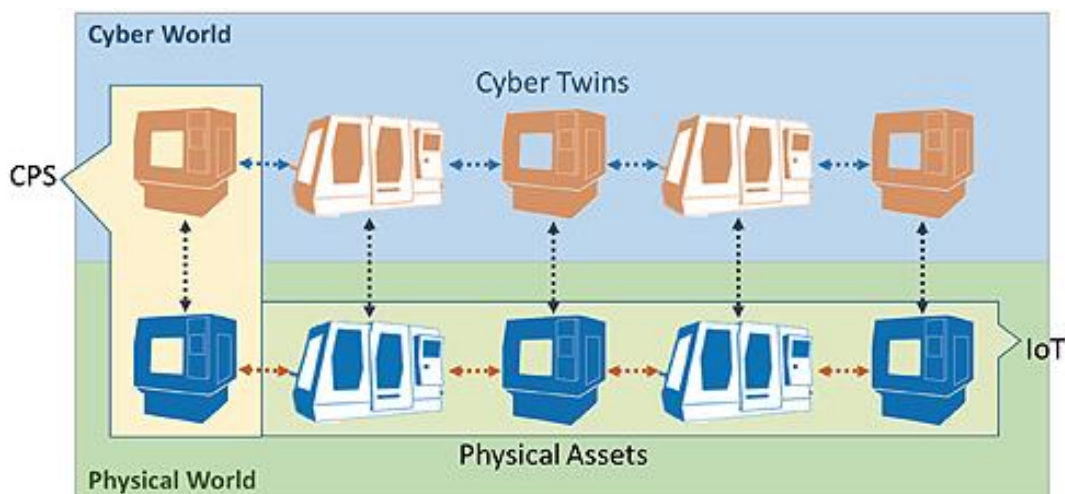
Theo giới thiệu trong [14], mô hình đại học thông minh bao gồm 3 thành tố: Hạ tầng thông tin và dữ liệu (*Infostructure*), Hệ thống mã phản hồi nhanh (*Quick Respond Code*) và Hệ thống mạng tốc độ cao (*Giganet Network*).

Nền tảng của đại học thông minh như vậy gắn liền với sự phát triển của công nghệ Web và công nghệ CPS.

Trước đây, công nghệ dạy học và quản lý đào tạo luôn phát triển dựa trên sự tiến bộ của công nghệ Web qua các giai đoạn Web 1.0, 2.0

và 3.0 (hoặc và 4.0 đối với mobile web) [27]. Quá trình này phát triển từ cho phép "*chỉ đọc Web*", "*Web một chiều*", "*Web hướng thông tin*" với nội dung trực tuyến có sẵn (e-Learning 1.0), đến kết nối những người sử dụng web để người dùng có thể đọc, viết và trao đổi với nhau ở một mức độ nhất định qua Web 2.0 – "*Web đọc – viết*", "*Web hướng con người – xã hội*", "*Web hai chiều*". Do đó, e-Learning 2.0 được coi là phương pháp dạy học có tương tác, có giao tiếp đa chiều và học liệu được sản xuất và cung cấp bởi cả giảng viên và người học. Trong một nghiên cứu trình bày năm 2013 [2], Nguyễn Hữu Đức đã đưa ra ví dụ về mô hình đại học 2.0 ở Trường Đại học Công nghệ Nanyang - Singapore (university 2.0@NTU). Theo đó, trong giai đoạn 2000-2005, trường này đã đưa toàn bộ tài liệu học tập của gần 3.000 môn học lên mạng phục vụ cho việc học tập của 22.000 sinh viên với tần suất sử dụng khoảng 500.000 trang thông tin/ngày. Giai đoạn 2006-2012, NTU tiếp tục đã đưa lên mạng được 35.076 phim video với tổng độ dài có khoảng thời gian 216 năm. Không gian học tập ở NTU vô cùng hiện đại và sống động. Trong thời kỳ mạng công nghiệp 4.0, công cuộc chuyển đổi số đóng vai trò rất quan trọng và Web 2.0 vẫn tiếp tục phát huy hiệu quả. Trước hết, các trường đại học phải tổ chức xây dựng cơ sở dữ liệu, số hóa giáo trình, bài giảng các môn học, đưa từng phần lên mạng để phục vụ quá trình học tập. Tiếp theo, nhà trường phải tạo môi trường và công cụ thuận lợi để có thể đa dạng hóa phương thức phát triển tài nguyên số với sự tham gia của giảng viên, sinh viên và cộng đồng, đồng thời triển khai các hoạt động e-learning 1.0 thông qua hệ thống quản lý tài nguyên. Giai đoạn e-learning 2.0 được phát triển tiếp theo để tổ chức học tập có tương tác, thông qua các dự án khám phá tri thức với học liệu mở. Với cách tổ chức như vậy, việc học tập có thể được thực hiện khắp nơi, với đầy đủ nội hàm của đại học 2.0. Do đó, có thể khái quát hoá đây là giai đoạn chuyển từ quá trình e-learning (*Learning everywhere*) thành we-learning (*Learning everywhere with everybody*).

Hiện nay, Web 3.0 ("*Web ngữ nghĩa*", "*Web hướng đến máy tính*", "*Web cộng tác*") đã cho phép kết nối cả sự hiện diện ảo của người dùng thực, đồng thời cho phép sàng lọc, sắp xếp và kiểm soát thông tin. Công nghệ Web 3.0, cho thấy chúng có rất nhiều ưu điểm như: tìm kiếm thông minh theo ngữ nghĩa; trí tuệ nhân tạo và học máy; tính mở và khả năng tương tác giữa các thiết bị và nền tảng hạ tầng; quản lý dữ liệu lớn, quản lý toàn bộ kho dữ liệu toàn cầu; ảo hóa 3D. Sự phát triển của công nghệ Web 3.0 đã cho phép phát triển các trường đại học ảo (*virtual university*) hoàn chỉnh. Đó là các hệ thống thực tại ảo (*virtual reality*) bao gồm các hệ máy tính có tương tác, có khả năng mô phỏng được môi trường hoặc/và thế giới ảo (*virtual environment and/or virtual world*); hiện diện ảo (*virtual presence/immersion*) và phản hồi cảm giác (*sensory feedback*), hỗ trợ tập trung vào hoạt động dạy-học (cả về lý thuyết và thực hành). Đại học ảo không có không gian thực mà đó là mô hình đại học thật trong không gian ảo. Đại học ảo cung cấp các khóa học trực tuyến qua internet (web, email), hỗ trợ người học học theo tốc độ riêng của bản thân. Tuy nhiên, đại học ảo có thể phát huy hiệu quả nhất nếu triển khai qua mô hình dạy-học kết hợp (*blend education*). Yếu tố quan trọng và khác biệt của đại học ảo là đại học có các không gian ảo (đặc biệt là các phòng thí nghiệm ảo, thư viện ảo và các thiết bị học tập ảo), đồng thời, đại học ảo tạo ra các cộng đồng học tập ảo. Phòng thí nghiệm ảo cho phép người học thực hiện các thí nghiệm ảo theo các kịch bản của thực tại ảo để cung cấp các cơ hội trải nghiệm thực tiễn mới trong giáo dục, tạo điều kiện cho người học dễ dàng có được trải nghiệm tương tự như trong phòng thí nghiệm thực, góp phần hình thành các kỹ năng của người học theo yêu cầu của CMCN 4.0. Hơn nữa, thí nghiệm ảo cũng cung cấp một mô hình nghiên cứu khám phá phi rủi ro tránh được các rủi ro có thể trong thí nghiệm thực giúp sinh viên hình dung được các quy trình phức tạp và trừu tượng. Tiếp cận đại học ảo rất phù hợp đối với các nước có thu nhập còn thấp như Việt Nam.



