



Chuyển đổi số ngành Khí tượng Thủy văn trong giảm nhẹ rủi ro thiên tai và ứng phó với biến đổi khí hậu

TS. HOÀNG ĐỨC CƯỜNG, TS. ĐỖ TIẾN ANH,
PGS. TS. ĐOÀN QUANG TRÍ

Tổng cục Khí tượng Thủy văn, Bộ TN&MT

1. NỖ LỰC CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG LĨNH VỰC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN TRÊN THẾ GIỚI

Chuyển đổi số đang là nhu cầu tất yếu của tất cả các quốc gia trên thế giới và các lĩnh vực trong đời sống của con người trong đó có lĩnh vực khí tượng thủy văn (KTTV). Tuy nhiên, việc thực hiện, ứng dụng chuyển đổi số của các quốc gia trên thế giới hiện nay không đồng đều có các mức độ khác nhau tùy vào mức độ phát triển và điều kiện của các quốc gia. Đặc biệt, việc cải thiện của các hệ thống siêu máy tính có hiệu năng tính toán cao xử lý được những bài toán phức tạp trong thời gian ngắn càng làm thúc đẩy việc ứng dụng các công nghệ chuyển đổi số trong lĩnh vực KTTV. Đơn cử như một quốc gia trong Hiệp hội Khí tượng châu Á như: Hàn Quốc, năm 1999, Tổng cục Khí tượng Hàn Quốc (KMA) có hệ thống siêu máy tính đầu tiên có tốc độ tính toán 0.2 TFLOPS, đến thế hệ hệ siêu máy tính thứ 3 ra đời năm 2010 của KMA, tốc độ tính toán đã lên 758 TFLOPS và thế hệ thứ 5 ra đời năm 2021 có tốc độ tính toán 51 Pflops (51 000 TFLOPS), trong khi đó Tổng cục KTTV Việt Nam mặc dù có hệ thống siêu máy tính có tốc độ cao nhất Đông Nam Á cũng chỉ mới có 88 TFLOPS.

Trong những năm qua, Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) đã cùng với các quốc gia thành viên nỗ lực ứng dụng các công nghệ số, các công nghệ tiên tiến để cải thiện năng lực quan trắc thông qua các chương trình và hệ thống quan trắc như Hệ thống quan trắc khí hậu toàn cầu (GCOS), Hệ thống quan trắc khí quyển toàn cầu (GAW), Hệ thống quan trắc tích hợp WMO (WIGOS)... hay cải thiện các hệ thống truyền tin như hệ thống thông tin WMO (WIS) nhằm tăng hiệu quả và tốc độ truyền, chia sẻ các dữ liệu KTTV với mật độ và khối lượng dữ liệu ngày một lớn trong hệ thống các thành viên của WMO. Các nỗ lực này đang đóng góp không nhỏ trong việc tạo ra các lớp dữ liệu lớn, đa chiều, đa thông tin phục vụ tạo ra các sản phẩm dự báo có chất lượng cao hơn, đa dạng hơn.

Để nâng cao chất lượng dự báo, cảnh báo KTTV, nhiều nước thế giới đã chuyển sang hướng sang tiếp cận liên ngành, trong đó ưu tiên ứng dụng những thành tựu đột phá trong công nghệ thông tin nói chung và trong lĩnh vực dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo (AI) nói riêng. Với khả năng tập hợp thông tin tổng hợp đa dạng và kịp thời cho dự báo viên thông qua việc bổ sung các công

cụ trong nghiệp vụ với tính chất trực quan, kịp thời dựa trên nền tảng dữ liệu lớn và hệ thống AI, các hệ thống này ngoài việc cho phép truy cập đa dạng các nguồn dữ liệu, còn cho phép đưa ra thông tin kịp thời cho các dự báo viên về những nguy cơ, hệ quả khác nhau trong công tác dự báo, cảnh báo KTTV, giảm thiểu việc bỏ sót quá trình giám sát dự báo; có thể kể đến như Chương trình Phát triển của Liên hợp quốc (UNDP) đã tạo ra một hệ thống cảnh báo sớm đa nguy cơ (MHEWS), áp dụng Big data, công nghệ học máy (ML - Machine learning) và AI dựa trên dữ liệu do các nước cung cấp để hỗ trợ Georgia dự báo chính xác và cảnh báo sớm cho người dân, giúp giảm 30% thiệt hại nhân sự và tài chính. Hay tại Mỹ, Tập đoàn công nghệ đa quốc gia - IBM đã phát triển Big Data, xử lý dữ liệu có cấu trúc và phi cấu trúc, được xử lý bởi Operations Risk Insight (ORI), một nền tảng Big data áp dụng AI và ML để trực quan hóa và hỗ trợ quá trình ra quyết định, đưa ra tới 26 triệu dự báo hàng ngày. Trong những năm gần đây, các hệ thống AI phát triển trong lĩnh vực dự báo thời tiết, thiên tai ngày càng được các tập đoàn lớn phát triển mạnh mẽ với sức mạnh và độ chính xác vượt trội so với các sản phẩm dự báo truyền thống, ví dụ như mô hình AI Grapcast do Google phát triển có độ chính xác và nhanh hơn nhiều lần so với mô hình dự báo có độ phân giải cao HRES của Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa châu Âu, hay như công cụ AI Pangu Weather do tập đoàn Huawei phát triển có thể tạo ra dự báo thời tiết toàn cầu trong vòng vài giây, bao gồm tất cả các yếu tố như địa hình, độ ẩm, tốc độ gió, nhiệt độ và áp suất mực nước biển.

