

Phần 2. YÊU CẦU VỀ KỸ THUẬT

Chương V. YÊU CẦU VỀ KỸ THUẬT

Mục 1. Yêu cầu về kỹ thuật

1.1. Giới thiệu chung về dự án/dự toán mua sắm, gói thầu

1.1.1. Giới thiệu chung về dự án

- Tên dự án: Xây dựng tính năng mô phỏng phụ tải và các nguồn điện phân tán, xe điện cho các trạm biến áp 110kV trên nền tảng DGMS.

- Chủ đầu tư: Công ty TNHH MTV Vận hành hệ thống điện và thị trường điện Quốc gia (NSMO).

- Nguồn vốn: Mua sắm tài sản

- Địa điểm đầu tư: Dự án được thực hiện tại Công ty TNHH MTV Vận hành hệ thống điện và thị trường điện Quốc gia. - Địa chỉ: Số 11 phố Cửa Bắc, phường Ba Đình, thành phố Hà Nội.

- Hình thức đầu tư: Đầu tư xây dựng mới.

1.1.2. Giới thiệu chung về gói thầu

- Tên gói thầu: 25.A.NLTT.01: Xây dựng tính năng mô phỏng phụ tải và các nguồn điện phân tán, xe điện cho các trạm biến áp 110kV trên nền tảng DGMS.

- Thuộc kế hoạch lựa chọn nhà thầu: Kế hoạch lựa chọn nhà thầu Dự án: Xây dựng tính năng mô phỏng phụ tải và các nguồn điện phân tán, xe điện cho các trạm biến áp 110kV trên nền tảng DGMS.

- Hình thức lựa chọn nhà thầu: Một giai đoạn một túi hồ sơ

- Phương thức lựa chọn nhà thầu: Đấu thầu rộng rãi trong nước (qua mạng).

- Nguồn vốn: Mua sắm tài sản của Công ty TNHH MTV Vận hành hệ thống điện và thị trường điện Quốc gia

- Hình thức hợp đồng: Trọn gói

- Thời gian thực hiện gói thầu: 09 tháng.

- Địa điểm thực hiện: Công ty TNHH MTV Vận hành hệ thống điện và thị trường điện Quốc gia.

1.1.3. Mục tiêu

Trên cơ sở hiện trạng và yêu cầu thực tiễn, việc phát triển mô hình mô phỏng phụ tải, nguồn điện phân tán và xe điện tại cấp trạm biến áp 110 kV trên nền tảng DGMS là một yêu cầu cấp thiết và mang tính chiến lược, đóng góp trực tiếp cho công tác dự báo, lập kế hoạch vận hành và điều độ hệ thống điện quốc

gia của NSMO. Việc triển khai hạng mục này không chỉ dừng lại ở việc xây dựng một mô-đun phần mềm, mà bao gồm chuỗi hoạt động toàn diện từ khảo sát thực tiễn, nghiên cứu kinh nghiệm quốc tế, xây dựng cơ sở dữ liệu, phát triển và huấn luyện mô hình, xây dựng công cụ đến đào tạo, hướng dẫn triển khai cho các đơn vị điện lực. Đây là bước đi quan trọng, vừa nâng cao năng lực kỹ thuật và chất lượng vận hành hệ thống trong bối cảnh xuất hiện ngày càng nhiều nguồn điện phân tán và hình thái phụ tải mới, vừa phù hợp với định hướng hiện đại hóa công tác điều độ theo yêu cầu của Chính phủ và Bộ Công Thương. Dự án hướng tới các mục tiêu cụ thể, có thể lượng hóa như sau:

- Nâng cao độ chính xác dự báo và chất lượng điều độ:
 - + Khảo sát, thu thập và xây dựng cơ sở dữ liệu chi tiết cho toàn bộ các trạm biến áp 110 kV trên phạm vi toàn quốc.
 - + Xây dựng và vận hành các mô hình dự báo riêng biệt cho khoảng toàn bộ các trạm biến áp 110kV trên toàn quốc; Cung cấp cho NSMO/Ax dữ liệu đầu vào chi tiết, tin cậy để thực hiện các bài toán mô phỏng an ninh hệ thống, tính toán trào lưu công suất, và lập kế hoạch huy động nguồn điện.
 - + Các trạm 110kV là điểm tập trung phụ tải và nguồn phân tán quy mô nhỏ tại địa phương, dữ liệu tại cấp này có độ chi tiết cao và phản ánh chính xác xu thế vận hành thực tế, từ đó giúp nâng cao chất lượng dự báo và tính toán vận hành tại tất cả các cấp điều độ (quốc gia/miền/phân phối).
 - + Chi tiết hóa đặc tính phụ tải phức tạp sau quá trình sáp nhập địa giới hành chính các tỉnh/thành phố, hỗ trợ nâng cao chất lượng dự báo và lập phương thức vận hành.
- Quản lý hiệu quả nguồn điện phân tán và phụ tải mới:
 - + Mô phỏng chính xác tác động của các nguồn điện phân tán, đặc biệt là ĐMTMN và các hình thái phụ tải mới như EV lên từng khu vực lưới điện, giúp các TCTĐL/CTĐL chủ động phát hiện sớm nguy cơ quá tải cục bộ, sụt áp và xây dựng phương án vận hành tối ưu.
 - + Khắc phục hạn chế của mô phỏng ở quy mô tỉnh/thành phố hoặc miền, vốn có tính tổng hợp cao và chưa phản ánh đầy đủ đặc điểm vận hành từng khu vực cụ thể.
- Tạo nền tảng cho số hóa và hiện đại hóa công tác điều độ:
 - + Chuẩn hóa và hệ thống hóa dữ liệu vận hành từ cấp TBA 110kV, hình thành cơ sở dữ liệu lớn (Big Data) phục vụ quản lý các nguồn điện phân tán, công tác vận hành hệ thống điện và thị trường điện.

- + Ứng dụng các công nghệ Trí tuệ nhân tạo (AI)/Học máy (ML) và nền tảng MLOps để tự động hóa quy trình huấn luyện, triển khai và giám sát hàng trăm mô hình dự báo đồng thời, hướng tới một hệ thống điều độ hiện đại, linh hoạt và thích ứng nhanh.
- Gia tăng mức độ khai thác và hiệu quả sử dụng DGMS:
 - + Tích hợp tính năng mô phỏng chi tiết, hướng tới xây dựng DGMS trở thành một nền tảng kỹ thuật nghiệp vụ chung, hỗ trợ phối hợp vận hành thông suốt giữa các cấp điều độ.
 - + Tổ chức đào tạo, hướng dẫn và chuyển giao công cụ cho các TCTĐL/CTĐL, nâng cao tính chủ động và khả năng ra quyết định của các cấp điều độ phân phối, đồng thời giảm khối lượng công việc thủ công cho cấp điều độ quốc gia/miền.

Với các mục tiêu dài hạn của NSMO và hệ thống điện Việt Nam về: (i) Nâng cao năng lực quản lý các nguồn điện phân tán như ĐMTMN, BESS, EV... và (ii) Từng bước hiện đại hóa, nâng cao chất lượng tính toán, mô phỏng phục vụ điều độ, việc triển khai hạng mục này là giải pháp có ý nghĩa chiến lược, phù hợp với định hướng và chỉ đạo của Bộ Công Thương về phân tích ảnh hưởng của ĐMTMN và các nguồn phân tán tới biểu đồ phụ tải. Đây là giải pháp thiết thực, góp phần trực tiếp nâng cao chất lượng dự báo, mô phỏng và điều hành hệ thống điện quốc gia trong bối cảnh tỷ trọng năng lượng tái tạo và các hình thái phụ tải mới ngày càng gia tăng.

1.2. Yêu cầu về kỹ thuật

1.2.1. Yêu cầu về nghiệp vụ và chức năng hệ thống

1.2.1.1. Mục tiêu và nguyên tắc chung

1.2.1.1.1 Mục tiêu tổng thể

Hệ thống được xây dựng nhằm đạt được các mục tiêu cốt lõi sau:

- Nâng cao độ chi tiết và chính xác trong công tác vận hành: Chuyển đổi mô hình dự báo, mô phỏng từ cấp tỉnh/thành phố xuống cấp trạm biến áp 110kV, bám sát thực tiễn vận hành, phản ánh chính xác các đặc thù kỹ thuật tại từng khu vực.
- Tăng cường năng lực quản lý các nguồn năng lượng phân tán (DERs) và phụ tải mới: Mô phỏng và đánh giá chính xác ảnh hưởng của các nguồn điện phân tán, đặc biệt là ĐMTMN, BESS và hình thái phụ tải mới như trạm sạc xe điện đến hệ thống điện phân phối/miền/quốc gia, phục vụ hiệu quả công tác lập kế hoạch vận hành và điều độ thời gian thực.
- Đáp ứng định hướng số hóa và hiện đại hóa công tác điều độ: Chuẩn hóa và hệ thống hóa dữ liệu từ cấp cơ sở, tạo nền tảng vững chắc để tự động hóa các

bài toán dự báo, mô phỏng, hướng tới một hệ thống điều độ thông minh, linh hoạt và có tính thích ứng cao.

- Tối ưu hóa hiệu quả mà nền tảng DGMS hiện có: Gia tăng giá trị sử dụng và mức độ khai thác của hệ thống DGMS đối với tất cả các cấp điều độ (quốc gia, miền, phân phối), tạo ra một nền tảng công cụ dùng chung, đồng bộ và hiệu quả.

1.2.1.1.2. Nguyên tắc thiết kế và triển khai

- Việc phát triển Hệ thống phải tuân thủ các nguyên tắc sau:
 - Tập trung, thống nhất và đồng bộ: Hạng mục phải được triển khai tập trung dưới sự chủ trì của NSMO để đảm bảo tính thống nhất về phương pháp luận, tiêu chuẩn kỹ thuật và cấu trúc cơ sở dữ liệu trên phạm vi toàn quốc, tránh triệt để nguy cơ manh mún, thiếu đồng bộ.

- Kế thừa và mở rộng: Giải pháp phải được xây dựng trên cơ sở kế thừa và mở rộng trực tiếp các mô-đun hiện hữu trên nền tảng DGMS, tối ưu hóa nguồn lực đầu tư, tiết kiệm thời gian và chi phí.

- Hướng tới Tự động hóa và hiện đại hóa: Ưu tiên ứng dụng các công nghệ tiên tiến như Học máy (ML)/Học sâu (DL)/AI tạo sinh (Generative AI) và các nền tảng vận hành chuyên nghiệp (MLOps) để đảm bảo khả năng vận hành ổn định, chính xác và tự động hóa ở quy mô lớn.

1.2.1.2. Yêu cầu về Nghiệp vụ

Hệ thống phải đáp ứng đầy đủ các yêu cầu nghiệp vụ cho các đối tượng sử dụng chính là NSMO, các Trung tâm điều độ hệ thống điện miền (Ax) và các Tổng Công ty Điện lực/Công ty Điện lực (TCTĐL/CTĐL).

1.2.1.2.1. Nghiệp vụ Mô phỏng và Dự báo

- Mô phỏng chi tiết: Hệ thống phải có khả năng mô phỏng đặc tính phụ tải, công suất phát của các nguồn điện phân tán (ĐMTMN, TĐN, BESS) và ảnh hưởng của phụ tải xe điện tại từng trạm biến áp 110kV.

- Dự báo đa kịch bản: Cung cấp công cụ cho phép các cấp điều độ thực hiện các bài toán dự báo theo nhiều kịch bản khác nhau (ví dụ: ngày nắng nóng cực đoan, sự kiện đặc biệt, các kịch bản phát triển xe điện khác nhau) để đánh giá rủi ro và lập phương án vận hành.

- Cảnh báo sớm: Hệ thống phải có khả năng phân tích kết quả mô phỏng và tự động đưa ra các cảnh báo sớm về nguy cơ quá tải, sụt áp hoặc các vấn đề ổn định khác tại các trạm 110kV.

- Hỗ trợ ra quyết định điều độ: Kết quả dự báo và mô phỏng phải được trình bày một cách trực quan, dễ hiểu, trở thành nguồn thông tin đầu vào tin cậy, hỗ trợ trực tiếp cho công tác lập kế hoạch vận hành và ra quyết định điều độ hàng

ngày, hàng giờ.

1.2.1.2.2. Nghiệp vụ Quản lý và Khai thác Dữ liệu

- Thu thập và Chuẩn hóa dữ liệu: Hỗ trợ các quy trình khảo sát, làm việc với các TCTĐL/CTĐL để thu thập, chuẩn hóa và nhập liệu các thông tin đặc điểm vận hành, dữ liệu lịch sử theo quy mô của toàn bộ các trạm biến áp 110kV trên phạm vi toàn quốc.

- Cung cấp dữ liệu cho các cấp điều độ: Tạo nền tảng cung cấp, trao đổi dữ liệu phụ tải dự báo thông suốt giữa các cấp điều độ (phân phối - miền - quốc gia). Trong đó, đảm bảo các đơn vị phân phối điện cung cấp đầy đủ, đồng bộ và chính xác số liệu dự báo nhu cầu phụ tải tại từng trạm biến áp 110kV cho NSMO, đáp ứng nghiêm túc các quy định tại Thông tư 06/2025/TT-BCT.

- Báo cáo và Thống kê: Cung cấp các chức năng báo cáo, thống kê sau vận hành, đánh giá chất lượng dự báo và mô phỏng, phục vụ công tác quản lý kỹ thuật và nâng cao tính minh bạch.

1.2.1.3. Yêu cầu về Chức năng Hệ thống

Để đáp ứng các yêu cầu nghiệp vụ nêu trên, Hệ thống cần được xây dựng với các phân hệ chức năng chính sau:

1.2.1.3.1. Yêu cầu về Hạ tầng kỹ thuật và Cơ sở dữ liệu

- Hạ tầng tính toán hiệu năng cao: Phải được thiết kế để đáp ứng yêu cầu xử lý, tính toán và lưu trữ dữ liệu cho quy mô lớn (hơn 1000 trạm 110kV và có khả năng mở rộng).

- Cơ sở dữ liệu tập trung: Xây dựng một CSDL duy nhất, thống nhất về cấu trúc, có khả năng lưu trữ lớn, đảm bảo an toàn, bảo mật, có cơ chế sao lưu, dự phòng và hỗ trợ phân quyền truy cập chi tiết.

1.2.1.3.2. Yêu cầu về Nền tảng Mô hình hóa (MLOps & AI)

- Huấn luyện mô hình (Training): Cung cấp nền tảng cho phép huấn luyện, kiểm thử và tinh chỉnh đồng thời hàng trăm mô hình dự báo ứng dụng AI/Học máy/Học sâu, tương ứng với từng trạm 110kV.

- Triển khai và Vận hành (Deployment & Operations): Xây dựng nền tảng MLOps để tự động hóa quy trình triển khai các mô hình đã được huấn luyện vào môi trường vận hành thực tế.