Hình 9. Minh họa sơ đồ của một thống thực - ảo CPS, bao gồm thế giới thực (Physical World) kết nối môi trường ảo (Cyber World) được thiết lập như là hình ảnh sống đôi với nhau thông qua hệ thống IoT, linh kiện và cảm biến [28].

Mô hình đại học thông minh hiện đại nhất hiện nay là mô hình đại học ứng dụng các hệ thống thực-ảo và Internet kết nối vạn vật. Một hệ thống thực-ảo như vậy được minh họa trên hình 9. Hệ thống này có các thành tố bao gồm các linh kiện và cảm biến có thể tương tác với máy móc hoặc con người trong thế giới thực. Đồng thời, một môi trường ảo (hay môi trường số) được thiết lập như là hình ảnh sinh đôi với môi trường thực. Khi trạng thái của môi trường thực thay đổi, môi trường ảo sẽ nhận được thông tin và dữ liệu từ các cảm biến và nó sẽ xử lý để đưa thông tin hỗ trợ con người ra quyết

định quyết định bằng cách gửi thông tin điều khiển trở lại hệ thống thực. Khi đó, các máy móc, thiết bị sẽ thay đổi hành vi phù hợp và tạo ra các trạng thái mới rồi gửi tín hiệu lại cho các hệ thống thông tin phụ trợ, tạo thành các vòng lặp điều khiển, chỉ dẫn các luồng thông tin giữa hai thế giới thực và thế giới ảo.

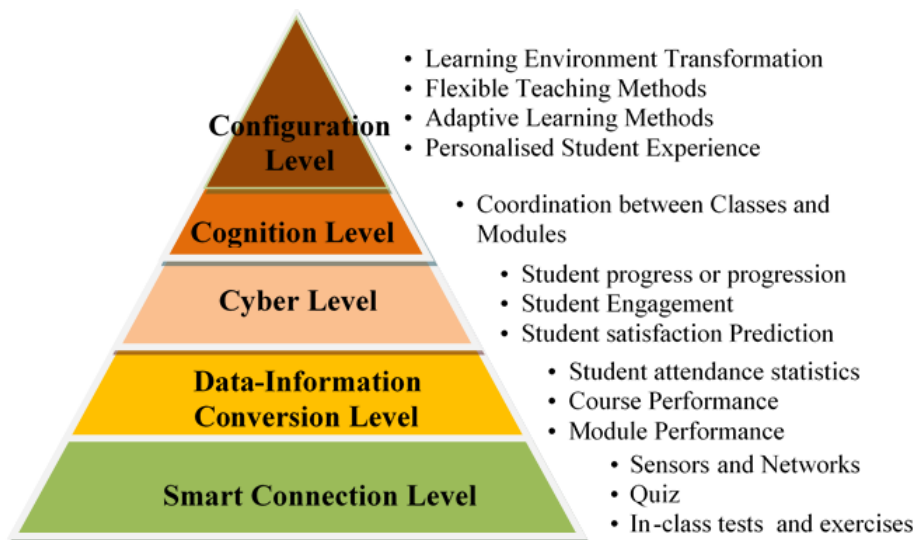
Các hệ CPS là đặc trưng tiêu biểu của môi trường công nghiệp 4.0, là cơ sở để thiết kế và xây dựng các mô hình nhà máy thông minh. CPS thường được thiết kế với cấu trúc 5C (*Connection* - kết nối thông tin, *Conversion* - chuyển đổi thông tin, *Cyber* - phân tích,

Cognition - nhận diện và *Configuration* - cấu hình hóa). Khi áp dụng vào giáo dục đại học, thiết kế và chức năng của CPS được mô tả trên hình 10 [29]. Theo đó, các chức năng và đặc trưng của đại học thông minh đã nêu ở trên đều được đáp ứng thông qua 5 lớp cấu trúc này:

- *Mô đun kết nối thông tin* bao gồm: thông tin thu nhận được từ hệ thống các cảm biến và mạng; thông tin do sinh viên và giảng viên cung cấp, ví dụ về kết quả kiểm tra, đánh giá học tập (câu hỏi, bài kiểm tra và bài tập trong lớp); điểm danh sự có mặt của sinh viên (thông qua thẻ).

- *Mô đun chuyển đổi thông tin*: hệ thống có thể thu nhận tất cả thông tin từ mô đun kết nối để xử lý và đưa ra kết quả thống kê về kết quả điểm danh; chất lượng bài giảng thông qua kết quả trả lời các câu hỏi kiểm tra; tình hình sử dụng giảng đường, phòng thí nghiệm; mức độ và sự phân bố giờ giảng cho giảng viên.

- *Mô đun phân tích*: cho phép theo dõi sự chuyên cần và tiến bộ của sinh viên trong quá trình học tập môn học; mức độ hài lòng của sinh viên và khảo sát trực tuyến về chất lượng bài giảng; về hiệu quả của việc bố trí lịch giảng dạy cho môn học.



Hình 10. Mô hình thiết kế 5C và chức năng của các hệ CPS áp dụng trong giáo dục [29]. Nội hàm của các lớp cấu trúc giữ nguyên như tài liệu gốc và được mô tả Việt hóa tương ứng trong bài.

