



VIỆN NGHIÊN CỨU HẠT NHÂN: 40 năm sử dụng hiệu quả lò phản ứng hạt nhân phục vụ phát triển kinh tế - xã hội



TS Cao Đông Vũ

Viện trưởng Viện Nghiên cứu Hạt nhân,
Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam,
Bộ Khoa học và Công nghệ



Viện Nghiên cứu Hạt nhân Đà Lạt đổi tên từ Phân viện Nghiên cứu Hạt nhân Đà Lạt, được thành lập theo Nghị định số 59/CP ngày 23/02/1979 của Hội đồng Chính phủ. Từ năm 1993, Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam trực thuộc Bộ Khoa học Công nghệ, Viện Nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt được dùng tên là Viện Nghiên cứu Hạt nhân. Trải qua 45 năm xây dựng và phát triển, các nhà khoa học của Viện Nghiên cứu Hạt nhân đã không ngừng nghiên cứu, sáng tạo, ứng dụng thành tựu khoa học và công nghệ (KH&CN) hạt nhân phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.



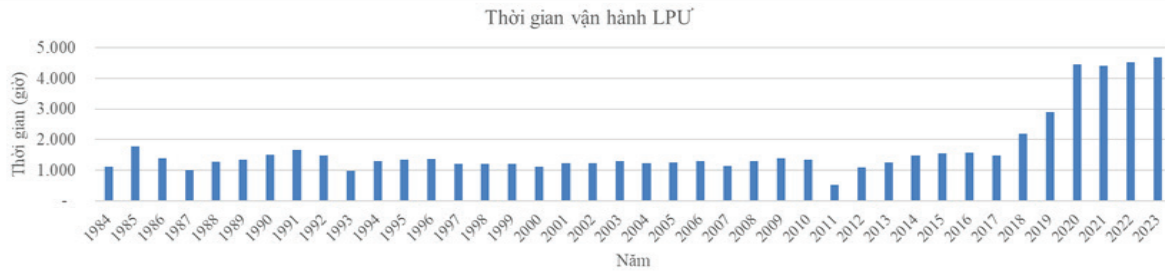
Với cơ sở vật chất ban đầu được tiếp quản từ Trung tâm Nghiên cứu Nguyên tử Đà Lạt với thiết bị chính là Lò phản ứng (LPU) TRIGA Mark-2 công suất 250 kWt của Hãng General Atomic được khởi công xây dựng ngày 12/04/1961 và đạt trạng thái tới hạn lần đầu lúc 12:40 ngày 26/02/1963. Ngày 28/10/1963, LPU TRIGA Mark-2 được khánh thành và đưa vào hoạt động với 3 chức năng chính là: đào tạo, nghiên cứu và sản xuất đồng vị phóng xạ. LPU TRIGA

Mark-2 hoạt động cho đến cuối năm 1967 thì dừng do trục trặc kỹ thuật. Ngày 30/03/1975, toàn bộ 67 thanh nhiên liệu đã được tháo dỡ và chuyển về Mỹ, LPU không còn khả năng hoạt động. Với sự giúp đỡ của Liên Xô, ngày 15/03/1982, công trình khôi phục và mở rộng LPU được khởi công. Sau 20 tháng thi công, LPU với tên mới là IVV-9 hay còn gọi theo địa danh là “LPU hạt nhân Đà Lạt” được nạp nhiên liệu độ giàu cao (36% U-235), đạt trạng thái tới hạn vào lúc 19:50 ngày 01/11/1983. Ngày 20/3/1984, LPU được chính thức đưa vào vận hành với công suất danh định 500 kWt, gấp 2 lần so với TRIGA Mark-2. Trải qua 40 năm vận hành và sử dụng lò phản ứng, tất cả các lĩnh vực nghiên cứu - triển khai của Viện đã đạt được nhiều kết quả khả quan, đóng góp quan trọng vào phát triển kinh tế - xã hội.