- Giám sát và Quản lý (Monitoring): Hệ thống phải có chức năng giám sát liên tục hiệu suất của từng mô hình, phát hiện sớm các sai lệch (data drift, model drift), tự động cảnh báo và hỗ trợ quy trình huấn luyện lại khi cần thiết để đảm bảo độ chính xác và tin cậy.

1.2.1.3.3. Yêu cầu về Giao diện và Tương tác Người dùng (UI/UX)

- Giao diện nhập liệu và quản lý: Cung cấp giao diện thân thiện cho phép người dùng tại các đơn vị cập nhật thông tin, cấu hình tham số cho các trạm 110kV thuộc phạm vi quản lý.

- Giao diện hiển thị kết quả: Trực quan hóa kết quả dự báo, mô phỏng dưới dạng biểu đồ, bảng biểu, hình vẽ... giúp người dùng dễ dàng nắm bắt thông tin và ra quyết định.

- Giao diện báo cáo và công bố dữ liệu: Cung cấp các mẫu báo cáo động, cho phép kết xuất dữ liệu theo các định dạng phổ biến và hỗ trợ công bố thông tin theo quy định.

1.2.1.4. Yêu cầu Phi chức năng

- Hiệu năng: Hệ thống phải đảm bảo tốc độ xử lý nhanh, đáp ứng yêu cầu tính toán và cung cấp kết quả dự báo trong thời gian thực hoặc gần thời gian thực.

- Độ tin cậy và Sẵn sàng: Hệ thống phải được thiết kế để hoạt động ổn định 24/7, có cơ chế dự phòng để đảm bảo tính sẵn sàng cao, phục vụ liên tục cho công tác điều độ.

- Khả năng mở rộng: Kiến trúc hệ thống phải linh hoạt, cho phép dễ dàng mở rộng quy mô (thêm trạm biến áp mới) và tích hợp các loại hình nguồn/phụ tải mới trong tương lai.

- Bảo mật: Hệ thống phải tuân thủ các tiêu chuẩn an toàn, an ninh thông tin nghiêm ngặt nhất đối với hạ tầng thông tin trọng yếu quốc gia.

1.2.1.5. Yêu cầu về Chuyển giao, Đào tạo và Tài liệu hóa

- Đào tạo: Tổ chức các khóa đào tạo, hướng dẫn sử dụng chi tiết cho cán bộ kỹ thuật của NSMO, Ax và các TCTĐL/CTĐL.

- Tài liệu hóa: Cung cấp đầy đủ bộ tài liệu, bao gồm: tài liệu thiết kế hệ thống, tài liệu hướng dẫn cài đặt, tài liệu hướng dẫn vận hành, tài liệu hướng dẫn quản trị.

- Chuyển giao mã nguồn: Thực hiện chuyển giao đầy đủ mã nguồn và các tài sản trí tuệ liên quan để đảm bảo NSMO có thể vận hành độc lập, bảo trì và mở rộng hệ thống trong tương lai.

1.2.2. Phân tích lựa chọn giải pháp kỹ thuật, công nghệ, thiết bị cho dự án

Tính năng mô phỏng phụ tải và các nguồn điện phân tán, xe điện cho các trạm biến áp 110kV trên nền tảng DGMS được thiết kế đáp ứng được các yêu cầu về kỹ thuật và công nghệ hiện tại như:

1.2.2.1. Công nghệ nền tảng

Tính năng mô phỏng phụ tải và các nguồn điện phân tán, xe điện cho các

trạm biến áp 110kV trên nền tảng DGMS dưới hình thức phát triển phần mềm nội bộ và khả năng tương thích về mặt công nghệ đã lựa chọn, cũng như đảm bảo tính hiện đại và khả năng mở rộng sau này, đề xuất tiếp tục sử dụng nền tảng công nghệ đã được lựa chọn trong quá trình xây dựng Tính năng mô phỏng phụ tải và các nguồn điện phân tán, xe điện cho các trạm biến áp 110kV trên nền tảng DGMS mới phải hiện đại. Các công nghệ được lựa chọn cụ thể như sau:

* Nền tảng công nghệ:

- Mô hình ứng dụng: Ứng dụng dạng Web (Web-based application)
- Hệ điều hành máy chủ: Window...
- Hệ quản trị CSDL: SQL server
- Trình duyệt: tương thích các trình duyệt phổ biến hiện nay như Firefox, Google Chrome, Edge,,

1.2.2.2. Một số yêu cầu và chú ý trong quá trình xây dựng hệ thống

- Đảm bảo tính kế thừa, tránh đầu tư trùng lặp các hạng mục công việc, cũng như các chức năng đã được phát triển;

- Đảm bảo tuân thủ, tuyệt đối không phá vỡ kiến trúc tổng thể, kiến trúc phần mềm, cũng như các mô hình logic, mô hình triển khai đã được phê duyệt, xây dựng triển khai và vận hành ổn định;

- Đảm bảo tái sử dụng mã nguồn (source code) đã được sử dụng để phát triển hệ thống;

- Đảm bảo khả năng nâng cấp mở rộng tính năng không cần thay đổi các phân hệ hiện hữu.

1.2.2.3. Yêu cầu tính sẵn sàng với IPv6

- Hệ thống được triển khai xây dựng phù hợp và hoạt tốt trên môi trường mạng IPv4 và IPv6.

- Hệ thống được thiết kế, hiệu chỉnh cho phép tương thích với IP version người sử dụng thiết lập trên máy.

- Hệ thống được thiết kế phù hợp và đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật truyền dữ liệu trên mạng qua IPv4 và IPv6.

1.2.2.4. Phân tích phương án đảm bảo an toàn thông tin

- Hệ thống được xây dựng, triển khai tuân thủ Quy định đảm bảo an toàn thông tin trong Công ty Vận hành hệ thống điện và thị trường điện Quốc gia ban hành theo quyết định số 193/QĐ-NSMO ngày 20/12/2024, từ công đoạn thiết kế, xây dựng, kiểm thử, triển khai, đến đưa vào vận hành sử dụng phần mềm.

1.2.3. Thiết kế chi tiết

1.2.3.1. Yêu cầu kỹ thuật hệ thống cần đáp ứng

Yêu cầu về kiến trúc hệ thống mở.

- Sử dụng các thiết bị và phần mềm tiên tiến, hiện đại phù hợp với xu hướng phát triển hiện nay của công nghệ thông tin.
- Có khả năng mở rộng nâng cấp dễ dàng khi tăng cường thêm thiết bị, module mà không làm thay đổi logic hệ thống.
- Thuận tiện trong việc giao tiếp, kết nối với các hệ thống khác.
- Đảm bảo tuân thủ các chuẩn về công nghệ thông tin cũng như các chuẩn về thiết bị ngoại vi sử dụng trong hệ thống.

Yêu cầu về hiệu năng cao.

- Hệ thống phải có hiệu năng cao, đảm bảo cung cấp cho người sử dụng các tính năng phù hợp, thuận tiện.
- Hệ thống phải đảm bảo hiệu năng khi ghép nối với các hệ thống thông tin khác.

Yêu cầu khả năng quản trị.

- Đảm bảo khả năng quản trị dễ dàng, cho phép bộ phận quản lý có thể thực hiện các thao tác quản trị một cách tập trung cho toàn bộ hệ thống như: theo dõi các hoạt động của mạng, của các thiết bị, người dùng... cũng như thực hiện các thao tác như xác lập cấu hình, cập nhật, nâng cấp phần mềm...
- Đảm bảo khả năng quản trị tập trung, thuận tiện và hỗ trợ tốt cho công tác quản lý, điều hành của cơ quan quản lý nhà nước.

Bảo mật và an toàn thông tin.

Hệ thống mạng tại Đơn vị phải có tính bảo mật cao, có nhiều biện pháp an toàn thông tin trên mạng. Hệ thống phải chống lại được các hiện tượng lấy cắp hay thay đổi thông tin. Các biện pháp này phải được áp dụng đồng bộ trên nhiều mức khác nhau như:

- Mức mạng (cục bộ và diện rộng).
- Mức hệ điều hành.
- Mức hệ quản trị cơ sở dữ liệu.
- Mức chương trình ứng dụng và quy trình khai thác.
- Các dữ liệu của hệ thống phải được bảo vệ tránh mất mát, hư hỏng dữ liệu.

Tính mềm dẻo

Hệ thống phải được thiết kế sao cho có thể dễ dàng thay đổi kiến trúc, vị trí đặt máy của mạng. Cho phép thay đổi được các phần mềm ứng dụng cũng như phần mềm hệ thống cho mạng cũng như cho từng trạm làm việc.

Hệ thống quản lý đầu tư xây dựng là hệ thống trực quan, người dùng có thể tùy chỉnh bố cục và cách hiển thị thông tin theo nhu cầu sử dụng, sử dụng ngôn ngữ tiếng Việt và hỗ trợ đa ngôn ngữ (tiếng Anh) nếu cần.

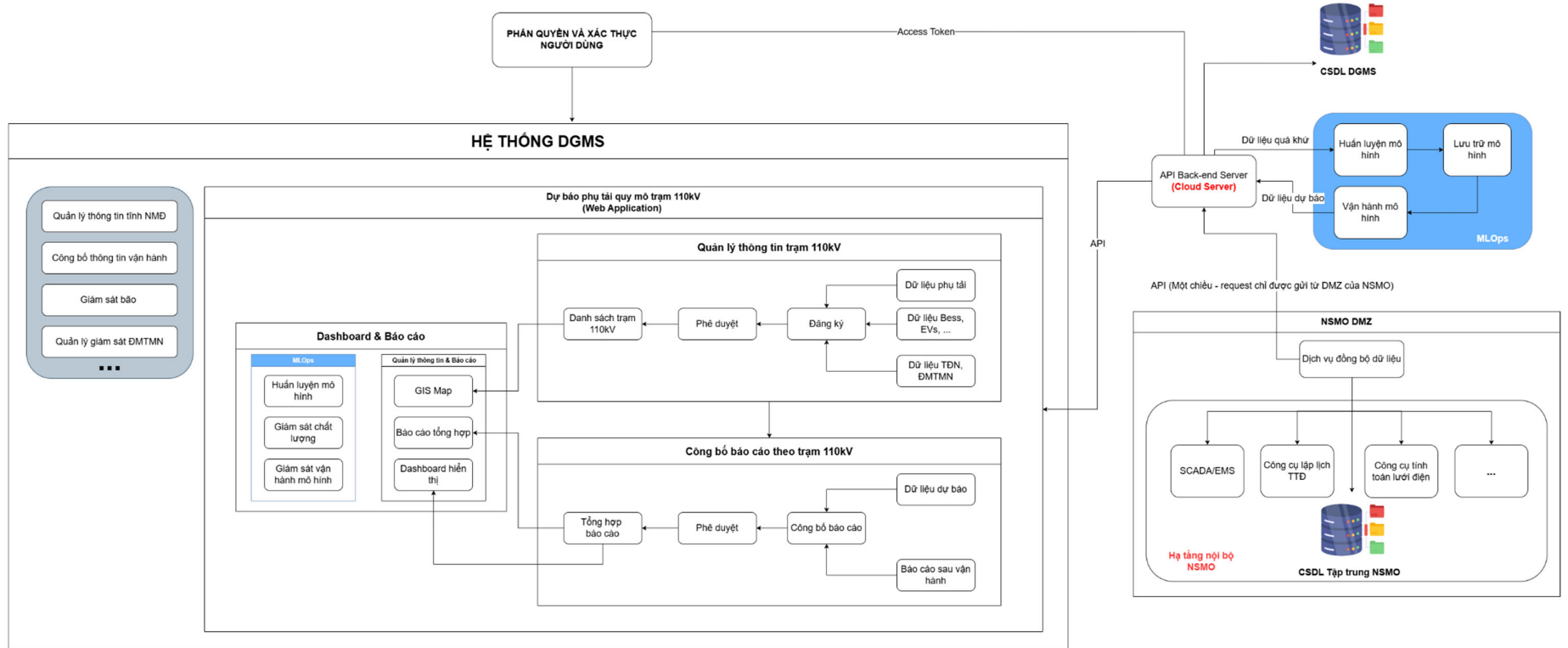
Hệ thống được trang bị các yêu cầu bảo mật theo quy định, mã hóa dữ liệu và hỗ trợ xác thực hiện đại, tương thích với các quy chuẩn kỹ thuật, có xem xét đến định hướng bảo toàn cơ sở dữ liệu, sao lưu dữ liệu và khôi phục dữ liệu trong trường hợp sự cố.

Trong quá trình khai thác hệ thống, khi nhu cầu số lượng người dùng tăng lên, hệ thống sẵn sàng và dễ dàng mở rộng khi nhu cầu.

Hỗ trợ chạy trên trình duyệt web (web-based) và có thể có phiên bản ứng dụng di động (Android/iOS) nâng cấp trong tương lai.

1.2.3.2. Thiết kế hệ thống

1.2.3.2.1. Thiết kế tổng quan hệ thống



Hình 1 Thiết kế tổng Module Dự báo phụ tải 110kV

Kiến trúc tổng thể dự án được trình bày như ở Hình 1 bao gồm 2 phân hệ chính, thực hiện hai nhiệm vụ phát triển hạ tầng hệ thống DGMS và bổ sung Module dự báo phụ tải quy mô theo từng trạm 110kV trên HTĐ QG (DBPT 110kV) dưới dạng một Website Application. Trong đó, các hạ tầng cần đầu tư bao gồm:

- **Đầu tư hạ tầng Cloud API Web Server:** Hệ thống này được triển khai trên hạ tầng internet, đóng vai trò API Web Back-end Server. API Web Server thực hiện hai nhiệm vụ chính là host của Web App Module DBPT 110kV và trao đổi dữ liệu với hạ tầng nội bộ của NSMO. Quá trình trao đổi dữ liệu với DGMS được thực hiện thông qua API, có áp dụng mã hóa để đảm bảo an toàn thông tin. Luồng dữ liệu trao đổi với hạ tầng nội bộ của NSMO được thiết lập theo cơ chế một chiều, dữ liệu chỉ được phép truyền khi có request từ Dịch vụ đồng bộ dữ liệu trong hạ tầng NSMO ra ngoài và ngăn chặn các kết nối khởi tạo từ môi trường bên ngoài vào hạ tầng của NSMO.

- **Đầu tư hệ thống CSDL quan hệ:** CSDL được sử dụng để lưu trữ dữ liệu vận hành Module DBPT, được triển khai trên hạ tầng internet phải đảm bảo đầy đủ yêu cầu về bảo mật thông tin, mã hóa và tách biệt hoàn toàn với CSDL nội bộ của NSMO. CSDL phải có khả năng dự phòng và hoạt động độc lập so với API Web Backend Server được sử dụng để host Web App Module Dự báo phụ tải 110kV.

- **Đầu tư hạ tầng huấn luyện và vận hành các mô hình dự báo (MLOps):** Hệ thống này được triển khai trên môi trường Internet chức năng chính cung cấp môi trường, hạ tầng công cụ để kỹ sư NSMO thực hiện việc xây dựng, huấn luyện, lưu trữ và vận hành các mô hình dự báo.