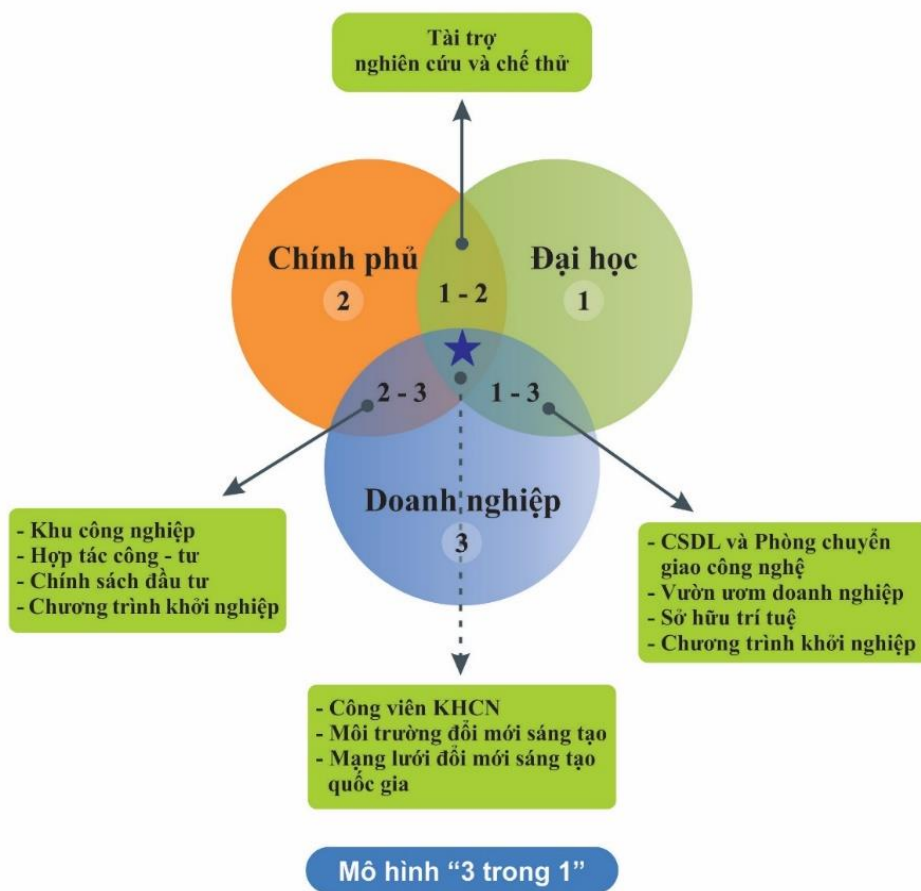
- *Mô đun nhận diện*: Sau quá trình phân tích, các thông tin về hiệu quả của việc phân bổ và sử dụng cơ sở vật chất, đầu tư, điều chỉnh chương trình đào tạo... sẽ được đánh giá. Trên cơ sở đó, các giải pháp cải tiến sẽ được đề xuất.

- *Mô đun cấu hình hóa*: là các giải pháp tổ chức lại để nâng cao hiệu quả và chất lượng đào tạo, trong đó có đổi mới môi trường dạy học (trực tuyến, học tập 24/24...); phương pháp dạy học linh hoạt có tương tác, truyền thông xã hội; học tập cá thể hóa và gần đây là việc đầu tư mô hình các nhà máy thông minh cho phép sinh viên triển khai mô phỏng ý tưởng đến chế thử tại phòng thí nghiệm.

Ngoài những vấn đề chung về cơ cấu tổ chức và quản lý, cần có sự thay đổi và thích ứng, sử dụng trí tuệ nhân tạo, tích hợp các năng lực ở các lĩnh vực khác nhau trong các nhóm làm việc. Ở các trường đại học còn xuất hiện quan niệm mới về giảng viên và cơ cấu các khoa chuyên ngành; áp dụng tự động hóa, trí tuệ nhân tạo (robot) trong quản lý; thay đổi văn hóa tổ chức: văn hóa kỹ thuật số, tương tác tập thể và cá nhân hóa, các phong cách sống số, toàn cầu hóa.

2.5. Hợp tác Đại học - Chính phủ - Doanh nghiệp thúc đẩy đổi mới sáng tạo

Cơ chế phối hợp giữa Đại học - Chính phủ - Doanh nghiệp thường được gọi *mô hình “3 trong 1”* - là nội dung cốt lõi của cơ chế vận hành một đại học định hướng đổi mới sáng tạo. Cơ chế này được vận hành dựa vào cái gọi là mô hình vòng xoắn ba phần đổi mới sáng tạo (*Triple helix model of innovation*) do Henry Etzkowitz và Loet Leydesdorff [30] đưa ra. Mô hình vòng xoắn ba phần đề cập tới sự tác động qua lại của ba thành phần chính cùng với vai trò đặc trưng ban đầu của chúng gồm: trường đại học với vai trò đào tạo và nghiên cứu cơ bản, doanh nghiệp với vai trò tạo ra các sản phẩm thương mại và chính phủ với vai trò điều tiết hai thành phần trên. Trước đây, sự tương tác của các thành phần này là rời rạc, có thể ở dạng tĩnh (*static*) hoặc tự phát (*laissez-faire*) với vai trò chủ đạo của chính phủ. Cho tới nay, sự xuất hiện của nền kinh tế dựa vào tri thức đã đưa ra những yêu cầu thay đổi đối với sự tác động qua lại của ba thành phần này. Trước hết, do vai trò của tri thức trở thành động lực chính của nền kinh tế nên vai trò của cả ba thành phần trở nên



Hình 11. Mô hình “3 trong 1” kết nối Trường đại học – Doanh nghiệp - Chính phủ [12].

ngang nhau, thậm chí nhiều khi vai trò của trường đại học được coi là mang tính thúc đẩy (*driving*).

Hơn nữa, sự tương tác mạnh mẽ giữa các thành phần này dẫn đến sự xuất hiện của các tổ chức trung gian (*intermediary institution*) làm cầu nối giữa ba thành phần. Ví dụ, đó là các trung tâm chuyển giao công nghệ của các trường đại học, hoặc các công viên khoa học do chính phủ hoặc trường đại học hoặc doanh nghiệp tạo ra. Đồng thời, xuất hiện hiện tượng “lai hóa” (*hybridization*) của chức năng trong chính các thành phần, chẳng hạn như việc xuất hiện các hoạt động sản xuất thương mại thông

qua các hình thức vốn hóa tri thức như đã trình bày trong mục 2.4. Khi đó, trường đại học, bên cạnh việc chủ động thực hiện cơ chế Công nghệ đầy, nối dài cánh tay của đại học tới thị trường như đã trình bày ở mục 2.4, cần phải có được sự hỗ trợ của cơ chế thị trường kéo (xem hình 11). Etzkowitz và Leydesdorff cho rằng chỉ khi hình thành được mô hình vòng xoắn ba phần mới có thể thúc đẩy được đổi mới sáng tạo [30].