Nghiên cứu và đảm bảo kỹ thuật cho LPU hạt nhân

Viện đã làm chủ trong vận hành, làm chủ các kỹ thuật tính toán, thiết kế LPU nghiên cứu và các hoạt động bảo dưỡng, sửa chữa các hệ thống công nghệ LPU; làm chủ trong tính toán, thiết kế cấu hình thay đảo nhiên liệu định kỳ, làm cho việc sử dụng nhiên liệu được tối ưu, tiết kiệm chi phí nhưng vẫn đảm bảo an toàn; đồng thời đã nghiên cứu, tính toán thiết kế, thay đổi cấu hình vùng hoạt LPU để lắp đặt thêm 01 hốc chiếu mẫu nhằm đáp ứng nhu cầu thuốc phóng xạ tăng đột xuất trong thời kỳ dịch bệnh COVID-19 bùng phát và sự cải tiến này vẫn đang phát huy hiệu quả cho đến nay. Viện cũng đã thực hiện thành công dự án chuyển đổi nhiên liệu của LPU từ nhiên liệu độ giàu cao sang nhiên liệu độ giàu thấp (19,75% U-235) và đạt trạng thái tới hạn lần đầu với cấu hình 72 bó nhiên liệu độ giàu thấp vào lúc 15:35 ngày 30/11/2011 (lần này chỉ do các cán bộ của Viện thực hiện từ tính toán, thiết kế vùng hoạt LPU đến khởi động vật lý). Với ý nghĩa này, việc khởi động vật lý đưa LPU hạt nhân Đà Lạt sử dụng nhiên liệu độ giàu thấp đạt trạng thái tới hạn đã được bình chọn là một trong 10 sự kiện KH&CN nổi bật của Việt Nam năm 2011.

Đến nay, LPU hạt nhân Đà Lạt đã vận hành an toàn và hiệu quả với tổng thời gian gần 70.000 giờ ở công suất danh định 500 kWt (hình 1), trung bình đạt khoảng 1.750 giờ/năm, đặc biệt từ khi xảy ra đại dịch COVID-19, trung bình đạt khoảng 4.750 giờ/năm (gấp 03 lần so với trung bình hàng năm trước đây để đảm bảo đủ thuốc phóng xạ cung cấp cho các bệnh viện phục vụ việc chẩn đoán và điều trị bệnh; đồng thời phục vụ nghiên cứu, phân tích mẫu và đào tạo cán bộ).



Hình 1. Thời gian vận hành LPU từ năm 1984-2023.

Nghiên cứu vật lý hạt nhân

Viện đã xây dựng được 03 hệ đo chất lượng cao (01 hệ phổ kế trùng phùng để thực hiện các nghiên cứu cấu trúc hạt nhân theo phản ứng (n, 2γ) và 02 hệ đo PGNAA để phát triển kỹ thuật và dịch vụ phân tích mẫu cho các ngành để phục vụ hoạt động nghiên cứu cơ bản và ứng dụng tầm cỡ quốc tế); đưa cả 04 kênh neutron nằm ngang của LPU vào hoạt động cho các mục đích nghiên cứu và đào tạo. Viện là một trong 4 nơi trên thế giới áp dụng thành công kỹ thuật phin lọc neutron để tạo ra các dòng neutron đơn năng - công cụ cần thiết để tiến hành các nghiên cứu vật lý hạt nhân thực nghiệm, phục vụ cho nghiên cứu cơ bản về số liệu và cấu trúc hạt nhân cũng như các nghiên cứu ứng dụng. Với những dòng neutron đặc trưng cùng các thiết bị và phương pháp nghiên cứu đã xây dựng, LPU hạt nhân Đà Lạt đã và đang là cơ sở đóng góp thêm số liệu hạt nhân mới cho thư viện số liệu hạt nhân quốc tế; là cơ sở đào tạo chuyên sâu có uy tín về chuyên ngành vật lý hạt nhân và vật lý LPU cho ngành năng lượng nguyên tử Việt Nam và các trường đại học.