Chuyển đổi số, cùng với các công cụ chuyển đổi số như AI đang dần thể hiện sức mạnh vượt trội so với các công nghệ dự báo truyền thống, góp phần tạo ra những bản tin thời tiết, thiên tai có độ chính xác cao hơn, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu, hỗ trợ hiệu quả công tác giảm nhẹ rủi ro thiên tai, phát triển kinh tế - xã hội (KT - XH) bền vững của toàn cầu.

2. HIỆN TRẠNG CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG NGÀNH KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VIỆT NAM

Được sự quan tâm của Đảng và Chính phủ, ngành KTTV đang từng bước làm chủ các công nghệ hiện đại, ứng dụng chuyển đổi số một cách toàn diện vào trong các lĩnh vực của ngành từ khâu quan trắc, truyền tin, cơ sở dữ liệu và cảnh báo dự báo. Việc ứng dụng khoa học công nghệ tiên tiến hiện đại đang từng bước thay đổi đáng kể năng lực dự báo cảnh báo KTTV, đưa Việt Nam là một trong những quốc gia có nền KTTV mạnh trong khu vực Đông Nam Á.

*Lĩnh vực quan trắc:*

Mạng lưới quan trắc KTTV đã được đầu tư nâng cấp hiện đại, đồng bộ, chuyển dần từ đo thủ công sang tự động. Trong 5 năm trở lại đây, mạng lưới radar thời tiết đã được nâng cấp và lắp mới bao gồm 10 trạm radar hiện đại trải khắp mọi miền đất nước, cùng với mạng lưới đo mưa tự động với hơn 2.000 trạm là một trong những bước tiến rõ rệt của ngành KTTV khi áp dụng thành tựu khoa học công nghệ mới, chuyển đổi số. Năm 2019, ngành KTTV Việt Nam đã triển khai hệ thống siêu máy tính đầu tiên tại Việt Nam (CrayXC40), cho phép đạt năng lực tính toán đạt xấp xỉ 80TFLOPS và thực hiện bài toán dự báo thời tiết ở quy mô 2-3 km cho toàn bộ lãnh thổ Việt Nam và Biển Đông, dự báo 3 ngày trong thời gian 30-40 phút. Đây là một trong những hệ thống tính toán hiện đại trong khu vực Đông Nam Á, tương đương với hệ thống CrayXC40 của Cơ quan khí tượng Singapore. Với hệ thống siêu máy tính này, ngành KTTV Việt Nam đã và đang thực hiện đồng hóa số liệu, tích hợp toàn bộ các hệ thống quan trắc thời gian thực, bao gồm vệ tinh, radar, quan trắc bề mặt, đo mưa tự động... đưa ra các tính toán, phân tích dự báo các hiện tượng thời tiết cực đoan trong tương lai, từ ngày, tuần đến tháng với độ chính xác cao hơn.

Lĩnh vực thông tin và dữ liệu:

Hệ thống thông tin KTTV hiện nay đã được đầu tư hiện đại và khá đồng bộ, từ hệ thống máy chủ, các hệ thống thông tin chuyên ngành; hệ thống kênh thông tin quốc tế (GTS và WIS); hệ thống mạng riêng luôn đảm bảo sự hoạt động ổn định, thông suốt trong mọi tình huống, nhất là trong khi có tình hình thời tiết nguy hiểm, phục vụ tốt yêu cầu của công tác dự báo, cảnh báo bão, lũ cũng như truyền tin kịp thời tới các bộ, ngành, địa phương theo quy định; thực hiện phát báo quốc tế số liệu KTTV thời gian thực qua hệ thống viễn thông toàn cầu đảm bảo đúng quy định của WMO; cơ sở dữ liệu thông tin KTTV đã lưu trữ được nhiều tài liệu mang tính lịch sử, khẳng định chủ quyền đất nước.

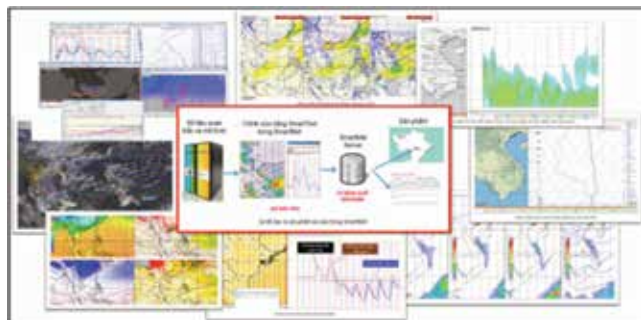
Toàn bộ dữ liệu KTTV trong và ngoài nước hiện nay được tích hợp, tổ chức xử lý, lưu trữ, khai thác và cung cấp theo hướng tập trung, đồng bộ (dữ liệu được tập trung tại Trung tâm dữ liệu ngành KTTV). Hiện nay, ngành KTTV đang xây dựng và phát triển hệ thống quản lý dữ liệu dùng chung (CDH) cho toàn ngành. Các công tác nghiệp vụ dự báo, cảnh báo KTTV đều sử dụng dữ liệu tại hệ thống CDH này; dữ liệu được chia sẻ đến các đơn vị cấp trên phục vụ công tác điều hành, chỉ đạo về phòng chống thiên tai như Tổng cục Phòng chống thiên tai, Văn phòng thường trực Ban chỉ đạo quốc gia về phòng, chống thiên tai.