Trước hết, đối với trường đại học, Chính phủ luôn có vai trò tài trợ cho nghiên cứu. Tuy nhiên trong bối cảnh mới, không chỉ có các nghiên cứu cơ bản mà cả các nghiên cứu phát triển công nghệ và chế tạo thử nghiệm cũng phải được tài trợ.

Đối với doanh nghiệp, Chính phủ tạo điều kiện các khu công viên công nghiệp, thiết lập chính sách hợp tác công – tư, chính sách đầu tư và các chương trình khởi nghiệp.

Hợp tác giữa đại học và doanh nghiệp được thực thi trước hết thông qua việc thực hiện bản quyền sở hữu trí tuệ, thành lập phòng chuyên giao công nghệ với hệ thống cơ sở dữ liệu tương ứng và phối hợp xây dựng các vườn ươm doanh nghiệp. Ở Malaysia, ngoài việc trao quyền tự chủ đại học, Chính phủ cũng khuyến khích đại học và doanh nghiệp xây dựng các thỏa thuận chung, cùng hợp tác thiết lập và vận hành các chính sách về giáo dục [14].

Cuối cùng và trên hết, cả ba bên Chính phủ, đại học và doanh nghiệp cùng xây dựng và sử dụng các Công viên khoa học và công nghệ; không gian và môi trường đổi mới sáng tạo; mạng lưới đổi mới sáng tạo quốc gia.

2.6. Đại học đổi mới sáng tạo là một cơ sở giáo dục có tính quốc tế hóa cao

Trước đây, mức độ quốc tế hóa của một trường đại học chỉ được đánh giá bằng hoạt động trao đổi quốc tế đối với giảng viên và sinh viên, mức độ quốc tế hóa đội ngũ cán bộ khoa học và sinh viên. Để thúc đẩy quá trình đổi mới sáng tạo và toàn cầu hóa, các hợp tác quốc tế về nghiên cứu và đào tạo hướng đến các sản phẩm chung, hình thành các giá trị sở hữu trí tuệ chung đang được quan tâm. Trong trường hợp này, các ý tưởng đổi mới sáng tạo nhiều khi được mang đến từ chính sách thu hút các nhà khoa học quốc tế.

Quốc tế hóa là thành phần quan trọng trong chiến lược đổi mới sáng tạo của trường đại học, trong đó tiếp cận giảng dạy theo các chuẩn đảm bảo chất lượng quốc tế được thi hành trong thực tiễn. Đồng thời, giảng viên và sinh viên (bao gồm cả nghiên cứu sinh) được hỗ trợ để tăng cường giao lưu quốc tế. Hoạt động tìm kiếm và thu hút nhân tài quốc tế tham gia vào hoạt động sáng nghiệp của trường phải được quan tâm. Trường đại học, các khoa và các đơn vị trực thuộc hoạt động tích cực trong các tổ chức nghề

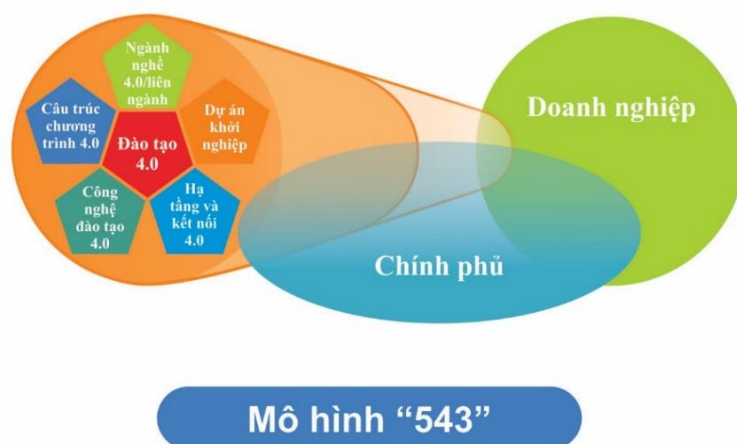
ng nghiệp quốc tế (về học thuật, về chuyên giao tri thức và công nghệ).

2.7. Sự phát triển hài hòa giữa mục tiêu vốn hóa tài sản tri thức, gia tăng giá trị của đại học với việc tạo ra giá trị cộng hưởng cho doanh nghiệp và cộng đồng

Trường đại học định hướng sáng nghiệp không theo đuổi mục tiêu kinh tế, mà mục tiêu phát triển kinh tế được tích hợp cùng với mục tiêu phát triển tri thức khoa học, hướng tới tạo ra một giá trị cộng hưởng thiết thực và hiệu quả hơn của các trường đại học cho xã hội [8]. Việc phát triển các sản phẩm hoàn chỉnh, hướng đến người dùng trực tiếp, thương mại hóa trực tiếp, góp phần gia tăng giá trị được triển khai trong khuôn viên đại học là một xu thế để tăng cường tự chủ đại học. Ngoài ra, đại học còn có trách nhiệm phục vụ cộng đồng, trước hết là phục vụ trực tiếp địa phương, vùng - nơi đại học hoạt động, bao gồm cả việc cung cấp nguồn nhân lực, cả việc hợp tác chuyên giao tri thức, tăng nguồn thu từ cộng đồng và địa phương. Tương tự, việc đóng góp và tăng nguồn thu từ các hợp tác với doanh nghiệp còn được đặc biệt quan tâm. Lưu ý rằng, hợp tác với các doanh nghiệp không phải tính qua các hợp đồng chung chung, hình thức mà chỉ đánh giá nếu hợp tác đó thực sự nghiên cứu được kết quả mới (công bố thành công trình nghiên cứu chung, sở hữu trí tuệ chung). Điều này cũng dễ hiểu, vì ở mức độ phát triển cao, để tạo ra được sự độc đáo và khả năng cạnh tranh, doanh nghiệp chỉ cần các kết quả nghiên cứu có bản quyền.

Khoa học xã hội và nhân văn, khoa học nghệ thuật và sáng tạo là một thế mạnh đặc trưng của nhiều trường đại học. Phát triển các mô hình doanh nghiệp, dịch vụ về văn hóa, xã hội và công nghiệp sáng tạo vừa là xu thế ứng dụng công nghệ để phát triển các lĩnh vực liên ngành vừa là xu thế khởi nghiệp mới.