Ngoài ra dự án đầu tư chức năng xác thực người dùng trên hệ thống DGMS để đảm bảo các yêu cầu về bảo mật an toàn thông tin đồng thời tối ưu thuận tiện cho người sử dụng.

Module DBPT là Web Application đóng vai trò là một phân hệ tích hợp trong hệ thống DGMS được thiết kế như miêu tả Hình 2 để thực hiện ba chức năng chính, bao gồm:

- **Quản lý thông tin tĩnh:** Chức năng này cung cấp giao diện quản lý cho PC để cập nhật các thông số kỹ thuật của lưới điện, bao gồm dữ liệu chi tiết về các trạm 110 kV.

+ Hệ thống có khả năng liên kết dữ liệu với các nền tảng hiện hữu như Portal SMOV (NSMO) và Module hiện hữu của DMGS để thu thập các thông số liên quan, ví dụ như công suất lắp đặt của điện mặt trời mái nhà (ĐMTMN), thông số kỹ thuật của BESS, EV...

+ Mục tiêu là đảm bảo dữ liệu đầu vào cho các mô hình dự báo luôn được cập nhật và chính xác.

- **Công bố dự báo phụ tải:** giao diện PC công bố các bản tin dự báo phụ tải đã được xử lý cho các đơn vị điều độ cấp dưới (Ax). Ax tiếp nhận thông tin và tổng hợp báo cáo cho NSMO theo các khung thời gian quy định, phục vụ công tác lập kế hoạch và điều độ vận hành.

- **Xây dựng và quản lý mô hình dự báo:** giao diện dành cho cho các kỹ sư NSMO để thực hiện cấu hình, xây dựng kiến trúc và huấn luyện các mô hình dự báo sử dụng các thuật toán AI, Machine Learning...

+ Giao diện được tích hợp với các framework quản lý vòng đời mô hình MLOps, giúp chuẩn hóa quy trình phát triển, triển khai và giám sát hiệu suất của các mô hình.

+ Mục tiêu là chuyên nghiệp hóa công tác xây dựng và quản lý mô hình dự báo, đảm bảo tính bền vững và khả năng mở rộng của hệ thống dự báo.

Tổng thể, Module DBPT cung cấp một giải pháp kỹ thuật toàn diện để tự động hóa và nâng cao độ chính xác của quy trình dự báo phụ tải, hỗ trợ hiệu quả cho việc vận hành lưới điện an toàn và ổn định. Đây là nền tảng trao đổi thông tin thống nhất giữa tất cả các cấp điều độ từ Bx, Ax đến NSMO, số hoá luồng công bố dự báo phụ tải theo các khung thời gian từ ngắn hạn đến dài hạn. Module DBPT xây dựng có khả năng kết nối với các hệ thống, CSDL hiện có của TCTĐL và các Công ty Điện lực để thu thập các dữ liệu tĩnh như công suất đặt các hệ thống ĐMTMN, dữ liệu đo đếm công suất ĐMTMN từ các hệ thống đo xa TCTĐL... Dữ liệu dự báo PC công bố qua Module DBPT có thể tích hợp vào các hệ thống sẵn có của NSMO như hệ thống SCADA/EMS, cập nhật dữ liệu case tính của phần mềm mô phỏng HTĐ, cập nhật dữ liệu các khâu lập phương thức vận hành hệ thống điện, thị trường điện.

1.2.3.2.2. Thiết kế chi tiết và yêu cầu kỹ thuật của các Module trên hệ thống

a) Phân quyền và xác thực người dùng

Phân hệ đăng nhập của hệ thống DGMS cần đảm bảo các yêu cầu về an ninh bảo mật lẫn tính tiện dụng cho người sử dụng. Người dùng sẽ phải đăng nhập vào hệ thống DGMS (có thể là web app hoặc window app) trước, nếu đăng nhập thành công, người dùng sẽ có quyền chọn truy cập vào Module DBPT 110kV trên nền tảng Web. Ngoài ra, phân hệ cần tích hợp công nghệ Single Sign-on (SSO) có liên kết với các hệ thống nghiệp vụ khác của NSMO ví dụ công thông tin Portal NSMO, DIM, ...

Luồng giao tiếp giữa Hệ thống DGMS (có thể viết dưới dạng Window App hoặc Web App) phải sử dụng các luồng giao thức chuẩn đảm bảo luồng công việc như sau:

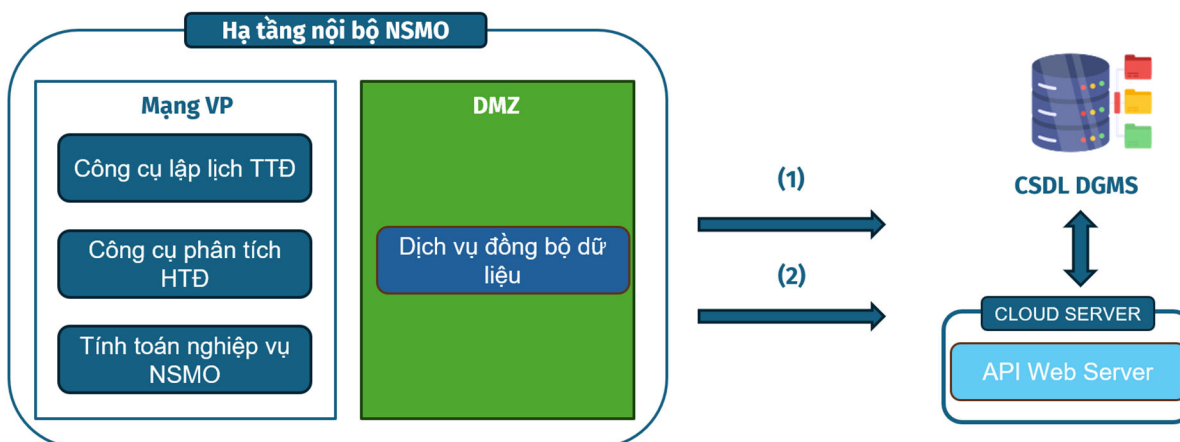
- Bước 1: Đăng nhập trên hệ thống DGMS:
 - + Gửi yêu cầu: người dùng gửi mật khẩu và password đến máy chủ API.
 - + Xác thực: máy chủ API sẽ tiến hành xác thực người dùng trả về Access Token (Access Token chứa các thông tin định danh người dùng như ID Account, tên người dùng, loại tài khoản, ...). Access Token sẽ có hiệu lực trong vòng 30 – 60 phút, quản trị viên có thể thay đổi access token cho từng loại tài khoản.
 - + Lưu trữ: hệ thống DGMS sẽ tiến hành lưu trữ Credential của người dùng phục vụ cho các lần đăng nhập tiếp theo hoặc sử dụng các công cụ lưu trữ Credential người dùng đảm bảo an ninh bảo mật thông tin).
- Bước 2: Chuyển sang đăng nhập trên Web App – Module DBPT 110kV
 - + Handoff: hệ thống DGMS sẽ sử dụng Access Token gọi một API đến API Web Server, API web server sẽ thực hiện xác thực nếu Access Token hợp lệ sẽ sinh ra một mã xác thực dùng một lần (One-Time use code), mã này sẽ được trả về cho hệ thống DGMS.
 - + Hệ thống DGMS sẽ sử dụng mã xác thực trên để mở trang Web App - Module DBPT 110kV.
- Bước 3: Xác thực tại trang web: API Server sẽ nhận mã từ hệ thống DGMS và xác nhận người dùng, nếu mã hợp lệ sẽ trả ra thông tin người dùng và tiến hành tạo Session cho người dùng sử dụng. Một session thường sẽ tồn tại từ 30 – 60 phút.

Phân hệ đăng nhập cần đảm bảo các yếu tố bảo mật như sau:

- Mã hóa dữ liệu: mật khẩu phải được lưu trữ và truyền dưới dạng hash khi đăng nhập và khi lưu trữ trên CSDL.
- Quản lý và lưu trữ mật khẩu: nếu người dùng đăng nhập thành công thì phân hệ phải có khả năng quản lý và lưu trữ tài khoản người dùng an toàn.
- Bảo mật trong quá trình truyền dữ liệu: mọi giao tiếp giữa người dùng với Window App, Window App với Web App và Web App với người dùng đều phải sử dụng HTTPS (SSL/TLS).
- Bảo mật Handoff: mã handoff phải là mã dùng 1 lần. Sau khi trang web xác minh thành công, phải vô hiệu mã đã dùng ngay lập tức. Ngoài ra mã handoff phải có thời hạn chỉ từ 30 – 60s.
- Khi Access Token của người dùng hết hạn thì phải chấm dứt phiên hoạt động.

Ngoài ra phân hệ đăng nhập cần có khả năng đồng bộ tài khoản đối với các hệ thống nghiệp vụ khác của NSMO như hệ thống DIM, Cổng thông tin thị trường điện, v.v

b) Dịch vụ đồng bộ dữ liệu



Hình 2 Thiết kế API Web Server trao đổi dữ liệu giữa 2 hạ tầng

Dịch vụ đồng bộ dữ liệu được thiết kế để đóng vai trò là một cầu nối dữ liệu an toàn giữa hạ tầng nội bộ NSMO và máy chủ trên Cloud. Dịch vụ này được đặt tại vùng đệm (DMZ) của NSMO vì mục đích bảo mật. Vùng DMZ là một khu vực mạng biệt lập, nằm giữa mạng nội bộ tin cậy và Internet. Việc đặt máy chủ ở đây giúp bảo vệ hệ thống mạng nội bộ quan trọng của NSMO; nếu máy chủ này bị tấn công từ bên ngoài, kẻ tấn công cũng không thể xâm nhập sâu hơn vào bên trong.

Luồng dữ liệu được cấu hình đi theo một chiều duy nhất, có nghĩa là mọi kết nối đều được chủ động khởi tạo từ phía NSMO đi ra ngoài Cloud. Cụ thể có hai luồng chính được trình bày như Hình 2:

- (1) Đẩy dữ liệu (như kết quả dự báo) từ NSMO lên Cloud.
- (2) Luồng trao đổi khởi tạo theo lịch định kỳ do NSMO chủ động yêu cầu (request) để lấy dữ liệu từ Cloud về theo lịch trình định sẵn. Phía Cloud không bao giờ được phép tự khởi tạo kết nối vào máy chủ của NSMO.

Để đảm bảo luồng trao đổi dữ liệu như trên, Tường lửa (Firewall) được cấu hình chỉ cho phép các kết nối đi ra (outbound) từ địa chỉ IP của API Web Server trong DMZ tới địa chỉ của máy chủ Cloud trên cổng 443 (HTTPs). Đồng thời, Firewall sẽ chặn toàn bộ các kết nối đi vào (inbound) được khởi tạo từ Internet, ngăn chặn mọi truy cập trái phép từ bên ngoài.

Các yêu cầu kỹ thuật chính đối với dịch vụ đồng bộ dữ liệu bao gồm:

- Bảo mật: Mọi dữ liệu truyền đi phải được mã hóa bằng HTTPS (TLS 1.2+). Hệ thống phải sử dụng các cơ chế xác thực mạnh như API Key hoặc OAuth 2.0 để đảm bảo chỉ NSMO mới có quyền gửi yêu cầu. Các thông tin nhạy cảm như mật khẩu, API key phải được quản lý an toàn, không lưu trực tiếp trong mã nguồn.
- Tự động hóa: Phải có chức năng lập lịch (scheduler) để tự động chạy tác vụ lấy dữ liệu về định kỳ.
- Độ tin cậy: Hệ thống cần có cơ chế xử lý lỗi, tự động thử lại khi kết nối thất bại và phải ghi lại nhật ký (log) chi tiết tất cả các hoạt động để tiện cho việc giám sát và khắc phục sự cố.

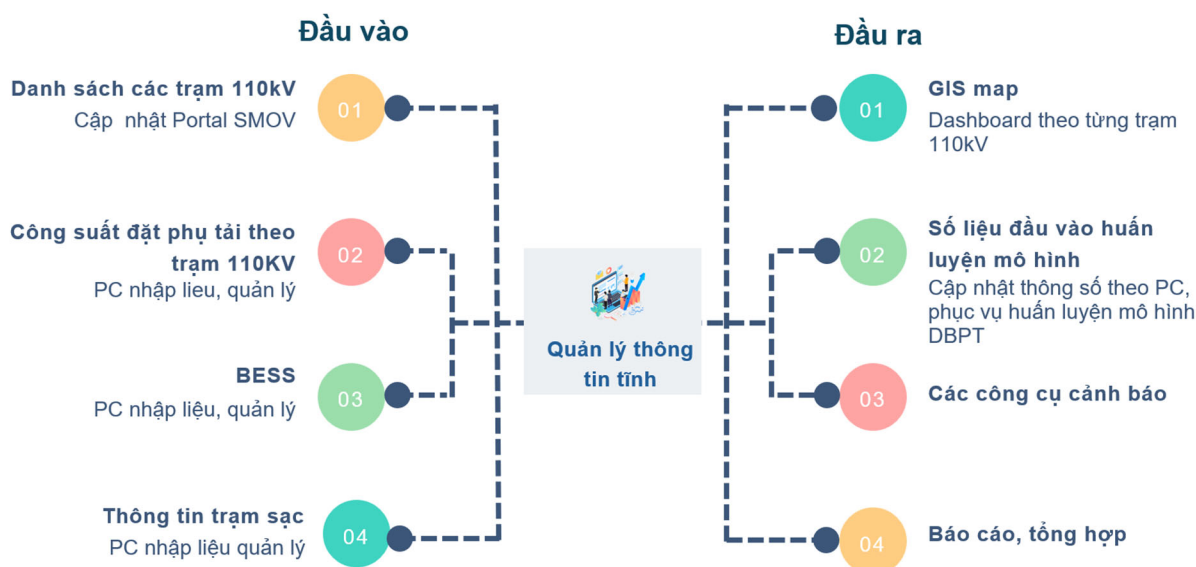
c) Module Dự báo phụ tải quy mô trạm 110kV

Module Dự báo phụ tải theo quy mô các trạm 110kV là một cấu phần thuộc hệ thống DGMS, được xây dựng nhằm cung cấp số liệu dự báo chi tiết theo quy mô các trạm 110kV và số hóa luồng công bố phụ tải từ Bx đến Ax và NSMO theo tất cả các khung thời gian. Module có khả năng tích hợp và xử lý dữ liệu đầu vào từ các nguồn dữ liệu hiện hữu như cổng thông tin Portal SMOV, hệ thống báo cáo sẵn có của các PC và các Module khác thuộc DGMS. Dữ liệu đầu ra sau khi xử lý, tổng hợp, chuẩn hóa có thể tích hợp vào các hệ thống của NSMO như hệ thống SCADA/EMS, hệ thống DIM. Ngoài ra, Module cung cấp, cập nhật số liệu đầu vào phục vụ công tác

lập phương thức vận hành, lập lịch thị trường điện và hỗ trợ công tác điều độ theo thời gian thực. Module là giao diện người dùng phục vụ theo ba chức năng chính:

- Quản lý thông tin tĩnh: giao diện cho các PC quản lý và cập nhật thông tin tĩnh phục vụ công tác dự báo phụ tải theo quy mô từng trạm 110kV.
- Công bố dự báo phụ tải: giao diện cho các PC công bố bản tin dự báo phụ tải theo tất cả các khung thời gian, báo cáo sau vận hành cho Ax, Ax tổng hợp và báo cáo NSMO.
- Xây dựng, quản lý vận hành mô hình dự báo: Giao diện các kỹ sư NSMO vận hành hạ tầng huấn luyện mô hình và hạ tầng quản lý mô hình dự báo.

i. Quản lý thông tin tĩnh



Hình 3 Module quản lý thông tin tĩnh

Chức năng Quản lý thông tin tĩnh là cung cấp giao diện thực hiện việc thu thập, chuẩn hóa và lưu trữ toàn bộ dữ liệu tĩnh phục vụ công tác dự báo phụ tải. Chức năng này được thiết kế để tổng hợp thông tin từ nhiều nguồn khác nhau, đảm bảo tính nhất quán và sẵn sàng của dữ liệu cho các tác vụ xử lý cấp cao hơn.