Lĩnh vực dự báo cảnh báo thời tiết, thiên tai:

Hệ thống dự báo, cảnh báo KTTV từ Trung ương đến địa phương được tổ chức theo 3 cấp dự báo, công nghệ dự báo, cảnh báo KTTV không ngừng được đổi

mới, phát triển. Công nghệ dự báo số đã được nghiên cứu và triển khai ứng dụng nghiệp vụ tại Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia và một số Đài KTTV khu vực. Một số mô hình khu vực phân giải cao như mô hình HRM của Đức, WRF của Mỹ, ECMWF của châu Âu... cùng với các hệ thống dự báo tổ hợp hạn ngắn và hạn vừa đã và đang được vận hành hiệu quả tại Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia. Với việc ứng dụng hệ thống mô hình dự báo thời tiết số trị, các đơn vị dự báo nghiệp vụ trực thuộc Tổng cục KTTV đã tiến hành dự báo tới các địa điểm cụ thể như thị trấn, thị xã, thành phố, với khoảng 600 điểm; phát hành bản tin dự báo KTTV đa dạng hơn, thông tin dự báo chi tiết hơn và từng bước nâng cao chất lượng dự báo, cảnh báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm như bão, áp thấp nhiệt đới, mưa lớn, không khí lạnh, đồng thời tăng cường các bản tin dự báo KTTV biển, đặc biệt là thời tiết biển khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa, góp phần bảo vệ chủ quyền biển, đảo của đất nước và phục vụ hiệu quả việc phát triển kinh tế biển.

Nhờ có ứng dụng chuyển đổi số, đặc biệt ứng dụng các công cụ dự báo cảnh báo thông minh Smartmet, Hệ thống cảnh báo lũ quét sạt lở đất khu vực Đông Nam Á, ngành KTTV đã tiến hành cải tiến, thay đổi, điều chỉnh cả về hình thức và nội dung các bản tin dự báo, cảnh báo theo hướng rõ hơn, chi tiết hơn về ảnh hưởng của bão, mưa, lũ, cụ thể như: Bản đồ dự báo bão để tham khảo hơn; đã nhận định rõ hơn về diễn biến mưa, vùng và thời gian có gió mạnh, sóng lớn; khu vực các huyện miền núi có nguy cơ lũ quét, sạt lở đất cao; các bản tin dự báo bão, lũ được phát sớm hơn từ 30 phút đến 1 giờ so với trước đây và chuyển ngay đến các Đài KTTV khu vực, Đài KTTV tỉnh để kịp thời phục vụ địa phương; đưa thông tin dự báo KTTV lên các trang mạng của Tổng cục KTTV, các phương tiện thông tin đại chúng ở Trung ương, địa phương và các cơ quan chỉ đạo phòng chống thiên tai các cấp để góp phần nâng cao hiệu quả phòng chống thiên tai; Đã đưa được cấp độ rủi ro thiên tai vào bản tin qua đó nâng cao hiệu quả phục vụ, và từng bước tiến tới dự báo dựa trên tác động, cảnh báo dựa trên rủi ro. Các nội dung này đã cập nhật, bổ sung kịp thời, đầy đủ nên được các cấp chính quyền ở Trung ương và địa phương ghi nhận, đánh giá cao.



▲ Hình 1. Hệ thống hiển thị và phân tích dự báo thông minh - SmartMet



Các ứng dụng công nghệ mới, công nghệ số từ quan trắc, truyền tin, dữ liệu và dự báo KTTV đã góp phần nâng thời gian dự báo bão, áp thấp nhiệt đới từ 24 giờ lên 36 giờ; đối với nhiều cơn bão có quỹ đạo ổn định đã dự báo trước từ 60 - 72 giờ, cảnh báo trước 48 - 72 giờ các đợt không khí lạnh gây rét đậm, rét hại.

Công tác nghiên cứu ứng dụng chuyển đổi số và các công nghệ trí tuệ nhân tạo:

Các đơn vị trực thuộc Tổng cục KTTV từ Trung ương đến địa phương đã tích cực nghiên cứu và từng bước thực hiện ứng dụng AI để hỗ trợ dự báo, cảnh báo KTTV. Có thể kể đến một số nghiên cứu: Nghiên cứu, ứng dụng trí tuệ nhân tạo để nhận dạng, hỗ trợ dự báo và cảnh báo một số hiện tượng khí tượng thủy văn nguy hiểm; Nghiên cứu xây dựng hệ thống trí tuệ nhân tạo ứng dụng trong dự báo xoáy thuận nhiệt đới ở Biển Đông và ảnh hưởng đến Việt Nam hạn đến 3 ngày; Nghiên cứu đổi mới công nghệ dự báo sóng biển, nước dâng do bão thời hạn 24 giờ bằng kỹ thuật xử lý dữ liệu lớn và học máy; Nghiên cứu ứng dụng công nghệ số mới để dự báo định lượng mưa hạn cực ngắn cho khu vực trung du, miền núi Việt Nam; Nghiên cứu xây dựng hệ thống giám sát, dự báo, cảnh báo ngập/triều đổ thị dựa trên nền tảng AI tại TP. Hồ Chí Minh (triển khai thử nghiệm tại Thủ Đức); bước đầu nghiên cứu, ứng dụng AI phục vụ dự báo mặn và thí điểm cho Sóc Trăng...