Bây (7) đặc trưng trên đây đồng thời là các giải pháp đồng bộ để hướng tới mô hình đại học thông minh định hướng đổi mới sáng tạo hoàn chỉnh. Theo đó, sự kết hợp của ba mô hình “5



Hình 12. Mô hình “543” cho đại học định hướng đổi mới sáng tạo [12].

trong 1”, mô hình “4 trong 1” và mô hình “3 trong 1” có thể còn được khái quát hóa chung hơn thành mô hình đại học thông minh định hướng đổi mới sáng tạo “543” (hình 12). Ở đây, mô hình và cơ cấu tổ chức của trường đại học truyền thống đã có sự “tái cấu trúc”, không những phù hợp với việc triển khai các hoạt động đổi mới sáng tạo, mà còn thuận lợi cho việc kết nối với doanh nghiệp và chính phủ.

3. Đo lường và đối sánh mức độ thích ứng của trường đại học đối với cuộc cách mạng công nghiệp 4.0

Giữa việc mô tả và đo lường, đánh giá đặc trưng của đại học luôn có một sự khác biệt nhất định. Trong lúc việc mô tả cần phải đầy đủ cả cơ sở lý luận và nội dung triển khai, việc đánh giá, đối sánh chỉ tập trung vào kết quả và sản phẩm, đặc biệt, chỉ tập trung vào các tham số đo lường và thu thập được cơ sở dữ liệu, thỏa mãn nguyên tắc S.M.A.R.T (*S – specific*: có tham số cụ thể; *M – measurable*: định lượng và đo lường được; *A – attainable*: khả thi; *R – responsible person*: có địa chỉ phụ trách và *T – time specific*: có tính kế hoạch). Trên cơ sở phân tích các đặc trưng về chất lượng và hiệu

quả hoạt động của trường đại học theo bảy đặc trưng đã đề xuất, tham khảo bộ tiêu chí đại học định hướng nghiên cứu đã có của ĐHQGHN [31], tiêu chí xếp hạng nhóm sao (QS STAR) [9], bảng xếp hạng U-multirank (U-multirank 2014) [32], SETARA rating [33], bộ tiêu chí đại học định hướng khởi nghiệp [34] và tiếp cận đảm bảo chất lượng về quản trị chiến lược [34-35], Bộ tiêu chuẩn đối sánh mức độ đáp ứng cuộc CMCN 4.0 hay mức độ phát triển của mô hình đại học định hướng đổi mới sáng tạo mà chúng tôi đề xuất có 8 tiêu chuẩn và 60 tiêu chí, bao gồm:

- Tiêu chuẩn 1: Quản trị chiến lược (6 tiêu chí)
- Tiêu chuẩn 2: Đào tạo (15 tiêu chí)
- Tiêu chuẩn 3: Nghiên cứu (6 tiêu chí)
- Tiêu chuẩn 4: Đổi mới sáng tạo (5 tiêu chí)
- Tiêu chuẩn 5: Hệ sinh thái đổi mới sáng tạo (4 tiêu chí)
- Tiêu chuẩn 6: Đại học thông minh (10 tiêu chí)
- Tiêu chuẩn 7: Mức độ quốc tế hóa (10 tiêu chí)
- Tiêu chuẩn 8: Phục vụ cộng đồng (4 tiêu chí).

Bảng 3. Bộ tiêu chí đối sánh mức độ thích ứng mô hình đại học 4.0 – trường đại học thông minh định hướng đổi mới sáng tạo top 200 châu Á

Tiêu chuẩn và tiêu chí đánh giá	Chỉ số
<i>Tiêu chuẩn 1: Quản trị chiến lược</i>	
1.1. Sứ mệnh: Có tuyên bố về định hướng đổi mới sáng tạo trong sứ mệnh và chiến lược phát triển	Minh chứng
1.2. Kế hoạch: Có kế hoạch trung hạn và ngắn hạn thực hiện mục tiêu	Minh chứng
1.3. Cơ cấu tổ chức quản lý: Có đơn vị liên quan triển khai thực hiện mục tiêu	Minh chứng
1.4. Chỉ đạo thực hiện: Các chủ trương, chính sách đã thực thi	Minh chứng
1.5. Văn hóa tiên phong: chủ động thích ứng và tiên phong đổi mới sáng tạo	Minh chứng
1.6. Quản trị chia sẻ: Tự chủ được chia sẻ và phát huy đối với tất cả các bên liên quan	Minh chứng
<i>Tiêu chuẩn 2: Đào tạo</i>	
2.1. Chất lượng tuyển sinh: Điểm trung bình kỳ thi tuyển sinh quốc gia/ngành	30
2.2. Quy mô giảng viên: Tỷ lệ giảng viên trên tổng quy mô đào tạo đại học và sau đại học.	8%
2.3. Trình độ giảng viên: Tỷ lệ giảng viên có trình độ tiến sĩ trên tổng số giảng viên	65%
2.4. Uy tín giảng viên: Tỷ lệ giảng viên có chức danh GS, PGS trên tổng số giảng viên	20%
2.5. Quy mô đào tạo sau đại học: Tỷ lệ đào tạo sau đại học trên tổng quy mô đào tạo	20%
2.6. Quy mô đào tạo tiến sĩ: Tỷ lệ đào tạo tiến sĩ trên tổng quy mô đào tạo	5%
2.7. Cơ cấu ngành nghề 4.0: Tỷ lệ các ngành đào tạo liên quan trực tiếp đến công nghiệp 4.0	5%
2.8. Chuẩn đầu ra: Tỷ lệ chương trình đào tạo có tuyên bố chuẩn đầu ra với tinh thần và năng lực khởi nghiệp.	45%
2.9. Cấu trúc chương trình đào tạo và kỹ năng 4.0: Tỷ lệ chương trình đào tạo có kiến thức cơ bản bao gồm tri thức khai phóng và công nghệ 4.0.	45%
2.10. Mức độ đào tạo linh hoạt: Số chương trình đào tạo được thiết kế linh hoạt đáp ứng khả năng tự chọn của sinh viên	15%
2.11. Tính liên ngành: Số lượng chương trình đào tạo thiết kế theo tiếp cận liên ngành và xuyên ngành	15%
2.12. Dự án khởi nghiệp: Số chương trình đào tạo kết hợp với dự án khởi nghiệp	10%
2.13. Mức độ hài lòng của người học	100%
2.14. Mức độ hài lòng của nhà tuyển dụng	100%
2.15. Các giải thưởng về học thuật cấp Bộ và tương đương của sinh viên/tổng quy mô đào tạo/3 năm	1,5%
<i>Tiêu chuẩn 3: Nghiên cứu</i>	
3.1. Công bố trong nước: Trung bình số bài báo công bố trên tạp chí online/GV/3 năm	2
3.2. Công bố quốc tế: Trung bình số bài báo ISI và Scopus/GV/5 năm	2
3.3. Chất lượng nghiên cứu: Chỉ số trích dẫn/bài báo ISI-Scopus/5 năm	4
3.4. Sách chuyên khảo: Số sách chuyên khảo/chuyên ngành đào tạo sau đại học/3 năm	1
3.5. Giải thưởng KH&CN: Số giải thưởng về học thuật cấp Bộ, quốc gia, quốc tế của giảng viên và cựu sinh viên/5 năm	15