Nghiên cứu công nghệ và sản xuất các chất đồng vị phóng xạ

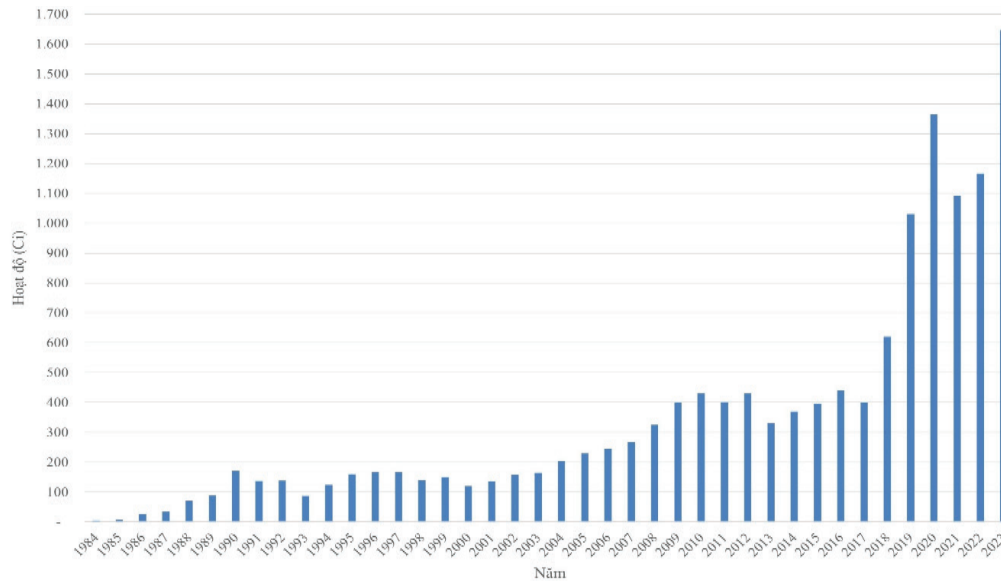
Công nghệ sản xuất thuốc phóng xạ chứa đồng vị I-131, máy phát Tc-99m, tấm áp P-32 và một số đồng vị khác đã được nghiên cứu, phát triển thành công tại Viện. Thêm vào đó, nhiều loại KIT đánh dấu phóng xạ dùng trong chẩn đoán bệnh về não, ung thư xương, các bệnh lý về gan mật, Parkinson giai đoạn sớm, khối u thần kinh nội tiết... cũng đã được nghiên cứu, sản xuất thành công; 09 loại sản phẩm của Viện đã được đưa vào danh mục thuốc của Việt Nam từ tháng 2/2010; được Bộ Y tế chứng nhận đạt thực hành tốt trong sản xuất thuốc phóng xạ (WHO GMP). Trong những năm gần đây, kỹ thuật đánh dấu kháng thể đơn dòng với các đồng vị phóng xạ dùng trong chẩn đoán và điều trị hướng đích - hướng nghiên cứu tiên tiến trên thế giới cũng đã được nghiên cứu thành công tại Viện. Đặc biệt, công trình nghiên cứu điều chế

các thuốc phóng xạ I-131 và P-32 ứng dụng trong chẩn đoán và điều trị của y học hạt nhân được công nhận là 02 trong số 73 công trình sáng tạo KH&CN được công bố trong Sách vàng Việt Nam năm 2018.

Trong 40 năm vận hành và sử dụng lò phản ứng, Viện đã cung cấp khoảng 17.500 Ci thuốc phóng xạ các loại (hình 2) cho 23 bệnh viện trong cả nước với tần suất hàng tuần, kịp thời phục vụ chẩn đoán, chữa trị cho khoảng 500.000 lượt bệnh nhân/năm. Đặc biệt, trong giai đoạn đại dịch COVID-19, nguồn cung đồng vị phóng xạ từ nhập khẩu nước ngoài bị gián đoạn, các nhà khoa học của Viện đã vượt qua khó khăn, cải tiến kỹ thuật để tăng năng suất, chủ động đảm bảo thời gian hoạt động an toàn của LPU để sản xuất đủ lượng thuốc phóng xạ phục vụ nhu cầu của các bệnh viện trên toàn quốc. Bên cạnh đó, Viện xuất khẩu khoảng 8-10 Ci đồng vị phóng xạ sang Campuchia, giúp nước bạn phát triển nền y học hạt nhân). Ngoài các sản phẩm thương mại đã được cấp phép, Viện đã thành công trong nghiên cứu điều chế và sản xuất một số đồng vị phóng xạ mới như ¹⁷⁷Lu, ¹⁶⁵Dy, ¹⁶⁶Ho, ¹⁸⁶Re, ¹⁵³Sm, vi cầu ⁹⁰Y... Đây là những kết quả quan trọng bước đầu nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng về chủng loại và số lượng đồng vị phóng xạ của các cơ sở y học hạt nhân trong nước trong tương lai; đồng thời chuẩn bị nền tảng để khai thác hiệu quả LPU nghiên cứu đa chức năng, công suất 10 MW trong Dự án Trung tâm Nghiên cứu KH&CN hạt nhân đang thực hiện.