Bên cạnh đó, Tổng cục KTTV cũng đã phối hợp với các Viện nghiên cứu, các trung tâm nghiên cứu toán, AI cập nhật, đưa vào các công cụ mới để tăng cường tính tự động hóa trong việc thiết lập các loại hình bản tin dự báo KTTV và đã bước đầu mang lại hiệu quả nhất định.

3. THUẬN LỢI VÀ THÁCH THỨC TRONG ỨNG DỤNG CHUYỂN ĐỔI SỐ CỦA NGÀNH KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

3.1. Các thuận lợi của ngành KTTV Việt Nam để thực hiện chuyển đổi số

Thứ nhất, công tác chuyển đổi số của ngành KTTV có sự ủng hộ về mặt chủ trương, chính sách từ Đảng và Chính phủ:

+ Chuyển đổi số là định hướng quan trọng của Đảng và Chính phủ trong phát triển KT - XH của đất nước trong thời gian tới được thể hiện trong các nội dung của Văn kiện của Đại hội Đảng XIII; Nghị quyết số 52-NQ/TW của Ban Bí thư về một số chủ trương, chính sách chủ động tham gia cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư; Quyết định số 749/QĐ-TTg phê duyệt Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030. Theo nội dung của Quyết định này thì mỗi cơ quan, tổ chức và cả quốc gia cần tận dụng tối đa cơ hội để phát triển Chính phủ số - kinh tế số - xã hội số. Trong đó, việc xác định sớm lộ trình và đẩy nhanh tiến trình chuyển đổi số trong từng ngành, từng lĩnh vực, từng địa phương

có ý nghĩa sống còn, là cơ hội để phát triển các ngành, lĩnh vực, địa phương và nâng cao thứ hạng quốc gia.

+ Bộ TM&MT đã ban hành Quyết định số 417/QĐ-BTNMT ngày 10/3/2021, phê duyệt Chương trình chuyển đổi số TN&MT đến năm 2025, định hướng đến năm 2030. Theo đó, tầm nhìn và định hướng trong việc quản lý, khai thác, điều hành thì cơ bản trên phương thức, quy trình, mô hình của công nghệ số và kết quả phân tích, xử lý dữ liệu số và áp dụng khoa học công nghệ, đổi mới sáng tạo và nhân lực chất lượng cao. Tạo thể chủ động, hiệu lực, hiệu quả trong: quản lý, khai thác, sử dụng hiệu quả, bền vững tài nguyên thiên nhiên; bảo vệ môi trường; bảo tồn, phát triển đa dạng sinh học; chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, nước biển dâng; phòng chống và giảm nhẹ thiên tai; xây dựng nền kinh tế xanh, kinh tế tuần hoàn, thân thiện với môi trường.

+ Công tác chuyển đổi số ngành KTTV được Đảng và Chính phủ quan tâm chỉ đạo, cụ thể: Chỉ thị 10-CT/TW của Ban bí thư về Tăng cường sự lãnh đạo của Đảng với công tác KTTV đáp ứng yêu cầu xây dựng và bảo vệ Tổ quốc ban hành ngày 25/9/2021 đã xác định “đẩy mạnh đổi mới sáng tạo, chuyển đổi số, ứng dụng khoa học công nghệ tiên tiến” là một trong những nội dung quan trọng nhằm tăng cường hiệu quả trong việc cảnh báo dự báo thời tiết, các thiên tai nguy hiểm, cung cấp sớm, kịp thời các thông tin khí tượng thủy văn đảm bảo đưa ra các hoạt động ứng phó kịp thời nhằm giảm nhẹ rủi ro thiên tai, phát triển KT - XH bền vững và bảo đảm quốc phòng, an ninh quốc gia. Các nội dung chuyển đổi số trong lĩnh vực KTTV cũng được Chính phủ quan tâm, đưa vào các mục tiêu của ngành KTTV trong thời gian tới tại Quyết định số 1970/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt chiến lược phát triển ngành KTTV đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, ngày 23/11/2021 và Quyết định số 1261/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt đề án “Hiện đại hóa ngành KTTV đến năm 2025 và thời kỳ 2026 - 2030” ngày 27/10/2023.

Hai là, sự thay đổi nhanh chóng của cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0 là động lực phát triển các lĩnh vực kinh tế xã hội, trong đó có lĩnh vực KTTV:

+ Khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và cách mạng công nghiệp lần thứ tư đang diễn biến rất nhanh, đột phá, tác động sâu rộng và đa chiều trên phạm vi toàn cầu. Khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo ngày càng trở thành nhân tố quyết định đối với năng lực cạnh tranh của mỗi quốc gia. Công nghệ số sẽ thúc đẩy phát triển kinh tế số, xã hội số, làm thay đổi phương thức quản lý nhà nước, mô hình sản xuất kinh doanh, tiêu dùng và đời sống văn hóa, xã hội. Các công nghệ chủ chốt của Cách mạng công nghiệp 4.0 được nhanh chóng tiếp thu, thúc đẩy là cơ hội ứng dụng trong các chuỗi giá trị cho các ngành, các lĩnh vực trong đó có ngành KTTV.