3.6. Ngân sách tài trợ: Kinh phí nghiên cứu hỗ trợ từ các nguồn Quỹ và Chương trình nghiên cứu/GV/3 năm (triệu VNĐ)	100
<i>Tiêu chuẩn 4: Đổi mới sáng tạo</i>	
4.1. Sở hữu trí tuệ trong nước: Số bằng bản quyền tác giả, giải pháp hữu ích, sáng chế được cấp/5 năm	20
4.2. Sở hữu trí tuệ toàn cầu: Số bằng sáng chế quốc tế/5 năm	10
4.3. Kinh phí nghiên cứu được doanh nghiệp tài trợ/GV/5 năm để nghiên cứu phát triển và hỗ trợ khởi nghiệp (triệu VNĐ)	25
4.4. Số doanh nghiệp khởi nghiệp, spin-off/5 năm	5
4.5. Xếp hạng đổi mới sáng tạo trong các bảng xếp hạng Scimago	Top 10 Việt Nam
<i>Tiêu chuẩn 5: Hệ sinh thái khởi nghiệp</i>	
5.1. Tỷ lệ Trung tâm nghiên cứu, PTN mục tiêu/ngành đào tạo khoa học tự nhiên và công nghệ	100%
5.2. Không gian sáng tạo và hỗ trợ khởi nghiệp	Có
5.3. Vườn ươm doanh nghiệp	Có
5.4. Số doanh nghiệp liên kết đào tạo khởi nghiệp	Có
<i>Tiêu chuẩn 6: Đại học thông minh</i>	
6.1. Hạ tầng mạng và năng lực kết nối thông tin (điểm danh, số hóa dữ liệu học tập sinh viên, dịch vụ trực tuyến hỗ trợ sinh viên)	Minh chứng
6.2. Khả năng phân tích nhanh và quản trị chất lượng (tiến độ học tập, chất lượng bài giảng, hiệu quả sử dụng cơ sở vật chất...)	Minh chứng
6.3. Tài nguyên số: Số lượng tư liệu khoa học số hóa trên website của trường/quy mô đào tạo	50%
6.4. Tần suất truy cập tài nguyên học liệu (lần/sinh viên/tuần)	5
6.5. Tần suất kết nối, tương tác với giảng viên/nhóm học tập (lần/sinh viên/tuần)	2
6.6. Số lượng bài giảng online MOOC/ngành đào tạo	5
6.7. Số lượng PTN thực hành ảo/ngành đào tạo	25%
6.8. Mức độ số hóa quy trình quản lý, hỗ trợ kết nối, tương tác và quản lý hệ thống hành chính và đào tạo	80%
6.9. Phần mềm kiểm tra sự trùng lặp thông tin và đạo đức nghiên cứu	1
6.10. Xếp hạng Webometrics	Top 10 Việt Nam
<i>Tiêu chuẩn 7: Mức độ quốc tế hóa</i>	
7.1. Tỷ lệ chương trình đào tạo bằng tiếng nước ngoài/tổng số ngành đào tạo	10%
7.2. Tỷ lệ chương trình đào tạo liên kết quốc tế/tổng số ngành đào tạo	10%
7.3. Tỷ lệ sinh viên nước ngoài học lấy bằng	2%
7.4. Tỷ lệ giảng viên nước ngoài đến giảng dạy và nghiên cứu	2%
7.5. Tỷ lệ sinh viên nước ngoài đến trao đổi tín chỉ	2%
7.6. Tỷ lệ giảng viên đi giảng dạy và nghiên cứu ở nước ngoài	5%

7.7. Tỷ lệ sinh viên đi trao đổi tín chỉ	2,5%
7.8. Số lượng hội nghị, hội thảo quốc tế chủ trì tổ chức/ngành/3 năm	1
7.9. Tỷ lệ bài báo ISI, Scopus có hợp tác quốc tế	50%
7.10. Tỷ lệ kinh phí từ các dự án quốc tế/GV/3 năm (VNĐ)	30 tr
Tiêu chuẩn 8: Phục vụ cộng đồng	
8.1. Số chương trình đào tạo ngắn hạn đáp ứng mục đích học tập suốt đời/ngành	1
8.2. Số đối tác trong chiến lược phát triển vùng, địa phương	5
8.3. Tỷ lệ kinh phí tài trợ từ các Bộ, ngành, địa phương/GV/3 năm (VNĐ)	100 tr
8.4. Tỷ lệ kinh phí từ hoạt động dịch vụ và chuyển giao tri thức/3 năm (VNĐ)	30 tr

Toàn bộ các tiêu chuẩn và tiêu chí của bộ tiêu chí đối sánh này được trình bày trên bảng 3. Phương pháp xây dựng bộ tiêu chuẩn, tiêu chí và xác định các chỉ số sẽ được trình bày chi tiết trong một bài nghiên cứu khác.

So sánh với bộ tiêu chí đại học nghiên cứu mà ĐHQGHN đã áp dụng [31], ngoài 6 tiêu chí về quản trị chiến lược, Bộ tiêu chí đánh giá mức độ thích ứng công nghiệp 4.0 này có các tiêu chí trong tiêu chuẩn về nghiên cứu không thay đổi, nhưng có thêm 24 tiêu chí mới liên quan đến các yếu tố của công nghiệp 4.0; của hoạt động đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp; quốc tế hóa và phục vụ cộng đồng còn có:

- 8/15 tiêu chí về đào tạo (Chất lượng tuyển sinh; Tỷ lệ các ngành đào tạo liên quan đến công nghiệp 4.0; Tỷ lệ chương trình đào tạo có tiếp cận chuẩn đầu ra với tinh thần và năng lực khởi nghiệp; Tỷ lệ chương trình đào tạo có kiến thức cơ bản bao gồm tri thức, công nghệ 4.0; Tỷ lệ các chương trình thiết kế linh hoạt, xuyên ngành, kết hợp dự án khởi nghiệp; Số giải thưởng của sinh viên).