Nghiên cứu phát triển các kỹ thuật phân tích hạt nhân và liên quan

Viện đã xây dựng được 01 trung tâm phân tích đồng bộ, hiện đại và đa dạng kỹ thuật phân tích, bao gồm các kỹ thuật phân tích hạt nhân và hóa lý đạt TCVN ISO/IEC 17025:2017 (VILAS 519); đã nghiên cứu, phát triển thành công các quy trình phân tích kích hoạt neutron (NAA): INAA, RNAA, PGNAA trên LPU và các kỹ thuật phân tích hoá lý hiện đại khác: AAS, ICP-MS, GC-MS, HPLC-MS, IC, EA-IRMS...; có khả năng phân tích hơn 70 nguyên tố và hợp chất trong các đối tượng mẫu khác



Hình 2. Sản lượng thuốc phóng xạ cung cấp cho ngành y tế từ năm 1984-2023.

nhau với độ nhạy và độ chính xác cao, góp phần phục vụ đặc lực cho việc tìm kiếm khoáng sản và tài nguyên nước, nghiên cứu khảo cổ, đánh giá thổ nhưỡng, kiểm soát chất lượng an toàn thực phẩm, đánh giá và chứng nhận VietGAP...

Nghiên cứu chế tạo thiết bị hạt nhân

Các nhà khoa học của Viện không chỉ làm tốt công tác bảo dưỡng, sửa chữa thiết bị mà còn thiết kế chế tạo thành công các thiết bị đo đạc, phân tích phóng xạ phục vụ công tác của Viện, đồng thời hỗ trợ các bệnh viện, xí nghiệp thăm dò và khai thác dầu khí... (máy phân tích biên độ 01 kênh, 03 kênh, máy đo độ tập trung I-131 trên tuyến giáp, xạ ký thận 04 kênh, máy kiểm xạ, máy phân tích thành phần hợp kim vàng, hệ phân tích phóng xạ đa kênh...). Năm 2023, Viện đã chế tạo thành công 02 máy đo độ tập trung i-ốt tặng cho Bệnh viện Đa khoa tỉnh Lâm Đồng và Bệnh viện New Life của Lào. Không chỉ vậy, Viện cũng đã thành công trong nghiên cứu và ứng dụng kỹ thuật mảng các phần tử logic lập trình (FPGA) và xử lý tín hiệu số (DSP), nhờ đó đã chế tạo được những thiết bị điện tử hạt nhân hiện đại, khả năng tích hợp và nội địa hóa cao như phổ kế DSP và trùng phùng kỹ thuật số, bắt kịp trình độ của thế giới trong lĩnh vực phổ kế hạt nhân.

Nghiên cứu, ứng dụng kỹ thuật hạt nhân và đồng vị

Viện đã nghiên cứu, phát triển và ứng dụng thành công một số kỹ thuật hạt nhân và đồng vị để giải quyết các vấn đề trong thực tế như: 1) Xác định nguyên nhân, cơ chế bồi lấp luồng tàu trong vùng cửa sông (tại 02 luồng cảng Hải Phòng và Cần Thơ) bằng kỹ thuật đánh