+ Các ứng dụng chuyển đổi số như big data, IOT, AI, máy học... đang được nghiên cứu và ứng dụng ngày



càng mạnh mẽ trong lĩnh vực KTTV, tạo ra động lực phát triển ngành KTTV đáp ứng được với các nhu cầu của xã hội, đảm bảo sự phát triển bền vững của nhân loại trước các thách thức về BĐKH, thiên tai, dịch bệnh...

Ba là, ngành KTTV Việt Nam có tiềm năng lớn trong ứng dụng chuyển đổi số:

+ Công tác của ngành KTTV có nhiệm vụ quan trọng, thường xuyên, có tính đặc thù, liên vùng, liên ngành, xuyên biên giới. Thông tin KTTV là đầu vào quan trọng của các ngành, lĩnh vực KT - XH, phục vụ đời sống hằng ngày của người dân và góp phần bảo đảm quốc phòng, an ninh quốc gia.

+ Ngành KTTV Việt Nam có mạng lưới quan trắc được bố trí trên các vùng miền toàn quốc. Đồng thời, được sự quan tâm của Đảng và Nhà nước các mạng lưới quan trắc đang được dần chuyển từ thủ công sang tự động, nhằm đảm bảo các số liệu tin cậy kịp thời phục vụ công tác dự báo cảnh báo thời tiết và thiên tai. Ngành KTTV đang chủ động tích cực nghiên cứu ứng dụng các công nghệ số của cuộc Cách mạng công nghệ 4.0 như IOT, Lora từng bước vào hệ thống quan trắc.

+ Khối lượng dữ liệu lớn trung bình 17000 GB/năm là tiềm năng để ứng dụng các công nghệ big data, AI nhằm cải thiện độ chính xác, năng lực tính toán các bài toán thời tiết, thiên tai phức tạp đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu góp phần giảm nhẹ rủi ro thiên tai, phát triển bền vững KT-XH của đất nước.

+ Vai trò của ngành KTTV trên trường quốc tế ngày càng được khẳng định và được cộng đồng quốc tế ghi nhận, sẵn sàng hỗ trợ về chuyên gia và kỹ thuật trong nâng cao năng lực quan trắc, dự báo cảnh báo KTTV. Đặc biệt, với vai trò là các Trung tâm khu vực Đông Nam Á của WMO về dự báo, cảnh báo thời tiết nguy hiểm và dự báo cảnh báo lũ quét sạt lở đất, ngành KTTV Việt Nam sẽ tiếp tục được Tổ chức Khí tượng thế giới quan tâm đầu tư chuyên gia, kỹ thuật trong đó có chuyển đổi số nhằm tiếp tục nâng cao chất lượng cảnh báo dự báo thiên tai cho khu vực Đông Nam Á.

3.2. Thách thức trong việc ứng dụng chuyển đổi số của ngành KTTV

Chuyển đổi số là định hướng ưu tiên chiến lược của Đảng và Nhà nước, là xu thế tất yếu của thế giới, tuy nhiên chuyển đổi số là hướng đi mới, nhiều công cụ chuyển đổi số mới dần được tiếp cận, phát triển và ứng dụng tại Việt Nam. Vì vậy, trong thời gian tới việc ứng dụng chuyển đổi số của ngành KTTV cũng sẽ gặp không ít các thách thức, cụ thể:

Chuyển đổi số là một vấn đề mới ở Việt Nam, bởi vậy nhận thức về chuyển đổi số chưa toàn diện, đồng đều ở các địa phương, cơ quan, đơn vị trong hệ thống chính trị. Mặc dù công tác chuyển đổi số mới được đề cập và đẩy mạnh trong những năm gần đây, tuy nhiên nhận thức về chuyển đổi số, ứng dụng chuyển đổi số, văn hóa chuyển đổi số cần nhiều thời gian để cán bộ KTTV tiếp thu và thực hiện.

Văn hóa về phát triển, ứng dụng, sử dụng về chuyển đổi số chưa được phát triển căn cơ tại các cơ quan, tổ chức trên cả nước. Khó khăn của chuyển đổi số trong ngành KTTV chính là thay đổi thói quen từ truyền thống sang sử dụng công nghệ số, dữ liệu số, hoạt động trên môi trường mạng. Các thói quen cũ, vốn đã ăn sâu vào tư duy và cách thức làm việc hiện nay tạo ra sức ỳ rất lớn. Việc từ bỏ những phương thức làm việc quen thuộc và tiếp cận với các công cụ, quy trình mới đòi hỏi một sự kiên nhẫn và tinh thần sẵn sàng thay đổi mạnh mẽ. Đây không chỉ là vấn đề về kỹ thuật mà còn liên quan đến ý chí và văn hóa của tổ chức.

Ngành KTTV hiện nay có nguồn nhân lực dồi dào, trải dài trên khắp cả nước, tuy nhiên nguồn nhân lực về chuyển đổi số còn tương đối hạn chế, đặc biệt nguồn nhân lực liên quan tới công nghệ thông tin, công nghệ mới như IOT, AI, big data còn chưa nhiều. Với đặc thù về các chính sách đãi ngộ của các cơ quan nhà nước cùng với đặc thù của ngành KTTV, việc thu hút được các cán bộ công nghệ thông tin, viễn thông, viễn thám... có trình độ cao làm việc trong ngành đang là một trong thách thức lớn trong thời gian tới.