- 5/9 tiêu chí liên quan trực tiếp đến hoạt động đổi mới sáng tạo và hệ sinh thái khởi nghiệp (Số doanh nghiệp khởi nghiệp, spin-off; Không gian sáng tạo và hỗ trợ khởi nghiệp; Số vườn ươm doanh nghiệp; Xếp hạng đổi mới sáng tạo trong các bảng xếp hạng Scimago)

- 9/10 tiêu chí về đại học thông minh (Hạ tầng mạng và năng lực kết nối thông tin; Xử lý thông tin và quản lý chất lượng; Tần suất truy cập tài nguyên học liệu; Tần suất kết nối, tương tác với giảng viên/nhóm học tập; Số lượng bài

- giảng online MOOC; Số lượng PTN thực hành ảo/ngành đào tạo; Mức độ số hóa quy trình quản lý; hỗ trợ kết nối, tương tác và quản lý hệ thống hành chính và đào tạo; Phần mềm kiểm tra sự trùng lặp thông tin và quy tắc nghiên cứu; Xếp hạng Webometrics)

- 5/10 tiêu chí về mức độ quốc tế hóa (Tỷ lệ chương trình đào tạo bằng tiếng nước ngoài; Tỷ lệ chương trình đào tạo liên kết quốc tế; Số lượng hội nghị, hội thảo quốc tế chủ trì tổ chức/ngành; Tỷ lệ bài báo có hợp tác quốc tế; Tỷ lệ kinh phí từ các dự án quốc tế).

- 2/4 tiêu chí về phục vụ cộng đồng (Học tập suốt đời và đối tác chiến lược phát triển vùng, địa phương).

Để có thể đối sánh với các trường đại học trong nước và trên thế giới, việc xác định được các chỉ số cho các tiêu chí là cần thiết. Với mục tiêu hướng đến các trường đại học trong топ 200 châu Á, các số liệu năm 2018 của các Trường đại học Chiang Mai, Thái Lan (thứ 112), đại học De La Salle, Philippines (thứ 134), Đại học Quốc gia Hà Nội (thứ 124), Đại học Quốc gia Tp Hồ Chí Minh (thứ 144), Trường đại học Chungnam, Hàn Quốc (thứ 153) và trường đại học Khon Kaen, Thái Lan (thứ 178) đã được thu thập và phân tích, đặc biệt từ nguồn của QS và QS star. Các chỉ số trình bày trong bảng 3 là chỉ số trung bình của các trường đại học thuộc nhóm 100-200 châu Á. Đối với các chỉ số về tài chính, do có sự khác biệt về mức GDP của các quốc gia nên các chỉ số xác định ở đây chủ yếu từ kinh nghiệm của hai đại học quốc gia của Việt Nam.

4. Kết luận

Từ mô hình đại học định hướng nghiên cứu, để thích ứng với cuộc CMCN 4.0, các trường đại học Việt Nam nói riêng và các trường đại học trên thế giới nói chung cần áp dụng đồng bộ các giải pháp để hướng tới mô hình đại học thông minh định hướng đổi mới sáng tạo, trong đó đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp là triết lý, mục tiêu và phương thức gia tăng giá trị của hoạt động đào tạo, nghiên cứu và chuyển giao tri thức và công nghệ; đồng thời là phương thức và khả năng thích ứng với CMCN 4.0 của trường đại học. Thông minh là phương thức và giải pháp áp dụng các tiến bộ của công nghệ 4.0 vào trong các hoạt động của trường đại học. Trên tất cả các giải pháp đó, về mặt quản trị chiến lược, trường đại học phải có tuyên bố và cam kết trong sứ mệnh và chiến lược về mục tiêu đổi mới sáng tạo, có kế hoạch ngắn hạn, trung hạn và các đơn vị, nguồn lực triển khai thực hiện hiệu quả. Đặc biệt, trường đại học phải quản lý được mọi sự thay đổi và tiến bộ của mình thông qua quản trị chia sẻ (*shared governance*) và có văn hóa tiên phong (*pioneer culture*). Tiên phong sự thay đổi để thích ứng và tiên phong trong các nghiên cứu và đổi mới sáng tạo về công nghệ để chủ động dẫn dắt sự phát triển của cơ sở giáo dục và của cả quốc gia. Trong trường hợp này, bộ tiêu chí đánh giá mức độ thích ứng CMCN 4.0 sẽ rất hữu dụng để các trường tự đối sánh và đưa ra các chính sách đầu tư phù hợp.

Lời cảm ơn

Công trình nghiên cứu này được tài trợ bởi Chương trình KH&CN về Khoa học Giáo dục cấp quốc gia KHGD/16-20 với đề tài: Nghiên cứu mô hình trường đại học đáp ứng CMCN 4.0 (“Đại học 4.0”).

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn PGS.TS Đào Thanh Trường (Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân Văn, ĐHQGHN), PGS.TS. Trần Khánh Đức (Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội), GS.TS. Nguyễn Quý Thanh (Trường Đại học Giáo dục, ĐHQGHN) và Nguyễn Lê

Đình Quý (Đại học Đà Nẵng) đã đọc và góp ý kiến quý báu cho bài báo này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Klaus Schwab, Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, World Economic Forum. Bản dịch tiếng Việt, NXB Chính trị quốc gia Sự thật.
- [2] Nguyễn Hữu Đức, Hướng tới mô hình đại học Uniwood, Bản tin Đại học Quốc gia Hà Nội, số Xuân Quý Ty, 2013, tr. 22.
- [3] C.B.J. Ong and T.M.N. Nguyen, The 4Cs Framework to Transform Higher Education Institution as an Innovation Producing Ecosystem, International Workshop “Creativity Development and Opportunities for Business and Startup Ideas”. Hanoi, 11-12,8/2017.
- [4] Nguyễn Chí Hải, Nguyễn Hồng Nga, Một số đặc điểm của đại học nghiên cứu – Kinh nghiệm quốc tế cần áp dụng tại Việt Nam, Tạp chí Khoa học Trường ĐH Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, 4 (2005) 150.
- [5] Nancy W. Gleason, edited, Higher education in the era of the fourth industrial revolution, Palgrave Macmillan, Singapore, 2018.
- [6] A. Engovatova and E. Kuznetsov, A plan for the growth of the knowledge economy in Russia, RussianDirect 4 (2016) 8
- [7] Trần Thọ Đạt và Đoàn Hoàng Minh, Đại học định hướng doanh nghiệp. Tạp chí Kinh tế và Phát triển, 233 (2016) 10-19.
- [8] S. Case, S.M. Coleman, G. Deshpande et al., The Innovative and Entrepreneurial University: Higher Education, Innovation & Entrepreneurship in Focus. U.S. Department of Commerce, 2013.
- [9] QS STAR, <https://www.topuniversities.com/qs-stars/qs-stars-methodology>
- [10] Scimago Institutions Rankings, <https://www.scimagoir.com/>
- [11] World Economic Forum, The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution Executive Summary (2016).
- [12] Nguyễn Hữu Thành Chung, Xây dựng mô hình đại học đổi mới (sáng tạo) nhằm thích ứng với cuộc CMCN lần thứ 4 (Nghiên cứu trường hợp Đại học Quốc gia Hà Nội), Luận văn Thạc sỹ, Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn, ĐHQGHN, 2018.
- [13] Nguyễn Hữu Đức, Nguyễn Xuân Huy, Nguyễn Hữu Thành Chung, Nghiên cứu xu thế đổi mới