Hệ thống cung cấp các cơ chế linh hoạt để cập nhật dữ liệu:

- Tích hợp tự động: Tự động đồng bộ và cập nhật danh sách các trạm 110kV từ hệ thống Portal SMOV.
- Giao diện nhập liệu trực tiếp: Hệ thống cung cấp một bộ giao diện trực quan, được thiết kế chuyên dụng nhằm đơn giản hóa và chuẩn hóa quy trình cập

nhập dữ liệu từ các PC. Thông qua các giao diện này, các đơn vị có thể chủ động nhập liệu và quản lý vòng đời của các thông tin tĩnh quan trọng, đảm bảo tính chính xác và kịp thời của dữ liệu nguồn. Các nhóm thông tin chính bao gồm:

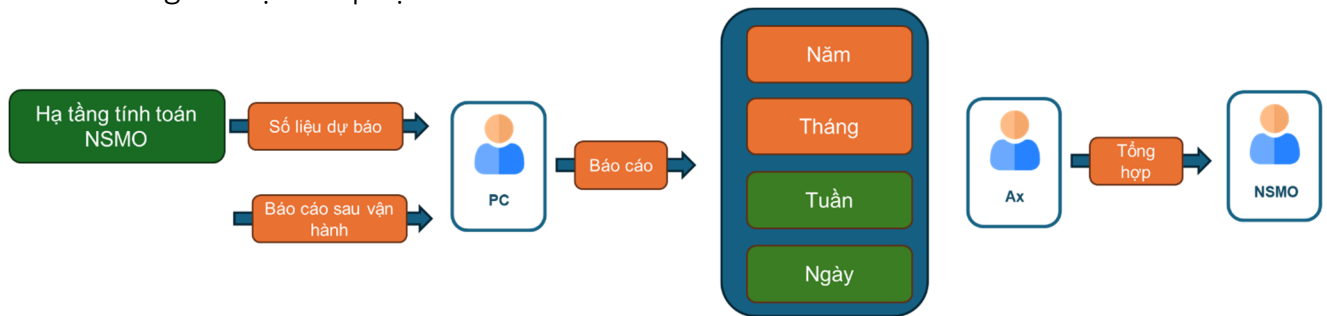
- + Công suất đặt phụ tải ước tính theo các trạm 110kV: PC thực hiện khai báo công suất đặt ước tính theo từng trạm 110kV, Module tiến hành tổng hợp, kiểm tra so sánh với phụ tải theo các báo cáo để đảm bảo chất lượng dữ liệu đầu vào.
- + Thông số hệ thống lưu trữ năng lượng: Người dùng có thể khai báo chi tiết các hệ thống lưu trữ năng lượng đang vận hành, bao gồm các tham số kỹ thuật cốt lõi như công suất lắp đặt, dung lượng lưu trữ, và đặc biệt là các biểu đồ phụ tải sạc, xả điện điển hình. Các biểu đồ này có thể được định nghĩa theo từng kịch bản vận hành hoặc theo các khung thời gian trong ngày, phản ánh chiến lược điều độ của hệ thống.
- + Thông tin trạm sạc: Giao diện cho phép cập nhật dữ liệu về các cụm trạm sạc xe điện, với các trường thông tin như tổng công suất đặt ước tính và các biểu đồ phụ tải sạc đặc trưng. Các biểu đồ thể hiện thói quen sử dụng điện của người dùng, ví dụ như mô hình sạc tập trung vào ban đêm hoặc sạc nhanh không thường xuyên vào giờ cao điểm.

Để nâng cao chất lượng dữ liệu, các giao diện này được tích hợp sẵn công cụ kiểm tra tự động. Hệ thống sẽ kiểm tra tính hợp lệ và logic của các số liệu khi người dùng nhập liệu, đưa ra cảnh báo đối với các giá trị bất thường hoặc nằm ngoài ngưỡng cho phép, qua đó hạn chế tối đa sai sót. Song song đó, một bảng thông tin hiển thị tổng quan đi kèm cho phép người dùng và quản trị viên có thể theo dõi trực quan trạng thái cập nhật dữ liệu, xem lại lịch sử thay đổi và thống kê nhanh các thông số đã được khai báo trên toàn hệ thống.

Sau khi được tổng hợp và quản lý, Module sẽ cung cấp các chức năng sau phục vụ quản lý, giám sát thông tin tĩnh dự báo phụ tải:

- Hiển thị trực quan: Cung cấp dữ liệu nền để xây dựng bản đồ GIS và dashboard giám sát theo từng trạm 110kV.

- Cung cấp dữ liệu phục vụ huấn luyện và vận hành mô hình: cung cấp bộ số liệu đầu vào đã được chuẩn hóa, phục vụ trực tiếp cho việc huấn luyện các mô hình dự báo phụ tải (DBPT).
 - Cung cấp chức năng cảnh báo: cung cấp chức năng cảnh báo khi phát hiện số liệu bất thường theo từng trạm 110kV.
 - Báo cáo: tạo các báo cáo và bảng tổng hợp theo yêu cầu quản lý và vận hành.
- ii. Công bố dự báo phụ tải



Hình 4 Luồng công bố dự báo phụ tải

Module Công bố Dự báo Phụ tải được thiết kế nhằm mục tiêu số hóa luồng công bố dự báo phụ tải từ các PC đến các Ax và NSMO theo tất cả các khung thời gian. Module tuân thủ chặt chẽ nguyên tắc phân cấp quyền điều khiển, quyền kiểm tra theo các quy định hiện hành.

Quy trình vận hành bắt đầu khi module tự động tổng hợp số liệu từ mô hình dự báo của NSMO và cung cấp cho các PC làm cơ sở tham khảo. Dựa trên đó, PC thực hiện hiệu chỉnh, chi tiết hóa và công bố số liệu cho Ax. Ax có trách nhiệm tổng hợp và báo cáo lên NSMO theo tất cả các khung thời gian dự báo. Đặc biệt, sau ngày vận hành, PC còn thực hiện công bố báo cáo sau vận hành để đối chiếu và đánh giá, tạo thành một chu trình dữ liệu khép kín.

Để thực hiện các nhiệm vụ trên, module được trang bị các nhóm chức năng chính sau:

- Quản lý luồng công việc và biểu mẫu: Cung cấp các biểu mẫu báo cáo điện tử được chuẩn hóa theo quy định, đồng thời quản lý toàn bộ luồng gửi và phê duyệt dữ liệu giữa các cấp điều độ. Hệ thống đảm bảo đúng quy trình và đúng thời hạn công bố thông tin.

- Công cụ kiểm tra và xác thực dữ liệu: Tích hợp các công cụ kiểm tra tự động để đánh giá chất lượng và tính hợp lệ của số liệu ngay tại khâu nhập liệu. Chức năng này giúp phát hiện sớm các sai sót, đảm bảo độ tin cậy của thông tin trước khi được gửi đi.
- Ghi nhận và truy xuất lịch sử: Toàn bộ quá trình công bố đều được hệ thống tự động ghi nhận lại. Các thông tin chi tiết như thời gian gửi, người gửi và nội dung tại từng thời điểm đều được lưu trữ, đảm bảo tính minh bạch và khả năng truy xuất lịch sử khi cần thiết.
- Trực quan hóa dữ liệu (Dashboard): Cung cấp một bảng thông tin tổng hợp trực quan, giúp các cấp quản lý và điều độ viên dễ dàng theo dõi trạng thái công bố, xem các biểu đồ so sánh giữa số liệu dự báo và số liệu vận hành thực tế, qua đó hỗ trợ hiệu quả cho công tác ra quyết định.

Khả năng tích hợp dữ liệu đầu ra:

Số liệu dự báo phụ tải sau khi được tổng hợp và phê duyệt tại NSMO có khả năng tích hợp cho nhiều hệ thống, công tác tính toán khác của NSMO. Các hệ thống, công tác tính toán cần tích hợp bao gồm:

- Hệ thống SCADA/EMS: Cung cấp số liệu dự báo ngắn hạn để phục vụ công tác điều độ vận hành theo thời gian thực và lập kế hoạch vận hành ngắn hạn.
- Lập lịch thị trường điện: Cung cấp dữ liệu đầu vào cho case tính lập lịch vận hành thị trường.
- Các công cụ phân tích và mô phỏng: Cung cấp dữ liệu theo biểu mẫu case tính phần mềm mô phỏng HTĐ phục vụ công tác lập phương thức vận hành HTĐ.

iii. Xây dựng và quản lý vận hành các mô hình

Module cung cấp giao diện giám sát vận hành cho các kỹ sư NSMO trong công tác huấn luyện và vận hành các mô hình dự báo phụ tải.

Dưới đây là các yêu cầu chi tiết cho từng phân hệ giao diện:

1. Giao diện giám sát chung

Đây là màn hình chính, cung cấp một cái nhìn tổng thể và toàn diện về trạng thái của toàn bộ hệ thống theo thời gian thực. Giao diện giám sát chung sẽ bao gồm các giao diện:

- Giao diện giám sát tài nguyên hệ thống:
 - + Các thành phần hiển thị tài nguyên: Hiển thị trực quan mức độ sử dụng tài nguyên tính toán của các cụm máy chủ (CPU, GPU, RAM, tốc độ đọc/ghi ổ đĩa) dưới dạng biểu đồ và phần trăm.
 - + Bảng trạng thái dịch vụ: Hiển thị trạng thái (Hoạt động/Gián đoạn/Suy giảm) của các thành phần hệ thống cốt lõi.
- Giao diện giám sát hoạt động của các mô hình:
 - + Quản lý mô hình AI: Một biểu đồ trực quan hóa luồng công việc: Số thử nghiệm đang chạy -> Số mô hình trong kho -> Số mô hình đang triển khai (Thử nghiệm/Vận hành).
 - + Bảng điều khiển Quy trình: Liệt kê các quy trình đang hoạt động, các quy trình vừa hoàn thành hoặc gặp lỗi gần đây, kèm theo trạng thái và thời gian thực thi.
 - + Bảng Cảnh báo: hiển thị các cảnh báo quan trọng về hệ thống (ví dụ: có một khâu đang không hoạt động, mô hình dự báo không hoạt động) hoặc về mô hình (ví dụ: sai số dự báo lớn).
 - + Đánh giá chất lượng mô hình: giao diện hiển thị sai số dự báo các mô hình theo từng khung, so sánh số dự báo mô hình cung cấp và báo cáo sau vận hành các PC.

2. Giao diện thao tác huấn luyện mô hình

Phân hệ này cung cấp các công cụ để kỹ sư thực hiện các tác vụ trong giai đoạn phát triển và huấn luyện mô hình.

- Giao diện Quản lý Dữ liệu:
 - + Thao tác: Cho phép kết nối tới các nguồn dữ liệu, tải lên các bộ dữ liệu mới, tạo phiên bản cho dữ liệu để đảm bảo tính tái lập.
 - + Giám sát: Cung cấp công cụ để xem trước dữ liệu, xem hồ sơ thống kê của dữ liệu (phân phối, giá trị thiếu,...) để đánh giá chất lượng.
- Giao diện Quản lý Thử nghiệm:

- + Thao tác: Kích hoạt các quy trình huấn luyện thử công. Từ một thử nghiệm thành công, thực hiện thao tác "Đăng ký Mô hình" để lưu mô hình vào Kho.
- + Giám sát: Cung cấp một bảng so sánh chi tiết các lần chạy thử nghiệm, cho phép so sánh song song các tham số đầu vào, các chỉ số hiệu suất và các biểu đồ huấn luyện (ví dụ: biểu đồ độ lỗi).
- Giao diện xây dựng và quản lý quy trình:
 - + Thao tác: Cung cấp một trình soạn thảo (dạng trực quan hoặc dựa trên mã lệnh) để định nghĩa các quy trình huấn luyện đa bước (ví dụ: tiền xử lý -> huấn luyện -> đánh giá -> kiểm tra). Cho phép lập lịch chạy quy trình định kỳ hoặc theo sự kiện.
 - + Giám sát: Hiển thị danh sách tất cả các quy trình đã được định nghĩa và lịch sử các lần chạy của chúng, kèm theo trạng thái chi tiết và nhật ký của từng bước.

d) Hạ tầng Cloud Server

Cloud Server của hệ thống DGMS được triển khai trên môi trường Internet, cho phép tất cả các đơn vị có thể truy cập và khai thác dữ liệu. Cloud Server đóng vai trò là host của API Back-end Server cho Web App Module Dự báo phụ tải 110kV và hạ tầng của nền tảng MLOps sử dụng để huấn luyện và vận hành các mô hình dự báo. Cơ sở dữ liệu (CSDL) sử dụng để vận hành hệ thống DGMS cũng sẽ sử dụng trên môi trường Cloud tuy nhiên phải tách biệt so với 2 Back-end Server và có cơ chế dự phòng, backup dữ liệu đảm bảo độ tin cậy. Hệ thống được thiết kế để đáp ứng các yêu cầu về hiệu năng, độ tin cậy và bảo mật cao, phục vụ quy mô từ 1000 đến 1500 người dùng đồng thời, đảm bảo luồng giao tiếp thông suốt giữa hệ thống dự báo phụ tải ở hạ tầng NSMO và hệ thống DGMS (Module DBPT 110kV).