Trong thời gian qua, cơ sở hạ tầng KTTV đã được Đảng và Chính phủ quan tâm, tuy nhiên vẫn còn chưa đáp ứng được nhu cầu và các mục tiêu phát triển và chuyển đổi số của ngành để tạo ra các sản phẩm đáp ứng được với nhu cầu của xã hội, công tác giảm nhẹ rủi ro và phát triển bền vững KT-XH của đất nước. Hiện nay tỷ lệ tự động hóa của hệ thống khí tượng mới chỉ đạt 10-20% (trừ hệ thống đo mưa gần 100%); các yếu tố thủy văn như đo lưu lượng mới đạt chỉ khoảng 12 %. Hệ thống cơ sở dữ liệu còn thiếu và chưa đảm bảo yêu cầu lưu trữ một lượng dữ liệu tương đối lớn phục vụ việc ứng dụng các công cụ big data hay AI. Ngay cả thời điểm hiện tại, dung lượng dữ liệu hàng năm của ngành KTTV nhận được từ các hệ thống quan trắc, vệ tinh vào khoảng 17 nghìn GB (17 TB), chưa tính đến việc lưu trữ các số liệu của các mô hình dự báo. Ngoài ra, hệ thống siêu máy tính XCray 40 mới được trang bị có hiệu năng tính toán cao, tuy nhiên chỉ tương đương các quốc gia có nền KTTV phát triển như Hàn Quốc cách đây 20 năm. Cơ sở hạ tầng chuyển đổi số là nền tảng quan trọng cho việc chuyển đổi số thành công, bởi vậy phát triển cơ sở hạ tầng chuyển đổi số là một trong những thách thức không nhỏ cho ngành KTTV.

Nhu cầu xã hội ngày càng cao về các sản phẩm thời tiết phục vụ các hoạt động sản xuất sinh hoạt, đồng thời các thông tin dự báo cảnh báo thiên tai chính xác, kịp thời phục vụ công tác giảm nhẹ rủi ro thiên tai cũng là áp lực đáng kể đối với ngành KTTV trong thời gian tới, đòi hỏi sự nỗ lực thay đổi đột phá của ngành, đặc biệt trong công tác ứng dụng chuyển đổi số. Sự thay đổi, phát triển nhanh chóng của cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0 đòi hỏi ngành KTTV phải đổi mới sáng tạo, tiếp cận

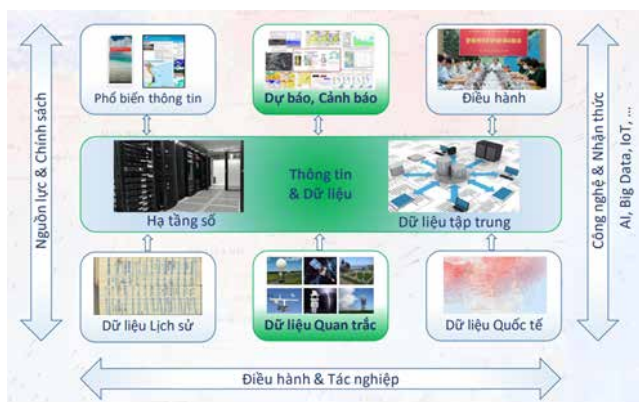


và ứng dụng thành thạo các công nghệ mới nếu không muốn tụt hậu phía sau.

4. ĐỊNH HƯỚNG VÀ GIẢI PHÁP CHUYỂN ĐỔI SỐ NGÀNH KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VIỆT NAM TRONG GIẢM NHIE RỦI RO THIÊN TAI VÀ ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Trong thời gian tới, ngành KTTV sẽ tiếp tục công cuộc chuyển đổi số theo chủ trương của Đảng và Chính phủ, nhằm thực hiện các mục tiêu trong Chiến lược phát triển ngành KTTV đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, tại Quyết định số 1970/QĐ-TTg năm 2021 và các nội dung trong Đề án “hiện đại hóa ngành KTTV đến năm 2025 và thời kỳ 2026-2030” được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt theo Quyết định số 1261/QĐ-TTg ban hành ngày 27/10/2023.

Định hướng, giải pháp chính trong việc phát triển chuyển đổi số ngành KTTV trong giai đoạn tới cần thúc đẩy ứng dụng chuyển đổi số toàn diện trong 3 nhóm nội dung công việc: (i) Điều hành tác nghiệp; (ii) Nguồn lực, chính sách; (iii) Công nghệ và nhận thức.



▲ Hình 2. Định hướng chuyển đổi số trong ngành KTTV

4.1. Nhóm điều hành tác nghiệp

Công tác quản lý, điều hành: Ứng dụng công nghệ vào quản lý, điều hành tác nghiệp KTTV liên thông từ Trung ương đến địa phương; Triển khai các hệ thống hỗ trợ điều hành, quản lý nhân sự, quản lý tài sản, phòng họp không giấy trực tuyến.