dấu đồng vị phóng xạ (^{46}Sc , ^{192}Ir) vào bùn cát kết hợp đo phóng xạ dưới đáy biển; 2) Xác định tốc độ bồi lấp các hồ thủy điện, thủy lợi và đánh giá tác động đến tuổi thọ và an toàn công trình (đã khảo sát các hồ thủy điện Trị An, Thác Mơ, Đa Nhim, Hàm Thuận, Đa Mi và 06 hồ thủy lợi tại Lâm Đồng) bằng kỹ thuật đồng vị phóng xạ môi trường (^{137}Cs và ^{210}Pb); 3) Xác định tốc độ bồi trầm tích tại các rừng ngập mặn ven biển (cửa sông Thái Bình, phá Tam Giang, cửa Định An...) bằng kỹ thuật đồng vị phóng xạ môi trường (^{137}Cs và ^{210}Pb); 4) Xác định tốc độ xói mòn, suy thoái đất nông nghiệp (khảo sát cho tỉnh Lâm Đồng, Đắk Lắk) bằng kỹ thuật đồng vị phóng xạ môi trường (^7Be và ^{137}Cs); 5) Đánh giá các hệ số khuếch tán và thời gian tồn lưu của một chất thải lỏng trong vùng biển ven bờ khi được thải vào biển (vùng biển Ninh Thuận) bằng việc sử dụng các chỉ thị phóng xạ tự nhiên (^{223}Ra , ^{224}Ra , ^{226}Ra , ^{228}Ra)...

Nghiên cứu trong lĩnh vực công nghệ bức xạ và công nghệ sinh học

Hiện nay, nhiều kỹ thuật khác nhau đã được nghiên cứu và ứng dụng thành công tại Viện như nghiên cứu sự chuyển hóa đất - phân - cây trồng bằng chỉ thị phóng xạ, điều chế các chất kích thích tăng trưởng và bảo vệ thực vật có nguồn gốc sinh học bằng kỹ thuật bức xạ, chọn tạo giống bằng đột biến phóng xạ... Sự kết hợp giữa Viện với các cơ sở nghiên cứu chuyên ngành nông nghiệp như Viện Khoa học Nông nghiệp miền Nam, Viện lúa Đồng bằng sông Cửu Long, Viện Cây ăn quả miền Nam... đã tạo nên được nhiều dòng cây có năng suất và



chất lượng vượt trội, là tiền đề nhân giống thành công một số giống lúa và cây ăn quả thương mại sau này (ví dụ như bưởi không hạt). Đặc biệt, Viện là một trong những đơn vị đầu tiên trên địa bàn tỉnh Lâm Đồng nghiên cứu, xây dựng các quy trình kỹ thuật nuôi trồng nhiều loại nấm thực phẩm, nấm dược liệu, kỹ thuật nuôi cấy mô các giống hoa, giống lan... sau đó đã chuyển giao cho nhiều cơ sở sản xuất nấm và giống cây trên địa bàn tỉnh và các tỉnh khác.

Nghiên cứu về an toàn bức xạ và quản lý, xử lý thải phóng xạ

Các kỹ thuật định liều bức xạ chiếu ngoài, chiếu trong, định liều bằng phương pháp sinh học dùng trong trường hợp sự cố đã được nghiên cứu, phát triển rất sớm tại Viện. Bên cạnh đó, với chức năng hỗ trợ an toàn bức xạ cho các cơ quan quản lý, hàng năm, Viện đã theo dõi liều bức xạ cho khoảng 5.000-6.000 nhân viên bức xạ, kiểm xạ, kiểm định và hiệu chuẩn thiết bị cho khoảng 500 cơ sở bức xạ trên khắp cả nước; đồng thời hỗ trợ xây dựng kế hoạch ứng phó sự cố bức xạ và hạt nhân cấp tỉnh cho các địa phương phía Nam.

Viện đã ban hành các hướng dẫn, quy trình về xử lý các loại thải phóng xạ hiện có tại Viện theo các quy định hiện hành; đồng thời đã thực hiện tư vấn và dịch vụ về thiết kế các hệ thống xử lý thải lỏng cho các cơ sở bức xạ của ngành y tế; làm chủ được công nghệ xử lý các loại chất thải phóng xạ rắn, lỏng và khí phát sinh...