Để đáp ứng các yêu cầu đặt ra, kiến trúc hệ thống được đề xuất xây dựng theo mô hình Phần mềm như một Dịch vụ (SaaS - Software as a Service) và triển khai trên nền tảng điện toán đám mây (ví dụ: AWS, Google Cloud, Azure). Hệ thống bao gồm các thành phần chính sau:

- Load Balancer (Bộ cân bằng tải): Là điểm vào duy nhất của hệ thống, có nhiệm vụ phân phối lưu lượng truy cập từ người dùng đến các máy chủ ứng dụng (API Web Server). Việc này giúp tối ưu hóa hiệu suất, tránh quá tải cho một máy chủ đơn lẻ và là nền tảng cho khả năng chịu lỗi.
- Cụm API Web Server (Auto Scaling Group): Bao gồm nhiều máy chủ ảo (instance) chạy ứng dụng API. Cụm máy chủ này có khả năng tự động co giãn (tăng/giảm số lượng máy chủ) dựa trên lưu lượng truy cập thực tế, đảm bảo hệ thống luôn đáp ứng được nhu cầu của 1000-1500 người dùng mà không gây lãng phí tài nguyên.
- Cơ Sở Dữ Liệu (Managed Database Service): Sử dụng dịch vụ CSDL quan hệ được quản lý (ví dụ: Amazon RDS, Google Cloud SQL). Kiến trúc bao gồm một máy chủ CSDL chính (Primary) để xử lý các tác vụ ghi và một hoặc nhiều máy chủ CSDL phụ (Replica/Standby) để xử lý tác vụ đọc và sẵn sàng thay thế khi máy chủ chính gặp sự cố. CSDL này phải tách biệt đối với Cloud đang sử dụng để host back-end của Module DBPT.
- Hệ Thống Lưu Trữ (Object Storage): Dùng để lưu trữ các bản sao lưu (backup) của CSDL và các tệp tĩnh khác.

i. Yêu cầu hiệu năng hệ thống

Hệ thống cần đáp ứng hiệu năng với quy mô từ 1000 – 1500 người dùng, từ đó hệ thống cần có bộ cân bằng tải Application Load Balancer (ALB) để phân phối yêu cầu HTTP/HTTPS một cách thông minh. ALB sẽ thực hiện kiểm tra tình trạng (health check) định kỳ tới các máy chủ ứng dụng và chỉ chuyển tiếp yêu cầu đến các máy chủ đang hoạt động ổn định.

Hệ thống cần khả năng Auto Scaling, bằng cách cấu hình một nhóm Auto Scaling cho các API Web Server. Các quy tắc co giãn sẽ được thiết lập dựa trên các chỉ số hiệu suất như:

- CPU Utilization: Tự động thêm máy chủ mới khi tải CPU trung bình của cụm vượt quá 70% trong 5 phút.
- Network I/O: Tự động giảm bớt máy chủ khi lưu lượng mạng giảm xuống dưới ngưỡng nhất định vào ban đêm hoặc các giờ thấp điểm.

ii. Đảm bảo độ tin cậy

Để đảm bảo hệ thống hoạt động liên tục và bảo vệ dữ liệu trước các sự cố phần cứng hoặc lỗi hệ thống, các cơ chế dự phòng và sao lưu được thiết lập. Hệ thống chính được thiết kế với các thành phần dự phòng, sẵn sàng thay thế khi có lỗi xảy ra. Đồng thời, dữ liệu quan trọng sẽ được sao lưu định kỳ đến một vị trí lưu trữ an toàn, độc lập về mặt vật lý để đảm bảo khả năng phục hồi khi cần thiết. Cơ chế này giúp giảm thiểu thời gian gián đoạn dịch vụ và ngăn chặn nguy cơ mất mát dữ liệu.

iii. Cơ chế sao lưu và phục hồi dữ liệu

- Sao lưu tự động: Kích hoạt tính năng sao lưu tự động hàng ngày cho CSDL. Các bản sao lưu này (snapshots) sẽ được lưu trữ trên hệ thống lưu trữ đối tượng (Object Storage) có độ bền cao (ví dụ: Amazon S3).
- Phục hồi tại một thời điểm (Point-in-Time Recovery - PITR): Bật tính năng ghi lại nhật ký giao dịch (transaction logs). Tính năng này cho phép khôi phục CSDL về bất kỳ thời điểm nào trong khoảng thời gian lưu trữ (ví dụ: 7 ngày qua), với độ chính xác đến từng giây.
- Kiểm tra phục hồi: Định kỳ thực hiện quy trình phục hồi dữ liệu từ bản sao lưu sang một môi trường thử nghiệm để đảm bảo tính toàn vẹn và sẵn sàng của các bản backup.

iv. Bảo mật hệ thống

Hệ thống DGMS được xác định là cấp độ 3 về An toàn thông tin theo quy định tại Điều 9, Nghị định 85/2016/NĐ-CP. Tham chiếu các yêu cầu về kỹ thuật đối với hệ thống cấp độ 3 về ATTT theo các nội dung tại các Quy định:

- ✓ Thông tư 12/2022/TT-BTTTT ngày 12/08/2022 của Bộ thông tin và truyền thông về việc “Quy định chi tiết và hướng dẫn một số điều của Nghị định số 85/2016/NĐ-CP ngày 01/7/2016 của Chính phủ về đảm bảo an toàn hệ thống thông tin theo cấp độ”
 - ✓ Quyết định 742/QĐ-BTTTT ngày 22/04/2022 về việc “Ban hành Yêu cầu An toàn cơ bản đối với phần mềm nội bộ”.
 - ✓ Quyết định 193/QĐ-NSMO ngày 20/12/2024 của NSMO về việc “Ban hành Quy định đảm bảo ATTT trong Công ty Vận hành hệ thống điện và thị trường điện Quốc gia”
 - ✓ Các Quy định về đảm bảo ATTT khác phù hợp với Hệ thống tại đơn vị.
- Hệ thống DGMS cần được đảm bảo ATTT tối thiểu theo các yêu cầu sau:

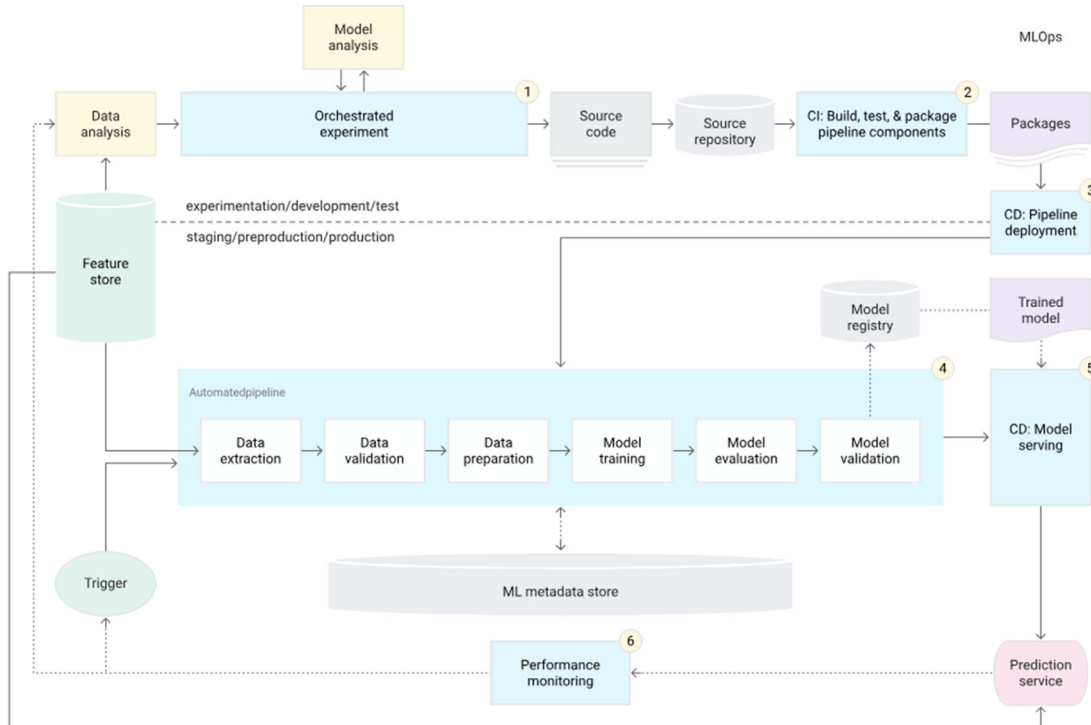
- Đảm bảo an toàn mạng:
 - + Virtual Private Cloud (VPC): Toàn bộ hệ thống được đặt trong một mạng riêng ảo, cách ly hoàn toàn với các môi trường khác.
 - + Security Groups/Firewall: Cấu hình tường lửa chặt chẽ, chỉ cho phép các cổng và địa chỉ IP cần thiết được truy cập vào từng thành phần của hệ thống (ví dụ: chỉ cho phép Load Balancer nhận traffic từ Internet qua cổng 443, Web Server chỉ nhận traffic từ Load Balancer).
 - + Có hệ thống tường lửa (Firewall) có chức năng phòng chống xâm nhập và phân vùng các lớp mạng theo chức năng, của hệ thống gồm (Vùng DMZ, Vùng máy chủ nội bộ, Vùng CSDL, Vùng Quản trị,...).
 - + Lưu trữ nhật ký hệ thống về thông tin kết nối.
- Đảm bảo an toàn máy chủ:
 - + Quản lý, có phương pháp xác thực, kiểm soát truy cập người dùng được quyền truy cập vào hệ thống máy tính chủ.
 - + Phần mềm phòng chống mã độc cho hệ thống máy chủ trong hệ thống.
 - + Quản lý bản vá: Áp dụng quy trình cập nhật và vá lỗi hệ điều hành, phần mềm một cách thường xuyên để bảo vệ hệ thống khỏi các lỗ hổng bảo mật đã biết.
 - + Kiểm soát truy cập đến máy chủ, phân quyền người dùng, giới hạn các địa chỉ được phép truy cập.
 - + Có lưu nhật ký hệ thống phục vụ nhiệm vụ giám sát sự kiện về An toàn thông tin.
- Đảm bảo an toàn ứng dụng
 - + Theo yêu cầu đối với phần mềm nội bộ với cấp độ tương ứng tại Quyết định số 742/QĐ-BTTTT ngày 22/04/2022.
- Đảm bảo an toàn dữ liệu
 - + Có giải pháp đảm bảo hạn chế truy cập đến cơ sở dữ liệu, hạn chế quyền truy cập

- + Có cơ chế thực hiện sao lưu định kỳ theo mức độ quan trọng của dữ liệu, đảm bảo nguyên tắc 3-2-1.

e) Hạ tầng huấn luyện và vận hành mô hình dự báo

i. Tổng quan kiến trúc

Hạ tầng huấn luyện và quản lý mô hình dự báo phụ tải cho các trạm 110kV được thiết kế dựa trên kiến trúc MLOps tự động hóa hoàn toàn (như trong sơ đồ tham chiếu tại Hình). Toàn bộ dữ liệu huấn luyện, dữ liệu đặc trưng và các đối tượng mô hình (model artifacts) của hệ thống được lưu trữ và quản lý trên nền tảng hạ tầng đám mây, nhằm đảm bảo khả năng mở rộng và hiệu quả chi phí. Thiết kế tuân thủ nghiêm ngặt kiến trúc MLOps tự động hóa, đảm bảo các quy trình Tích hợp Liên tục (CI), Triển khai Liên tục (CD) và Huấn luyện Liên tục (CT) được vận hành khép kín.



Hình 5 Kiến trúc MLOps của hạ tầng huấn luyện và quản lý mô hình dự báo phụ tải 110kV

- Kiến trúc MLOps tự động hóa này bao gồm hai quy trình tự động hóa song song:
- Quy trình CI/CD cho Thành phần (Component CI/CD): Đây là quy trình chịu trách nhiệm tự động xây dựng, kiểm thử và triển khai các thành phần của pipeline (ví dụ: mã nguồn xử lý dữ liệu, mã nguồn huấn luyện). Đầu ra là một

quy trình huấn luyện tự động (Automated Pipeline) đã được triển khai và sẵn sàng hoạt động.

- Quy trình Huấn luyện Liên tục (CT) (Automated Pipeline): Đây là quy trình chính (khối trung tâm của sơ đồ), chịu trách nhiệm thực thi việc huấn luyện, được kích hoạt tự động (ví dụ theo lịch, hoặc khi có dữ liệu mới), chạy các bước từ trích xuất dữ liệu đến huấn luyện, và tạo ra một mô hình đã được huấn luyện.
- Quy trình CD cho Mô hình (Model CD): Đây là quy trình chịu trách nhiệm tự động lấy mô hình đã được huấn luyện (từ Model Registry) và triển khai ra môi trường vận hành (Prediction Service).

Các hợp phần hỗ trợ then chốt bao gồm Feature Store (Kho Đặc trưng), ML Metadata Store (Kho Siêu dữ liệu) và Performance Monitoring (Giám sát Hiệu suất) để hoàn thiện vòng lặp MLOps.

ii. Hợp phần thử nghiệm và tích hợp liên tục (CI)

Đây là giai đoạn phát triển và đóng gói các thành phần của hệ thống.

i. Thử nghiệm và Phát triển (Orchestrated Experiment)

Đây là "vòng lặp bên trong" (inner loop) nơi các kỹ sư NSMO thực hiện nghiên cứu và phát triển:

- Phân tích Dữ liệu (Data Analysis): Các kỹ sư NSMO thực hiện phân tích và khám phá dữ liệu (EDA) trên dữ liệu phụ tải và các yếu tố đầu vào khác liên quan như khí tượng, thường lấy từ Feature Store.
- Thử nghiệm (Orchestrated Experiment): Các kỹ sư phát triển các phiên bản mới của mã nguồn (ví dụ: các kỹ thuật đặc trưng mới, hoặc thử nghiệm kiến trúc mô hình mới).
- Lưu trữ Mã nguồn (Source Repository): Khi một thử nghiệm được xác định là thành công, mã nguồn (ví dụ như mã nguồn cho các bước pipeline) được cam kết (commit) vào một kho lưu trữ mã nguồn (ví dụ: Git).

ii. CI: Xây dựng & Đóng gói Thành phần (CI Pipeline)

Việc cam kết mã nguồn mới vào Source Repository sẽ tự động kích hoạt quy trình Tích hợp Liên tục (CI):

- Xây dựng, Kiểm thử, Đóng gói (Build, test, & package): Quy trình CI sẽ tự động xây dựng mã nguồn, chạy các bài kiểm thử đơn vị (unit test) và đóng gói các thành phần (ví dụ: xây dựng các ảnh Docker) cho từng bước của quy trình huấn luyện (như Data validation, Model training).
- Đầu ra (Packages): Đầu ra là các "hiện vật" (artifacts) hay Packages (ví dụ: ảnh Docker đã được kiểm thử) được lưu trữ trong một kho chứa (ví dụ: Artifact Registry hoặc Docker Hub).

iii. Hạ tầng huấn luyện tự động (automated CT pipeline)

Đây là hợp phần cốt lõi thực thi việc huấn luyện mô hình một cách tự động.

iii. CD: Triển khai Pipeline

Quy trình Triển khai Liên tục (CD) này sẽ tự động lấy các Packages (đã được CI tạo ra ở Mục ii) và triển khai chúng, tạo ra một phiên bản mới của quy trình huấn luyện tự động (Automated Pipeline).

iv. Quy trình Vận hành Pipeline Tự động (Automated Pipeline Workflow)

Đây là luồng công việc chi tiết được Bộ điều phối (Orchestrator) thực thi một cách tự động:

- Kích hoạt Quy trình (Trigger): Quy trình CT được thiết kế để kích hoạt tự động, dựa trên các điều kiện nghiệp vụ đã định nghĩa:
 - + Kích hoạt theo Lịch (Schedule): Phương án phổ biến nhất cho dự báo phụ tải. Ví dụ, tự động thực thi pipeline vào 01:00 sáng mỗi ngày để huấn luyện lại mô hình với dữ liệu đầy đủ của ngày hôm trước.
 - + Kích hoạt theo Sự kiện: Kích hoạt khi có dữ liệu mới quan trọng (ví dụ: dữ liệu phụ tải mới được nạp vào Feature Store).
 - + Kích hoạt theo Hiệu suất: Kích hoạt khi hệ thống Performance Monitoring phát hiện hiệu suất mô hình giảm xuống dưới ngưỡng chấp nhận được.
- Giai đoạn 1: Trích xuất & Xác thực Dữ liệu (Data extraction & Data validation):
 - + Pipeline trích xuất dữ liệu phụ tải 110kV mới nhất, dữ liệu dự báo thời tiết, dữ liệu khác... từ Feature Store.