- sáng tạo trong cuộc CMCN lần thứ tư bằng phương pháp phân tích trắc lượng thư mục, VNU Journal of Science: Policy and Management Studies, 33(3) (2017) 1-7.
- [14] Framing Malaysian Higher Education – Future Proof Talents, Ministry of Higher Education Malaysia, 2018.
- [15] D. Humphreys, Making the Case for Liberal Education – Responding to Challenges, 2006, Association of American Colleges and Universities.
- [16] R. May Lee, Yanyue Yuan, Innovation Education in China: Preparing Attitudes, Approaches and Intellectual Environments for Life in the Automation Economy, in: Higher education in the era of the fourth industrial revolution, Nancy W. Gleason, edit, Palgrave Macmillan, 2018, p. 93.
- [17] S.M. Drake and R.C. Burns, Meeting Standards Through Integrated Curriculum, Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, Virginia USA, 2003.
- [18] Tan Eng Chey, Innovation and Enterprise at National University of Singapore, (2018), private communication.
- [19] Douglas Thompson, Technology Transfer and Commercialisation, Reports Minsk, 27th May 2015.
http://www.scienceportal.org.by/upload/2015/June/Inconet%20EaP%20-%20Presentation/8%20Thompson_Tech%20Transfer%20and%20Commercialisation.pdf.
- [20] Research Management and Development Division, Office of President, Mahidol University: Thailand 4.0 and Entrepreneurship University, 2016.
http://www.senate.mahidol.ac.th/Data/Academic%2022%20Jul/VP%20Sansanee%20Academician%20Council%20Jul22_2016.pdf
- [21] Deborah Wince-Smith, Universities are Wellsprings of Innovation, Drivers of Regional Economies, The Global Federation of Competitiveness Councils. A network of leaders committed to accelerating global prosperity through fostering innovation ecosystems, 2017; <https://blog.thegfcc.org/universities-are-wellsprings-of-innovation-drivers-of-regional-economies-8a3c097e6cc>
- [22] Kees Eijkel,
<http://www.successful.com.au/blog/2013/03/29/se-mip-innovation-showcase-2013/>
- [23] Kosmas Galatsis, Nanoelectronics Research Gaps and Recommendations, 2017.
<http://technologyandsociety.org/nanoelectronics-research-gaps-and-recommendations-a-report-from-the-international-planning-working-group-on-nanoelectronics-ipwgn/>
- [24] Jackson Deborah, What is an Innovation Ecosystem?, National Science Foundation, Arlington, VA (http://erc-assoc.org/docs/innovation_ecosystem.pdf), 2012.
- [25] P.U. Lijie, Innovation & Entrepreneurship Education at Nanjing University, Asian University Forum, Mogolia, 6 June, 2017.
- [26] J. Wonglimpiyarat, The innovation incubator, university business incubator and technology transfer strategy: The case of Thailand, Technology in Society 46 (2016) 18–27
- [27] Fehmida Hussain, E-learning 3.0 = E-learning 2.0 + Web.3.0, IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2012), p.11.
- [28] Behrad Bagheri, Big future for cyber-physical manufacturing systems, Design World, September 23, 2015
- [29] Kuo-Ming Chao, Cyber Physical Systems for Future Higher Education, Coventry University, UK, private communication.
- [30] H. Etzkowitz and L. Leydesdorff, The Triple Helix – University – Industry - Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development". Rochester, NY., 1995.
- [31] Đại học Quốc gia Hà Nội: Hướng dẫn về các tiêu chí đại học nghiên cứu (2013).
<https://vnu.edu.vn/upload/vanban/2013/10/08/1206-Huong-dan-ve-cac-tieu-chi-truong-dai-hoc-nghien-cuu..pdf>
- [32] U-Multirank: Compare University and Colleges Rankings, <https://www.umultirank.org/>
- [33] SETARA: Overall structure of the SETARA rating 09 instrument, Malaysia
<http://www.mqa.gov.my/portalmqav3/SETARA09/pdf/DIMENSI%20DOMAIN%20KRITERIA%20%20INDIKATOR%20SETARA%20%2709.pdf>
- [34] Allan Gibb, Exploring the synergistic potential in entrepreneurial university development: towards the building of a strategic framework, Annals of Innovation & Entrepreneurship 3 (2012) 16742. DOI: 10.3402/aie.v3i0.16742
- [35] AUN-QA: Hướng dẫn đánh giá cơ sở giáo dục của mạng lưới đảm bảo chất lượng giáo dục các trường đại học ASEAN, NXB ĐHQGHN, 2017.

Higher Education 4.0: Characteristics and Criteria

Nguyen Huu Duc¹, Nguyen Huu Thanh Chung², Nghiem Xuan Huy¹,
Mai Thi Quynh Lan¹, Tran Thi Bich Lieu¹, Ha Quang Thuy³, Nguyen Loc⁴

¹*Vietnam National University, Hanoi, 144 Xuan Thuy, Cau Giay, Hanoi, Vietnam*

²*VNU University of Social Sciences and Humanities, 336 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

³*VNU University of Engineering and Technology, 144 Xuan Thuy, Cau Giay, Hanoi, Vietnam*

⁴*Nguyen Tat Thanh University, 300A Nguyen Tat Thanh, Ho Chi Minh City, Vietnam*

Abstract: This study defines the kind of higher education that responds to the fourth industrial revolution (shortened as "university 4.0") as a model of *innovation-driven smart university*, in which, "innovation" is the philosophy, object as well as solutions for growing university's values; and "smart" means the infrastructure and technical conditions for implementing academic activities based on 4.0 technologies' advancements. The core features of the innovation-driven smart university are described in the so-called "543" model which consists of: entrepreneurial education (model "5 in 1"); innovation-driven academic research; innovative ecosystem (model "4 in 1"); smart university; operating mechanism (model "3 in 1"); internationalization and community responsibilities. A framework with criteria for the "university 4.0" model in accordance with quality assurance and university ranking approaches has been developed. Indicators for meeting these criteria can be used by universities for benchmarking themselves according to QS 4-star or Top 200 universities in QS Asia university ranking standards.

Keywords: University 4.0, smart university, innovation-driven university, innovative ecosystem, start-up, entrepreneurial spirit, cyber - physical system