Công tác quan trắc KTTV: Chuyển đổi toàn diện công tác quan trắc thủ công sang phương thức mới theo xu hướng tự động; Ứng dụng các công nghệ quan trắc tiên tiến như Radar, vệ tinh và tăng cường hợp tác chuyên môn để nâng cao năng lực xử lý dữ liệu quan trắc; Ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) vào Camera quan trắc mưa và mực nước; Thiết bị, cảm biến hỗ trợ IoT; Công nghệ truyền dẫn thế hệ mới (5G, LPWAN).

Công tác thông tin dữ liệu KTTV: Phát triển hạ tầng số; Hoàn thiện hạ tầng công nghệ thông tin của Tổng cục KTTV ở cấp Trung ương và địa phương; Ảo hóa hạ

tầng hướng tới xây dựng các hệ thống cloud cho nghiệp vụ; Tăng cường an toàn, an ninh thông tin, bảo mật dữ liệu, an ninh mạng cho các hệ thống công nghệ thông tin của Tổng cục KTTV; Tối ưu hóa hạ tầng công nghệ thông tin hiện có tại Tổng cục KTTV và các Đài KTTV khu vực; Xây dựng phương án dự phòng cho các hoạt động công nghệ thông tin và truyền tin;

Phát triển dữ liệu số: Xây dựng, hoàn thiện và vận hành hệ thống quản lý, chia sẻ dữ liệu tập trung của ngành KTTV; Quy hoạch dữ liệu theo hướng phân cấp: Các dữ liệu quan trọng trong và ngoài ngành KTTV; Lưu trữ và quản lý tại Data Center của Tổng cục KTTV; Các loại dữ liệu có liên quan khác không sử dụng thường xuyên: Sử dụng hạ tầng số của Bộ TN&MT và liên kết với LGST của Bộ TN&MT để khai thác, sử dụng; Nghiên cứu, đề xuất giải pháp hoàn thiện cơ sở dữ liệu quốc gia về KTTV và số hóa tư liệu giấy KTTV;

Phát triển nền tảng số: Xây dựng cổng thông tin điện tử tích hợp nhiều dịch vụ cho Tổng cục KTTV và phát triển, hoàn thiện ứng dụng di động phổ biến thông tin dự báo, cảnh báo; Tích hợp toàn diện nền tảng số của Tổng cục KTTV với dịch vụ chia sẻ dữ liệu (LGSP) của Bộ TN&MT; Quy hoạch rõ những loại dữ liệu nào chia sẻ qua LGSP; Ứng dụng các công nghệ AI, Bigdata vào quản lý, phân phối dữ liệu trên nền tảng phần mềm mã nguồn mở nổi tiếng.

Bảo đảm an toàn, an ninh mạng: Quy định đảm bảo an toàn, an ninh cho từng nhóm cấp độ tương ứng của Tổng cục KTTV; Đầu tư công nghệ, thiết bị, phần mềm để đáp ứng yêu cầu của từng nhóm cấp độ an toàn an ninh.



▲ Hình 3. Định hướng chuyển đổi số trong công tác cảnh báo, dự báo KTTV

Công tác dự báo, cảnh báo KTTV: Chuyển đổi toàn diện các công cụ phục vụ dự báo sang phương thức điện tử và theo xu hướng tự động; Ứng dụng AI vào các khâu quan trọng của dự báo gồm: (i) chuẩn bị dữ liệu đầu vào cho các công cụ dự báo; (ii) lựa chọn phương thức/kết quả dự báo; (iii) phân tích hành vi người dùng dịch vụ để dự báo hướng đối tượng; Xây dựng nền tảng dự báo trực tuyến cho tất cả các cán bộ dự báo viên có thể thao tác từ xa và linh hoạt.



4.2. Nhóm nguồn lực chính sách

Phát triển nguồn nhân lực: Xây dựng và triển khai kế hoạch phát triển nguồn nhân lực công nghệ cao về số lượng, chất lượng từ tuyển dụng, đào tạo đến đào tạo lại; Kế hoạch phát triển nguồn nhân lực công nghệ cao về số lượng, chất lượng từ tuyển dụng, đào tạo đến đào tạo lại; Tuyển dụng chính thức (cần làm từng bước kết hợp với việc cải thiện cơ chế, chính sách đãi ngộ); Tuyển dụng thực tập sinh (từ năm 4) khoa CNTT của các trường Đại học; Chương trình liên kết với các trường Đại học, học viện đào tạo chuyên ngành Công nghệ thông tin và Viễn thông để tạo nguồn nhân lực lâu dài (Tổng cục tham gia vào bước đào tạo thực hành); Thành lập các nhóm công tác cho từng công việc chuyên môn cụ thể và thường xuyên tổ chức các chương trình đào tạo nội bộ và mời các chuyên gia trong lĩnh vực nhóm phụ trách giải đáp các vấn đề phát sinh trong quá trình vận hành; Xây dựng các chính sách đặc thù nhằm thu hút và duy trì đội ngũ cán bộ có trình độ khoa học, công nghệ cao của Tổng cục.

Hoàn thiện quy trình/chính sách: Hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật theo hướng hỗ trợ và phù hợp với xu hướng khoa học, công nghệ; Hoàn thiện hệ thống quy trình hướng dẫn vận hành các thiết bị, công nghệ mới được đưa vào sử dụng.