- + Xác thực Dữ liệu Tự động: Quy trình tự động kiểm tra chất lượng dữ liệu đầu vào. Nếu phát hiện bất thường (ví dụ: dữ liệu phụ tải bị thiếu, giá trị nằm ngoài miền hợp lý), pipeline sẽ dừng lại và gửi cảnh báo.
- Giai đoạn 2: Chuẩn bị Dữ liệu (Data preparation):
 - + Pipeline thực thi các tập lệnh để tính toán các đặc trưng chuỗi thời gian phức tạp.
 - + Các đặc trưng này bao gồm: Các giá trị "lag" (độ trễ), các đặc trưng "rolling window" (cửa sổ trượt) như trung bình/phương sai của phụ tải hoặc nhiệt độ trong 24/48/72/... giờ trước.
 - + Các đặc trưng này được sử dụng để tạo bộ dữ liệu huấn luyện (training set).
- Giai đoạn 3: Huấn luyện Mô hình (Model training):
 - + Một "tác vụ" (task) được đóng gói container sẽ được khởi chạy, chứa mã nguồn huấn luyện (ví dụ: mô hình mạng nơ-ron như LSTM/GRU, Attention...).
- Giai đoạn 4: Đánh giá & Xác thực Mô hình (Model evaluation & Model validation):
 - + Mô hình mới huấn luyện (được gọi là "Challenger") được đánh giá trên một tập dữ liệu kiểm thử (test set) độc lập.
 - + Đối soát "Champion vs. Challenger": Pipeline tự động truy vấn Model Registry (Mục 4) để lấy mô hình đang chạy trong môi trường production (được gọi là "Champion") và thực hiện đối soát hiệu suất của "Challenger" với "Champion" trên cùng một tập dữ liệu đánh giá.
 - + Nếu "Challenger" có hiệu suất vượt trội, nó sẽ được phê duyệt và chuyển sang Mục 4 của sơ đồ.
- v. Các Hợp phần Hỗ trợ Cốt lõi**
- Bộ điều phối Quy trình ML (Orchestrator):
 - + Công nghệ đề xuất: Kubeflow Pipelines, Google Vertex AI Pipelines hoặc Amazon Sage Maker Pipelines...

- + Vai trò: Đây là "bộ não" của hệ thống, chịu trách nhiệm thực thi, lập lịch và kết nối các bước trong Automated Pipeline.
- Kho Đặc trưng (Feature Store):
 - + Vai trò: Hợp phần này có tầm quan trọng chiến lược đối với bài toán chuỗi thời gian. Kho đặc trưng chịu trách nhiệm lưu trữ, phiên bản hóa và cung cấp các đặc trưng đã qua tính toán (ví dụ: đặc trưng lịch sử phụ tải, đặc trưng thời tiết...).
 - + Lợi ích then chốt: Giải quyết triệt để rủi ro "lệch chuẩn giữa huấn luyện và phục vụ" (training-serving skew) bằng cách đảm bảo logic tính toán đặc trưng là thống nhất trong cả môi trường huấn luyện và môi trường dự báo.
- Kho Siêu dữ liệu ML (ML Metadata Store):
 - + Công nghệ đề xuất: MLflow Tracking...
 - + Vai trò: Cung cấp khả năng ghi nhật ký (logging) tự động và lưu trữ toàn bộ siêu dữ liệu của mỗi phiên thực thi, bao gồm: phiên bản mã nguồn, bộ tham số, và các chỉ số hiệu suất. Đây là nền tảng cho việc quản trị và đảm bảo khả năng tái lập.

iv. Quản lý vòng đời & triển khai mô hình

Đây là giai đoạn cuối cùng, tập trung vào việc tự động hóa việc đưa mô hình đã được huấn luyện ra môi trường vận hành.

vi. Sổ đăng ký Mô hình (Mục 4: Model Registry)

Đây là thành phần trung tâm cho việc quản lý và quản trị các mô hình đã được huấn luyện.

- Công nghệ đề xuất: MLflow Model Registry, Amazon SageMaker Model Registry, hoặc Vertex AI Model Registry...
- Chức năng nghiệp vụ:
 - + Kho lưu trữ Trung tâm: Đóng vai trò là "nguồn chân lý duy nhất" (single source of truth) cho tất cả các mô hình (Trained model) đã được phê duyệt từ bước Model validation.

- + Quản lý Phiên bản: Tự động theo dõi các phiên bản của một mô hình (ví dụ: load-forecasting-model: v1, v2, v3).
- + Quản lý Trạng thái: Gán các nhãn (tags) hoặc "giai đoạn" (stages) cho mỗi phiên bản mô hình, ví dụ: Staging (Đang kiểm thử), Production (Đang vận hành), Archived (Lưu trữ)...

vii. CD: Phục vụ Mô hình (Mục 5: CD: Model serving)

Đây là quy trình CI/CD dành riêng cho mô hình, kết nối Model Registry với hệ thống triển khai vận hành.

- Kích hoạt Triển khai: Quy trình CI/CD (ví dụ: GitHub Actions, Azure Pipelines...) được cấu hình để "lắng nghe" (listen) các sự kiện thay đổi trạng thái trong Model Registry (ví dụ: khi mô hình v6 được thăng cấp lên Production).
- Triển khai Tự động: Khi được kích hoạt, pipeline CI/CD này sẽ tự động thực thi các bước: tải (download) mô hình (Trained model) từ Sổ đăng ký, đóng gói mô hình vào một dịch vụ (service container) và triển khai (deploy) phiên bản dịch vụ mới này lên hạ tầng phục vụ.
- Đầu ra (Prediction Service): Kết quả là một dịch vụ dự đoán (Prediction service) đã được cập nhật, sẵn sàng nhận các yêu cầu dự báo phụ tải mới.

viii. Giám sát và Tái huấn luyện Liên tục (Mục 6: Performance Monitoring)

Đây là vòng lặp cuối cùng, đảm bảo mô hình duy trì hiệu suất theo thời gian.

- Giám sát Hiệu suất: Dịch vụ Performance monitoring liên tục theo dõi Prediction service. Nó không chỉ theo dõi các chỉ số vận hành (ví dụ: độ trễ, lỗi) mà còn theo dõi các chỉ số mô hình (ví dụ: phát hiện độ trôi dữ liệu, độ trôi khái niệm).
- Ghi lại Siêu dữ liệu: Các chỉ số hiệu suất này được ghi lại vào ML metadata store để phân tích.
- Kích hoạt Tái huấn luyện (CT): Quan trọng nhất, hệ thống giám sát được cấu hình để tự động kích hoạt (Trigger) một phiên chạy mới của Automated Pipeline (quay lại Mục III) khi phát hiện hiệu suất mô hình giảm xuống dưới ngưỡng đã định.

b. Quản trị và khả năng tái lập (ML metadata store)

Hợp phần ML metadata store là nền tảng cho việc quản trị và kiểm toán (audit) toàn diện:

- Khả năng Tái lập (Reproducibility): Cho phép truy vết và tái lập toàn bộ quá trình. Tại bất kỳ thời điểm nào, tổ chức có thể kiểm tra một mô hình đang vận hành (ví dụ: v6) và trả lời ngay lập tức các câu hỏi:
 - + Được huấn luyện khi nào? (Từ Kho Siêu dữ liệu).
 - + Được huấn luyện bằng phiên bản mã nguồn nào? (Từ Source Repository).
 - + Được huấn luyện bằng bộ dữ liệu nào? (Từ Feature Store).
 - + Hiệu suất của nó khi được đánh giá là gì? (Từ Model Registry).
- Khả năng Quay lui (Rollback): Nếu mô hình v6 mới triển khai gặp sự cố, quy trình rollback được đơn giản hóa: chỉ cần truy cập Model Registry, thăng cấp lại mô hình v5 (từ Archived trở lại Production). Hành động này sẽ tự động kích hoạt quy trình CD: Model serving (Mục 5) triển khai lại phiên bản cũ.

1.2.3.3. Thiết kế chức năng

Hệ thống được thiết kế theo kiến trúc mô-đun hóa, đảm bảo tính linh hoạt, khả năng mở rộng và dễ dàng bảo trì. Các chức năng được xây dựng nhằm đáp ứng toàn diện các yêu cầu nghiệp vụ đã được xác định, từ thu thập, xử lý dữ liệu đến mô phỏng, dự báo và công bố thông tin, phục vụ trực tiếp công tác điều độ và vận hành hệ thống điện quốc gia.

TT	Mô tả yêu cầu	Phân loại
I	PHÂN HỆ QUẢN TRỊ HỆ THỐNG	
1	Đăng nhập hệ thống	yêu cầu truy vấn CSDL
2	Đăng xuất hệ thống	yêu cầu truy vấn CSDL
3	Đổi mật khẩu	yêu cầu truy vấn CSDL
4	Quản lý tài khoản người dùng	yêu cầu truy vấn CSDL
5	Phân quyền tài khoản	yêu cầu truy vấn CSDL
II	PHÂN HỆ QUẢN LÝ VÀ KHAI THÁC DỮ LIỆU	
6	Danh mục cấp điều độ	yêu cầu truy vấn CSDL
7	Danh mục Tổng Công ty Điện lực	yêu cầu truy vấn CSDL

TT	Mô tả yêu cầu	Phân loại
8	Danh mục Công ty Điện lực	yêu cầu truy vấn CSDL
9	Danh mục trạm 110kV	yêu cầu truy vấn CSDL
10	Danh mục nguồn điện phân tán	yêu cầu truy vấn CSDL
11	Danh mục phụ tải theo trạm 110kV	yêu cầu truy vấn CSDL
12	Danh mục BESS	yêu cầu truy vấn CSDL
13	Danh mục trạm sạc xe điện, xe điện	yêu cầu truy vấn CSDL
14	Luồng công bố thông tin vận hành khung tuần tới	yêu cầu truy vấn CSDL
15	Luồng công bố thông tin vận hành khung ngày tới	yêu cầu truy vấn CSDL
16	Luồng công bố thông tin vận hành khung chu kỳ tới	yêu cầu truy vấn CSDL
17	Luồng công bố thông tin sau vận hành	yêu cầu truy vấn CSDL
III	PHÂN HỆ MÔ PHỎNG, VẬN HÀNH MLOPS	
18	Chức năng mô phỏng đặc tính phụ tải	dữ liệu tra cứu
19	Chức năng tính toán công suất phát nguồn điện phân tán	dữ liệu tra cứu
20	Chức năng tính toán đánh giá ảnh hưởng phụ tải xe điện	dữ liệu tra cứu
21	Chức năng xử lý dữ liệu thô	dữ liệu tra cứu
22	Chức năng xây dựng mô hình dự báo	dữ liệu tra cứu
23	Chức năng huấn luyện mô hình dự báo đa kịch bản	dữ liệu tra cứu
24	Chức năng lưu trữ mô hình dự báo	dữ liệu tra cứu
25	Chức năng quản lý vận hành mô hình dự báo	dữ liệu tra cứu
IV	PHÂN HỆ SAO LƯU & BẢO MẬT	
26	Chức năng xác thực dữ liệu	dữ liệu đầu vào
27	Chức năng mã hóa dữ liệu	dữ liệu đầu vào
28	Chức năng nhập liệu từ giao diện người dùng (end user)	yêu cầu truy vấn CSDL
29	Chức năng đọc/ghi dữ liệu từ end user lên cloud (2 chiều tự động)	yêu cầu truy vấn CSDL

TT	Mô tả yêu cầu	Phân loại
30	Chức năng ghi dữ liệu từ NSMO lên cloud (1 chiều tự động)	yêu cầu truy vấn CSDL
31	Chức năng đọc dữ liệu từ cloud xuống NSMO (1 chiều theo yêu cầu)	yêu cầu truy vấn CSDL
32	Chức năng sao lưu dữ liệu tại NSMO	yêu cầu truy vấn CSDL
33	Chức năng phục hồi dữ liệu tại NSMO	yêu cầu truy vấn CSDL
34	Chức năng ghi nhận lịch sử dữ liệu	yêu cầu truy vấn CSDL
IV	PHÂN HỆ TRAO ĐỔI DỮ LIỆU	
35	Chức năng tích hợp dữ liệu DGMS tới hệ thống SCADA/EMS	dữ liệu đầu vào
36	Chức năng tích hợp dữ liệu DGMS tới công cụ lập lịch thị trường điện	dữ liệu đầu vào
37	Chức năng tích hợp dữ liệu DGMS tới công cụ mô phỏng HTĐ	dữ liệu đầu vào
VIII	PHÂN HỆ BÁO CÁO	
38	Báo cáo đánh giá chất lượng dự báo và mô phỏng	dữ liệu tra cứu
39	Báo cáo, thống kê sau vận hành	dữ liệu tra cứu
40	Chức năng cảnh báo mô hình dự báo sai số lớn	dữ liệu tra cứu
41	Dashboard bản đồ GIS trạm 110kV	dữ liệu tra cứu
42	Dashboard giám sát hiệu suất mô hình dự báo	dữ liệu tra cứu
43	Dashboard kết quả dự báo và mô phỏng	dữ liệu tra cứu
44	Dashboard quản lý tài nguyên máy chủ dự báo	dữ liệu tra cứu
45	Dashboard trạng thái service	dữ liệu tra cứu
46	Dashboard quy trình công bố dữ liệu	dữ liệu tra cứu
47	Dashboard quy trình huấn luyện mô hình dự báo	dữ liệu tra cứu

Các chức năng được thiết kế trên cơ sở usecase và tác nhân như sau:

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
I. PHÂN HỆ QUẢN TRỊ HỆ THỐNG					
Quản lý đăng nhập & xác thực	PC, TCTĐL, DERs , Ax, NSMO, Kỹ sư MLOps, Admin, HT bảo mật	<ol style="list-style-type: none"> 1. Người dùng nhập thông tin đăng nhập (User + Hash) 2. Hệ thống gửi yêu cầu xác thực đến IdP SSO 3. IdP kiểm tra thông tin, tạo Access Token 4. Hệ thống xác nhận, trả phản hồi xác thực 5. Lưu credential được mã hóa 6. Sinh mã OTP/mã 1 lần cho phiên đăng nhập 7. DGMS sử dụng token để gọi API 8. Đồng bộ tài khoản với các HT nghiệp vụ NSMO 9. Ghi log đăng nhập và kết quả 	M	Phức tạp	9
Quản lý phiên làm việc & đăng xuất	PC, TCTĐL, DERs , Ax, NSMO, Kỹ sư MLOps, Admin, HT bảo mật	<ol style="list-style-type: none"> 1. Người dùng yêu cầu đăng xuất 2. Hệ thống kiểm tra thời gian hoạt động 3. Tự động kết thúc khi hết hạn phiên 4. Xóa cache và token phiên 	B	Trung bình	4

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
Đổi mật khẩu	PC, TCTĐL, DERs , Ax, NSMO, Kỹ sư MLOps, Admin, HT bảo mật	<ol style="list-style-type: none"> 1. Người dùng yêu cầu đổi mật khẩu 2. Hệ thống gửi yêu cầu xác thực lại thông tin 3. Người dùng nhập mật khẩu mới 4. Hệ thống kiểm tra độ mạnh mật khẩu 5. Hệ thống cập nhật mật khẩu và ghi log 	B	Trung bình	5
Quản lý tài khoản & phân quyền người dùng	Admin, HT bảo mật	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quản trị viên tạo tài khoản người dùng mới 2. Quản trị viên cập nhật thông tin tài khoản 3. Quản trị viên khóa/mở khóa tài khoản 4. Quản trị viên gán vai trò và quyền chức năng 5. Hệ thống đồng bộ quyền với IdP/SSO 6. Ghi nhật ký thay đổi 	B	Trung bình	6
II. PHÂN HỆ SAO LƯU & BẢO MẬT					
Quản trị hạ tầng Cloud & CSDL	Admin, HT sao lưu, HT bảo mật, HT trao đổi dữ liệu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Giám sát tải hệ thống và điều chỉnh tài nguyên (autoscaling). 2. Quản lý hoạt động CSDL (sao lưu, replica). 3. Thực hiện phục hồi dữ liệu khi cần thiết. 4. Thiết lập và quản lý cấu hình bảo mật 	M	Phức tạp	8

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
		<ul style="list-style-type: none"> 5. Thực hiện snapshot và lưu trữ bản sao 6. Cảnh báo sự cố hạ tầng 7. Ghi log bảo mật 8. Ghi log sao lưu 			
DMZ đồng bộ 1 chiều NSMO-Cloud	Admin, HT trao đổi dữ liệu	<ul style="list-style-type: none"> 1. Thiết lập kênh 1 chiều ra Cloud 2. Đẩy dữ liệu dự báo DGMS lên Cloud 3. Xác nhận trạng thái truyền 4. Ghi log 5. Nhận dữ liệu nhập liệu từ Cloud về NSMO 6. Kiểm tra định dạng dữ liệu 7. Lưu tạm dữ liệu buffer 8. Tự động retry khi lỗi 9. Báo lỗi về quản trị viên 	M	Phức tạp	9
Hệ thống nhật ký & lịch sử dữ liệu	Admin, HT bảo mật, HT sao lưu	<ul style="list-style-type: none"> 1. Ghi nhật ký thao tác người dùng trên dữ liệu 2. Ghi nhận lịch sử thay đổi dữ liệu 3. Tra cứu lịch sử dữ liệu theo thời gian 4. Xuất báo cáo lịch sử dữ liệu 5. Lưu trữ log dài hạn theo chính sách 6. Cảnh báo bất thường trong lịch sử chỉnh sửa 	M	Trung bình	6

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
III. PHÂN HỆ QUẢN LÝ VÀ KHAI THÁC DỮ LIỆU					
Quản lý danh mục cấp điều độ & đơn vị và các trường thông tin	Admin	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quản trị viên cập nhật danh mục cấp điều độ 2. Quản trị viên cập nhật danh mục Tổng Công ty Điện lực 3. Quản trị viên cập nhật danh mục Công ty Điện lực 4. Hệ thống kiểm tra tính hợp lệ của các ID 5. Hệ thống lưu trữ và đồng bộ danh mục 6. Tra cứu danh mục đơn vị trên giao diện 	M	Trung bình	6
Quản lý thông tin tỉnh phụ tải	PC, Ax, NSMO, HT Portal SMOV	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kết nối API Portal SMOV 2. Đồng bộ danh sách trạm 3. Upload danh sách trạm (thủ công) 4. Nhập thông số phụ tải 5. Upload thông số phụ tải (file theo template) 6. Kiểm tra dữ liệu phụ tải 7. Cảnh báo bất thường (nếu có) 8. Lưu dữ liệu 9. Download dữ liệu dưới 	M	Phức tạp	11

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
		dạng file 10. Hiển thị Dashboard 11. Lưu log thay đổi, người dùng thay đổi			
Quản lý thông tin tỉnh BESS	PC, Ax, NSMO, HT Portal SMOV	1. Kết nối API Portal SMOV 2. Đồng bộ danh sách trạm 3. Upload danh sách trạm (thủ công) 4. Nhập thông số BESS 5. Upload thông số BESS (file theo template) 6. Kiểm tra dữ liệu BESS 7. Cảnh báo bất thường (nếu có) 8. Lưu dữ liệu 9. Download dữ liệu dưới dạng file 10. Hiển thị Dashboard 11. Lưu log thay đổi, người dùng thay đổi	M	Phức tạp	11
Quản lý thông tin tỉnh EV	PC, Ax, NSMO, HT Portal SMOV	1. Kết nối API Portal SMOV 2. Đồng bộ danh sách trạm 3. Upload danh sách trạm (thủ công) 4. Nhập thông số EV	M	Phức tạp	11

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
		5. Upload thông số EV (file theo template) 6. Kiểm tra dữ liệu EV 7. Cảnh báo bất thường (nếu có) 8. Lưu dữ liệu 9. Download dữ liệu dưới dạng file 10. Hiển thị Dashboard 11. Lưu log thay đổi, người dùng thay đổi			
Quản lý thông tin vận hành khung tuần tới	PC, Ax, NSMO	1. Trích xuất số dự báo của NSMO 2. PC hiệu chỉnh, công bố cho Ax 3. Log kiểm tra logic số liệu 4. Ax tiếp nhận bản tin từ các PC 5. Ax hiệu chỉnh 6. Log kiểm tra logic số liệu 7. Ax công bố lên NSMO 8. Lưu trữ lên CSDL 9. Hiển thị Dashboard thống kê 10. Tạo báo cáo phân tích, tổng hợp 11. Xuất báo cáo, dashboard 12. Lưu log người dùng công bố tại các cấp	M	Phức tạp	12

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
Quản lý thông tin vận hành khung ngày tới	PC, Ax, NSMO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trích xuất số dự báo của NSMO 2. PC hiệu chỉnh, công bố cho Ax 3. Log kiểm tra logic số liệu 4. Ax tiếp nhận bản tin từ các PC 5. Ax hiệu chỉnh 6. Log kiểm tra logic số liệu 7. Ax công bố lên NSMO 8. Lưu trữ lên CSDL 9. Hiện thị Dashboard thống kê 10. Tạo báo cáo phân tích, tổng hợp 11. Xuất báo cáo, dashboard 12. Lưu log người dùng công bố tại các cấp 	M	Phức tạp	12
Quản lý thông tin vận hành khung chu kỳ tới	PC, Ax, NSMO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trích xuất số dự báo của NSMO 2. PC hiệu chỉnh, công bố cho Ax 3. Log kiểm tra logic số liệu 4. Ax tiếp nhận bản tin từ các PC 5. Ax hiệu chỉnh 6. Log kiểm tra logic số liệu 7. Ax công bố lên NSMO 	M	Phức tạp	12

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
		<ul style="list-style-type: none"> 8. Lưu trữ lên CSDL 9. Hiện thị Dashboard thống kê 10. Tạo báo cáo phân tích, tổng hợp 11. Xuất báo cáo, dashboard 12. Lưu log người dùng công bố tại các cấp 			
Quản lý thông tin vận hành khung sau vận hành	PC, Ax, NSMO	<ul style="list-style-type: none"> 1. PC hiệu chỉnh, công bố cho Ax 2. Log kiểm tra logic số liệu 3. Ax tiếp nhận bản tin từ các PC 4. Ax hiệu chỉnh 5. Log kiểm tra logic số liệu 6. Ax công bố lên NSMO 7. Lưu trữ lên CSDL 8. Hiện thị Dashboard thống kê 9. Tạo báo cáo phân tích, tổng hợp 10. Xuất báo cáo, dashboard 11. Lưu log người dùng công bố tại các cấp 	M	Phức tạp	11
IV. PHÂN HỆ MÔ PHỎNG, VẬN HÀNH MLOPS					

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
Mô phỏng đặc tính phụ tải	PC, Ax, NSMO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chọn trạm/khu vực cần mô phỏng phụ tải 2. Nhập cấu hình kịch bản phụ tải (giờ cao điểm, ngày thường...) 3. Chạy mô phỏng đặc tính phụ tải theo kịch bản 4. Tính toán các chỉ số phụ tải (Pmax, hệ số phụ tải...) 5. So sánh kết quả với dữ liệu lịch sử 6. Hiện thị Dashboard kết quả mô phỏng 7. Xuất báo cáo mô phỏng phụ tải 8. Lưu lịch sử kịch bản mô phỏng phụ tải 	T	Phức tạp	8
Tính toán công suất phát nguồn điện phân tán	PC, Ax, NSMO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chọn danh mục nguồn điện phân tán cần tính toán 2. Nhập kịch bản vận hành/tải hệ thống 3. Tính toán công suất phát và giới hạn kỹ thuật 4. Hiện thị Dashboard 5. Xuất báo cáo công suất phát nguồn phân tán 6. Lưu trữ kịch bản tính toán 	T	Trung bình	6

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
Xử lý dữ liệu thô	Kỹ sư MLOps, HT MLOps	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lấy bộ dữ liệu thô từ các nguồn 2. Xử lý dữ liệu bị thiếu 3. Xử lý dữ liệu ngoại lai 4. Chuẩn hóa đơn vị và định dạng 5 Kiểm tra giá trị ngoại lai 6. So sánh dữ liệu mới/cũ 7. Dashbroad thống kê dữ liệu 8. Lưu dữ liệu đã xử lý 9. Ghi log tiến trình 	T	Phức tạp	9
Xây dựng & huấn luyện mô hình dự báo đa kịch bản	Kỹ sư MLOps, HT MLOps	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chọn tập dữ liệu đầu vào cho huấn luyện 2. Xây dựng cấu trúc mô hình dự báo 3. Cấu hình tham số huấn luyện và kịch bản 4. Chạy huấn luyện mô hình với nhiều kịch bản 5. Theo dõi log và chỉ số loss/accuracy 6. So sánh kết quả giữa các kịch bản 7. Lưu kết quả huấn luyện và mô hình 8. Ghi log tổng kết huấn luyện 	T	Phức tạp	8

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
Quản lý kho mô hình dự báo	Kỹ sư MLOps, HT MLOps	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lưu trữ mô hình sau huấn luyện vào kho 2. Gắn nhãn version và metadata mô hình 3. Chọn mô hình chính thức để vận hành 4. Tải về mô hình và tham số khi cần 5. Xóa mô hình cũ 6. Hiển thị thống kê 7. Ghi log hiệu chỉnh 	T	Trung bình	7
Cấu hình pipeline tự động	Kỹ sư MLOps, HT MLOps	<ol style="list-style-type: none"> 1. Xây dựng pipeline huấn luyện/vận hành mô hình 2. Cấu hình tham số/preset cho pipeline 3. Lập lịch sched cho pipeline 4. Kích hoạt chạy pipeline 5. Theo dõi log pipeline 6. Kiểm tra lỗi và cảnh báo 7. Sinh báo cáo chạy pipeline 8. Cập nhật dashboard trạng thái pipeline 9. Lưu trạng thái pipeline 	T	Phức tạp	9

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
Vận hành mô hình	Kỹ sư MLOps, HT MLOps	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nhận yêu cầu dự báo từ API/Pipeline 2. Kiểm tra dữ liệu đầu vào 3. Gọi mô hình được chọn 4. Nhận kết quả mô hình 5. Hậu xử lý dữ liệu (nếu có lỗi) 6. Trả kết quả về API 7. Ghi log kết quả 8. Lưu dữ liệu lên CSDL 9. Trích xuất dữ liệu kết quả dự báo 	T	Phức tạp	9
Giám sát mô hình	Kỹ sư MLOps, HT MLOps	<ol style="list-style-type: none"> 1. Theo dõi đầu vào mới của mô hình 2. So sánh phân phối dữ liệu với giai đoạn huấn luyện 3. Đánh giá drift theo time window 4. Kiểm tra sai lệch dự báo 5. Sinh cảnh báo mô hình sai số lớn 6. Hiển thị dashboard chất lượng 7. Ghi log cảnh báo 8. Lưu kết quả phân tích 	T	Phức tạp	8

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
Đánh giá & chấm điểm đơn vị (PC/Ax)	PC, Ax, NSMO, Kỹ sư MLOps, Admin	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lấy dữ liệu dự báo & thực tế của các đơn vị 2. Lấy dữ liệu log thời gian công bố 3. Tính sai số theo tiêu chí 4. Tính điểm trung bình theo khung thời gian 5. Xếp hạng PC/Ax theo điểm 6. Tạo báo cáo đánh giá 7. Xuất báo cáo đánh giá 8. Hiển thị dashboard 	T	Phức tạp	8
Mô phỏng BESS	PC, Ax, NSMO, HT MLOps	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chọn trạm/khu vực cần mô phỏng BESS 2. Nhập cấu hình công suất/dung lượng BESS 3. Chọn kịch bản phụ tải và nguồn NLTT liên quan 4. Mô phỏng biểu đồ vận hành BESS, các chỉ số vận hành (SoC, công suất sạc/xả...) 5. Kiểm tra ràng buộc kỹ thuật 6. Phân tích độ nhạy với các cấu hình đầu vào khác nhau 7. Hiển thị dashboard kết quả mô phỏng 8. Xuất báo cáo mô phỏng BESS 	T	Phức tạp	9