Nghiên cứu, quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường

Viện đã xây dựng được phòng thí nghiệm mạnh về nghiên cứu và quan trắc phóng xạ môi trường với các phương pháp phân tích có độ nhạy cao đáp ứng theo tiêu chuẩn ISO/IEC 17025 (VILAS 525), cho phép phân tích được hầu hết các đồng vị phóng xạ tự nhiên và nhân tạo (^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{40}K , ^7Be , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I , ^{90}Sr , ^{241}Am , ^{242}Cm ...) có trong mẫu môi trường (không khí, các đối tượng môi trường trên đất liền và môi trường biển) và lương thực thực phẩm. Từ năm 1998, trạm quan trắc phóng xạ của Viện đã trở thành trạm quan trắc phóng xạ vùng của quốc gia, thực hiện quan trắc phóng xạ môi trường trên đất liền cho vùng Tây Nguyên và Đông Nam Bộ; từ năm 2012, trở thành trạm quốc gia quan trắc phóng xạ môi trường biển khu vực phía Nam. Đặc biệt, các nhà khoa học của Viện đã kịp thời phát hiện, ghi nhận và đánh giá được ảnh hưởng của 2 dị thường về phóng xạ trong môi trường không khí tại Đà Lạt, Ninh Thuận và TP Hồ Chí Minh từ sự cố Chernobyl năm 1986 (phát hiện duy nhất ở khu vực Đông Nam Á) và Nhà máy Điện hạt nhân Fukushima năm 2011 mặc dù

ở mức rất thấp. Ngoài nhiệm vụ quan trắc thường xuyên, các nghiên cứu phóng xạ môi trường trong những năm gần đây cũng đã đạt được một số kết quả quan trọng: (i) Xây dựng thành công phương pháp mô phỏng đánh giá khả năng phát tán chất phóng xạ trong biển từ các nhà máy điện hạt nhân Phòng Thành và Xương Giang của Trung Quốc đến vịnh Bắc Bộ và biển Đông, cho phép ước tính thời gian, phạm vi và mức độ ảnh hưởng của chất phóng xạ khi có sự cố, làm cơ sở xây dựng các kịch bản ứng phó thích hợp; (ii) Chế tạo thành công thiết bị quan trắc tự động hiện trường 02 đồng vị phóng xạ ^{134}Cs và ^{137}Cs trong nước biển, đáp ứng mục tiêu cảnh báo nhanh các sự cố phóng xạ từ cấp 5 trở lên.

Trong suốt 40 năm vận hành và sử dụng lò phản ứng, Viện được cấp 03 bằng sáng chế; công bố 420 công trình quốc gia, 270 công trình quốc tế uy tín thuộc danh mục ISI/SCOPUS, chưa kể đến nhiều báo cáo trong các hội nghị, hội thảo khoa học trong và ngoài nước.

Bên cạnh các thành tựu trong hoạt động nghiên cứu KH&CN hạt nhân, Viện cũng quan tâm đẩy mạnh công tác hợp tác quốc tế và đào tạo. Viện đã tích cực tham gia các hợp tác đa phương, điển hình là hợp tác với Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA), hợp tác vùng châu Á - Thái Bình Dương (RCA), tham gia hợp tác song phương với Mỹ, Nhật Bản, Hàn Quốc, Pháp, Úc... để tạo điều kiện cho cán bộ khoa học được giao lưu, học hỏi. Thông qua các diễn đàn này, một số cán bộ của Viện đã trưởng thành và trở thành chuyên gia quốc tế, quay trở lại hỗ trợ kỹ thuật cho các nước kém phát triển hơn trong khu vực. Với đội ngũ chuyên gia giàu kinh nghiệm cùng cơ sở vật chất hiện đại, đến nay Viện đã trực tiếp đào tạo và tham gia đào tạo 38 tiến sỹ các chuyên ngành vật lý hạt nhân nguyên tử và hóa phân tích, tiếp nhận hàng chục thực tập sinh nước ngoài; hỗ trợ làm luận văn, khóa luận tốt nghiệp cho hàng trăm thạc sỹ và cử nhân; tổ chức thực tập chuyên đề cho hàng nghìn sinh viên và phổ biến ứng dụng năng lượng nguyên tử cho hàng chục nghìn lượt người.

*
* *

Với các kết quả đạt được, Viện Nghiên cứu Hạt nhân đã được Đảng và Nhà nước tặng thưởng Huân chương Lao động hạng Ba năm 1989, Huân chương Lao động hạng Hai năm 2001, Huân chương Lao động hạng Nhất năm 2009, Giải thưởng Nhà nước về KH&CN cho cụm công trình “Nghiên cứu đảm bảo vận hành an toàn và khai thác hiệu quả LPU’ hạt nhân Đà Lạt” năm 2012, Huân chương Độc lập hạng Ba năm 2014... ✍