4.3. Nhóm công nghệ và nhận thức

Nghiên cứu khoa học và Hợp tác quốc tế: Ứng dụng các sản phẩm công nghệ nổi tiếng của thế giới vào các bài toán cụ thể của lĩnh vực KTTV; Nghiên cứu, ứng dụng công nghệ 4.0 như Trí tuệ nhân tạo (AI), Dữ liệu lớn (Big Data), Internet vạn vật (IoT) vào các công việc chuyên môn nghiệp vụ cũng như quản lý, điều hành; Tăng cường tuyên truyền, phát động phong trào ứng dụng khoa học, công nghệ trong công việc hàng ngày; Phát triển các chương trình hợp tác quốc tế về ứng dụng khoa học, công nghệ trong lĩnh vực KTTV; Tìm kiếm các chương trình hợp tác đầu tư song phương, đa phương cho lĩnh vực KTTV và ưu tiên chính cho việc đầu tư công nghệ.

Nâng cao nhận thức: Nâng cao hiểu biết của cán bộ Tổng cục KTTV về chuyển đổi số, các công nghệ mới đặc biệt là công nghệ thuộc nhóm 4.0; Tổ chức các hội thảo/buổi trao đổi/phổ biến kiến thức định kỳ cho các đơn vị trong Tổng cục về ứng dụng khoa học công nghệ, đặc biệt là công nghệ 4.0 trong lĩnh vực thông tin dữ liệu; Tổng hợp tài liệu, video hay về ứng dụng khoa học công nghệ, đặc biệt là công nghệ 4.0 trong lĩnh vực thông tin dữ liệu để thường xuyên phổ biến cho các đơn vị trong Tổng cục.

5. KẾT LUẬN

Trong bối cảnh thiên tai ngày càng khốc liệt và BĐKH ngày càng gay gắt đòi hỏi công cuộc chuyển đổi số trong ngành KTTV cần phải được đẩy mạnh hơn nữa để có thể cung cấp các sản phẩm KTTV, nhanh chóng

kịp thời, đa dạng, trực quan và dễ hiểu cho người dùng, đặc biệt là nhu cầu, thị hiếu của từng đối tượng sử dụng trong các ngành các lĩnh vực KT - XH. Theo đó, các giải pháp chính trong việc phát triển chuyển đổi số ngành KTTV trong giai đoạn tới cần thúc đẩy ứng dụng chuyển đổi số toàn diện trong 3 nhóm nội dung công việc: (i) Điều hành tác nghiệp; (ii) Nguồn lực, chính sách; (iii) Công nghệ và nhận thức. Trong 3 nhóm trên, nguồn nhân lực về chuyển đổi số ngành KTTV còn tương đối hạn chế, đặc biệt về công nghệ thông tin, công nghệ mới như IOT, AI, big data. Với đặc thù của ngành KTTV cần có chính sách thu hút được các cán bộ công nghệ thông tin, viễn thông, viễn thám chất lượng cao...

Ngoài ra, nhu cầu xã hội đặt ra ngày càng cao đối với các sản phẩm thời tiết phục vụ các hoạt động sản xuất sinh hoạt. Việc đáp ứng yêu cầu thông tin dự báo, cảnh báo thiên tai chính xác, kịp thời phục vụ công tác giảm nhẹ rủi ro thiên tai cũng là áp lực đáng kể đối với ngành KTTV trong thời gian tới, đòi hỏi sự nỗ lực thay đổi đột phá của ngành, đặc biệt trong công tác ứng dụng chuyển đổi số trong dự báo, cảnh báo thiên tai nhằm giúp cho xã hội có thể chủ động tiếp cận thông tin, phòng, tránh và giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai gây ra, góp phần phát triển bền vững■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alan E. Steward, M. J. Bolton. (2023). *Digital Weather Information in an Embodied World*. College of Education, University of Georgia, USA.
2. Đảng Cộng sản Việt Nam. (2021). *Văn kiện Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ XIII*, Nhà xuất bản *Chỉ thị Quốc gia sự thật*.
3. Ban bí thư. (2021), *Chỉ thị 10-CT/TW, Tăng cường sự lãnh đạo của Đảng với công tác khí tượng thủy văn đáp ứng yêu cầu xây dựng và bảo vệ Tổ quốc*.
4. Bộ Chính trị. (2019), *Nghị quyết số 52-NQ/TW, Một số chủ trương, chính sách chủ động tham gia cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư*.
5. P. M. Lukacz. (2024). *Developing AI for Weather Prediction: Ethics of Design and Anxieties about Automation at the US Institute for Research on Trustworthy AI in Weather, Climate, and Coastal Oceanography*. Department of the History of Science, Harvard University, United States.
6. R. E. Anaka. (2023). *Review of AI-Enhanced Weather Forecasting Application for Communication Networks*. Department of Computing and Informatics, Bournemouth University, United Kingdom.
7. *Tạp chí Cộng sản*. (2021). *Chuyển đổi số nền kinh tế Việt Nam trong giai đoạn tới*. <https://tapchicongsan.org.vn/web/guest/kinh-te/-/2018/824383/chuyen-doi-so-nen-kinh-te-viet-nam-trong-giai-doan-toi.aspx#>.
8. Tổng cục KTTV. (2023). *Đề án hiện đại hóa Ngành KTTV đến năm 2025 và thời kỳ 2026-2030*. <http://vmha.gov.vn/chi-dao-dieu-hanh-103/hien-dai-hoa-nganh-khi-tuong-thuy-van-15722.html>.