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
		9. Lưu lịch sử kịch bản mô phỏng BESS			
Mô phỏng EV	PC, Ax, NSMO, HT MLOps	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chọn trạm/khu vực cần mô phỏng phụ tải EV 2. Nhập cấu hình công suất và số lượng trạm sạc EV 3. Mô phỏng phụ tải xe điện 4. Phân tích độ nhạy với các cấu hình đầu vào khác nhau 5. Kiểm tra ràng buộc kỹ thuật 6. Hiển thị biểu đồ kết quả mô phỏng EV 7. Xuất báo cáo mô phỏng EV 8. Lưu lịch sử kịch bản mô phỏng EV 	T	Phức tạp	8
V. PHÂN HỆ TRAO ĐỔI DỮ LIỆU					
Trao đổi dữ liệu với SCADA/EMS	HT SCADA/E MS, HT trao đổi dữ liệu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Thu thập dữ liệu từ DBPT 2. Xuất dữ liệu sang EMS 3. Nhận dữ liệu sang SCADA/EMS 	M	Trung bình	6

Tên Use-case	Tên tác nhân	Giao dịch (Transaction)	Phân loại theo BMT	Mô tả trường hợp sử dụng	Số lượng giao dịch
		4. Kiểm tra tính chính xác của dữ liệu 5. Ghi log xuất/nhập dữ liệu 6. Lưu trữ dữ liệu			
Trao đổi dữ liệu với hệ thống lập lịch thị trường điện	HT công cụ lập lịch TTĐ, HT trao đổi dữ liệu	1. Thu thập dữ liệu từ DBPT 2. Xuất dữ liệu sang phần mềm lập lịch TTĐ 3. Nhận dữ liệu từ phần mềm lập lịch TTĐ 4. Kiểm tra tính chính xác của dữ liệu 5. Ghi log xuất/nhập dữ liệu 6. Lưu trữ dữ liệu	M	Trung bình	6
Trao đổi dữ liệu với công cụ phần mềm mô phỏng HTĐ	HT mô phỏng HTĐ, HT trao đổi dữ liệu	1. Thu thập dữ liệu từ DBPT 2. Xuất dữ liệu sang phần mềm mô phỏng HTĐ 3. Nhận dữ liệu từ phần mềm mô phỏng HTĐ 4. Kiểm tra tính chính xác của dữ liệu 5. Ghi log xuất/nhập dữ liệu 6. Lưu trữ dữ liệu	M	Trung bình	6

- **Danh sách actor như sau:**

TT	Tên tác nhân	Mô tả	Phân loại tác nhân
1	Kỹ sư MLOps	Kỹ sư cấu hình, xây dựng, huấn luyện, và giám sát vận hành các mô hình dự báo AI/ML trên MLOps	Phức tạp
2	PC	Người dùng tại các Công ty điện lực	Phức tạp
3	TCTĐL	Người dùng tại các Tổng Công ty điện lực	Phức tạp
4	DERs	Người dùng vận hành các nguồn phân tán	Phức tạp
5	Ax	Người dùng tại các Điều độ miền	Phức tạp
6	NSMO	Người dùng vận hành tại NSMO	Phức tạp
7	Admin	Người quản trị hệ thống (tài khoản, phân quyền, cấu hình hạ tầng, bảo mật, backup/restore/log)	Phức tạp
8	HT bảo mật	Hệ thống bảo mật phục vụ xác thực, phân quyền, mã hóa dữ liệu, cổng tích hợp/DMZ/API Gateway, kênh NSMO - Cloud, dịch vụ nhập/xuất dữ liệu 1 chiều/2 chiều	Trung bình
9	HT Portal SMOV	Hệ thống đồng bộ danh mục trạm với DGMS	Đơn giản
10	HT trao đổi dữ liệu	Hệ thống giúp giao tiếp giữa hệ thống DGMS với các hạ tầng nội bộ trong NSMO	Trung bình
11	HT sao lưu	Hệ thống/tiến trình backup, snapshot, phục hồi dữ liệu và lưu trữ dài hạn	Trung bình
12	HT MLOps	Nền tảng MLOps thực thi các job huấn luyện, quản lý version mô hình	Trung bình
13	HT SCADA/EMS	Hệ thống SCADA/EMS trao đổi dữ liệu với DGMS	Trung bình
14	HT công cụ lập lịch TTĐ	Hệ thống công cụ lập lịch trao đổi dữ liệu với DGMS	Trung bình
15	HT mô phỏng HTĐ	Hệ thống mô phỏng HTĐ trao đổi dữ liệu với DGMS	Trung bình

Chi tiết trong file excel đính kèm

- Bảng xác định giá trị phức tạp kỹ thuật công nghệ

TT	Các hệ số	Giá trị xếp hạng	Nội dung
1	Xử lý phân tán	5	Yêu cầu hệ thống có thể tự động phân bổ tài nguyên (CPU, RAM, ...) một cách hợp lý cho các lớp/thành phần của hệ thống khi xử lý phân tán hoặc yêu cầu hệ thống tự động lựa chọn lớp/thành phần thích hợp nhất để xử lý.
2	Mức độ quan trọng của hiệu năng	5	<p>Yêu cầu cụ thể hiệu năng trong toàn bộ thời gian tác nghiệp. Không có yêu cầu thiết kế riêng biệt về sử dụng tài nguyên hệ thống để đáp ứng yêu cầu hiệu năng, yêu cầu cụ thể về thời gian phản hồi đối với các giao dịch được xử lý với các hệ thống (tích hợp) khác. Yêu cầu phân tích cụ thể, rõ ràng hiệu năng trong thiết kế trên cơ sở các yêu cầu về hiệu năng được nêu.</p> <p>Yêu cầu có công cụ phân tích hiệu năng để sử dụng trong các giai đoạn phát triển, triển khai nhằm chứng minh việc đáp ứng các yêu cầu về hiệu năng đã đặt ra</p>
3	Hiệu quả sử dụng cho người dùng	5	<p>“Hiệu quả sử dụng cho người dùng” được thể hiện bởi việc yêu cầu thiết kế các chức năng hệ thống có/không thuận tiện, thân thiện, dễ dàng sử dụng. Bao gồm các tiêu chí: Trợ giúp điều hướng, di chuyển con trỏ tự động, các phím chức năng được cài đặt sẵn, các ràng buộc đơn giản, sử dụng hình ảnh và nhiều màu sắc, tối thiểu hoá số lượng giao diện, hỗ trợ và tài liệu trực tuyến, song ngữ, đa ngôn ngữ</p> <p>Đáp ứng 7 tiêu chí</p>

TT	Các hệ số	Giá trị xếp hạng	Nội dung
4	Độ phức tạp của xử lý bên trong	5	“Độ phức tạp của xử lý bên trong” được thể hiện thông qua việc hệ thống sử dụng/không sử dụng đến các thuật toán phức tạp. Bao gồm các tiêu chí: Kiểm soát dữ liệu hoặc bảo mật, xử lý logic mở rộng. Đáp ứng 5 tiêu chí
5	Khả năng tái sử dụng mã nguồn	3	Yêu cầu ứng dụng phải được đóng gói riêng và/hoặc tài liệu hóa nhằm tạo điều kiện cho việc tái sử dụng lại. Có yêu cầu có thể tùy chỉnh ứng dụng để tái sử dụng bằng cách điều chỉnh mã nguồn.
6	Dễ cài đặt	5	Yêu cầu cung cấp công cụ hỗ trợ cài đặt tự động từ ba môi trường vận hành phần mềm (hệ điều hành máy chủ, máy tính, thiết bị di động...) trở lên, yêu cầu thiết lập thông số khi cài đặt trên các môi trường và có yêu cầu phải xây dựng tài liệu hướng dẫn cài đặt.
7	Dễ vận hành	3	Việc vận hành hệ thống thực hiện theo quy trình, có yêu cầu phải lập quy trình vận hành hệ thống.
8	Khả năng chuyển đổi	5	Có yêu cầu hệ thống vận hành được trên nhiều môi trường phần mềm hoặc phần cứng không đồng nhất
9	Dễ dàng bảo trì	5	Có yêu cầu về việc chỉnh sửa hệ thống trong tương lai mà không cần lập trình lại, chỉ cần cấu hình lại hệ thống.
10	Xử lý đồng thời	5	Yêu cầu truy cập dữ liệu đồng thời tại mọi thời điểm. Thiết kế phải đưa ra phương án, giải pháp đánh giá, xử lý các điểm tắc nghẽn khi truy cập dữ liệu đồng thời.

TT	Các hệ số	Giá trị xếp hạng	Nội dung
			Thiết kế phải đề xuất công cụ kiểm soát việc xử lý truy cập dữ liệu đồng thời
11	Mức độ hỗ trợ bảo mật	4	Bảo mật mức 4
12	Sự phụ thuộc vào mã lệnh của bên thứ 3	3	Hiệu chỉnh mã lệnh sẵn có để phát triển một phần của ứng dụng.
13	Mức độ hỗ trợ đào tạo người sử dụng	5	Hệ thống có một số tiện ích để hỗ trợ đào tạo người sử dụng cho giai đoạn chuyển tiếp từ hệ thống cũ sang hệ thống mới. Yêu cầu hỗ trợ của hệ thống về đào tạo cho nhiều đối tượng người sử dụng với các nội dung đào tạo khác nhau.

1.2.3.4. Thiết kế hạ tầng CNTT

Hệ thống sẽ được cài đặt trên 1 máy chủ tích hợp chức năng webserver và hệ quản trị cơ sở dữ liệu. Phần cứng được tham khảo dựa trên những hạ tầng hiện hữu đang vận hành tại NSMO. Hệ thống có publish ra ngoài môi trường internet nên cần bổ sung phần mềm antivirus

Câu hình thiết bị tham khảo như sau:

TT	Thiết bị, phần mềm	SL	Đơn vị tính
1	Thuê dịch vụ máy chủ ảo hóa Phục vụ các nhu cầu sau: <ul style="list-style-type: none"> - Host web cho 1000 – 1500 người dùng truy cập cùng lúc; - Có phân vùng riêng phục vụ lưu trữ database. Dự kiến tăng trưởng dữ liệu 300GB /năm; <ul style="list-style-type: none"> - Băng thông trong nước tối thiểu 500Mbps; 	60	tháng

TT	Thiết bị, phần mềm	SL	Đơn vị tính
	<ul style="list-style-type: none"> - Có hỗ trợ kỹ thuật 24/7; 		
2	Bản quyền phần mềm antivirus máy chủ ảo hóa	60	tháng
3	Thuê dịch vụ máy chủ GPU Phục vụ các nhu cầu sau: <ul style="list-style-type: none"> - Phục vụ huấn luyện, quản lý mô hình dự báo công suất cho hơn 1000 đến 1500 trạm 110kV (ứng với 34 đơn vị Điều độ phân phối); - Dung lượng lưu trữ tính toán phù hợp với phân vùng lưu trữ database; - Băng thông trong nước tối thiểu 500Mbps; - Có hỗ trợ kỹ thuật 24/7; 	60	tháng

1.3. Các yêu cầu khác

1.3.1. Đào tạo hướng dẫn sử dụng; triển khai, vận hành

a) Đào tạo, hướng dẫn khai thác sử dụng phần mềm

- Số lượng học viên: 12 học viên/khóa
- Thời gian: 3 ngày
- Địa điểm đào tạo: Hà Nội
- Mục tiêu đào tạo:
 - + Tập huấn cho cán bộ nghiệp vụ, cán bộ tin học sử dụng, khai thác phần mềm
 - + Khóa học bao gồm đầy đủ các nội dung giúp cán bộ sau quá trình tập huấn sử dụng thành thạo toàn bộ chức năng của phần mềm
- Nội dung đào tạo:
 - + Đào tạo về quy trình nghiệp vụ trên hệ thống phần mềm

- + Đào tạo về các bước quy trình thao tác nghiệp vụ trên hệ thống phần mềm
- + Đào tạo về các bước quy trình xử lý khi gặp lỗi trên hệ thống phần mềm
- + Mục Hỏi/Đáp theo ví dụ cụ thể

b) Đào tạo quản trị hệ thống

- Số lượng học viên: 05 học viên/khóa
- Thời gian: 3 ngày
- Địa điểm đào tạo: Hà Nội
- Mục tiêu đào tạo:
- Đào tạo các chuyên đề liên quan đến quản trị hệ thống: quản lý phần mềm, phân quyền hệ thống, theo dõi hệ thống ...
- Nội dung đào tạo:
 - + Đào tạo về quy trình cài đặt
 - + Đào tạo về cấu trúc cơ sở dữ liệu, cấu trúc hệ thống
 - + Quản trị hệ thống
 - + Đào tạo về các bước quy trình xử lý khi gặp lỗi trên hệ thống phần mềm
 - + Mục Hỏi/Đáp theo ví dụ cụ thể

1.3.2. Đánh giá An toàn thông tin

Trên cơ sở yêu cầu về bảo mật an toàn thông tin của NSMO, các hệ thống trước khi đi vào vận hành phải được đánh giá An toàn thông tin. Khối lượng bao gồm:

TT	Hạng mục	Nội dung công việc	Đơn vị tính	Số ngày công	Số lượng chuyên gia
A	Chi phí chuyên gia (CG)				
1	Thuê chuyên gia kinh nghiệm từ 10 năm trở lên (Mức 2)	Chi phí đánh giá ATTT cho hệ thống	Hệ thống		
		Thu thập thông tin	người*ngày	3	1
		Dò quét	người*ngày	3	1
		Kiểm tra, rà soát	người*ngày	7	1

TT	Hạng mục	Nội dung công việc	Đơn vị tính	Số ngày công	Số lượng chuyên gia
		Kiểm thử, xâm nhập	người*ngày	4	1
		Báo cáo, hướng dẫn	người*ngày	3	1
		Phối hợp xử lý lỗi	người*ngày	3	1
		Rà soát, đánh giá lại	người*ngày	3	1
2	Thuê chuyên gia kinh nghiệm từ 05 năm trở lên (Mức 3)	Chi phí đánh giá ATTT cho hệ thống	Hệ thống		
		Thu thập thông tin	người*ngày	3	3
		Dò quét	người*ngày	3	3
		Kiểm tra, rà soát	người*ngày	7	3
		Kiểm thử, xâm nhập	người*ngày	4	3
		Báo cáo, hướng dẫn	người*ngày	3	3
		Phối hợp xử lý lỗi	người*ngày	3	3
		Rà soát, đánh giá lại	người*ngày	3	3

Mục 2. Bản vẽ

Không có bản vẽ

Mục 3. Kiểm tra và thử nghiệm

Công tác kiểm tra và thử nghiệm thực hiện theo hướng dẫn Thông tư số 16/2024/TTBTTTT ngày 30/12/2024 của Bộ Thông tin và Truyền thông quy định về công tác triển khai, giám sát công tác triển khai và nghiệm thu dự án đầu tư ứng dụng công nghệ thông tin sử dụng nguồn vốn ngân sách nhà nước. Phương án kiểm thử chấp nhận phần mềm được Chủ đầu tư, cùng sự hỗ trợ và phối hợp của nhà thầu để thực hiện, trước khi tiến hành nghiệm thu phần mềm.