

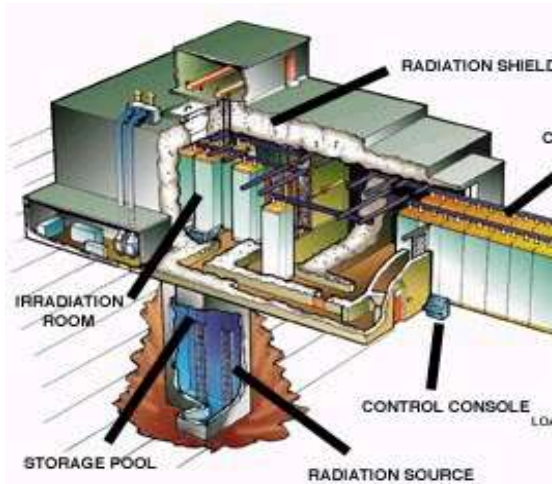
BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

DỰ THẢO



BÁO CÁO
QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN, ỨNG DỤNG NĂNG LƯỢNG
NGUYÊN TỬ THỜI KỲ 2021 - 2030,
TẦM NHÌN ĐẾN NĂM 2050

*(Kèm theo Tờ trình số: /TTr-BKHCN ngày tháng năm 2024
của Bộ Khoa học và Công nghệ)*



Hà Nội, tháng 7 năm 2024

MỤC LỤC

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	1
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	3
GIẢI THÍCH TỪ NGỮ	4
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN.....	6
I. TỔNG QUAN VỀ QUY HOẠCH.....	6
1. Sự cần thiết lập quy hoạch.....	6
2. Phạm vi, thời kỳ lập quy hoạch	7
3. Quan điểm, mục tiêu và nguyên tắc lập quy hoạch.....	7
4. Căn cứ lập quy hoạch	8
II. TỔNG QUAN VỀ PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN.....	8
1. Thông tin cơ bản về nhiệm vụ lập quy hoạch	8
2. Các phương pháp lập quy hoạch	8
3. Các công tác đã triển khai	10
3.1. Tổ chức nghiên cứu, thu thập, phân tích, tổng hợp thông tin, dữ liệu.....	10
3.2. Tổ chức lập quy hoạch	11
CHƯƠNG II. RÀ SOÁT, ĐÁNH GIÁ QUY HOẠCH THỜI KỲ TRƯỚC	13
I. Phân tích, đánh giá tình hình và kết quả thực hiện quy hoạch thời kỳ trước.....	13
1. Kết quả thực hiện các quy hoạch thời kỳ trước trong lĩnh vực NLNT.....	13
1.1. Tổng quan kết quả thực hiện 04 quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong các lĩnh vực kinh tế - xã hội.....	15
1.2. Tổng quan kết quả phát triển cơ sở hạ tầng năng lượng hạt nhân, thăm dò khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ.....	16
1.3. Về tăng cường tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh.....	17
2. Những tồn tại, hạn chế và nguyên nhân	20
2.1. Về phát triển ứng dụng BX&ĐVPX	20
2.2. Về phát triển cơ sở hạ tầng năng lượng hạt nhân, thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ	21
2.3. Về tăng cường tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh.....	22
II. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng NLNT	25
1. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX.....	25
1.1. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành y tế	25
1.2. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT	32
1.3. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành nông nghiệp.....	35
1.4. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác	37

2. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân, thăm dò, chế biến, khai thác quặng phóng xạ	41
3. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh	42
3.1. Đánh giá về thực trạng về phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực	42
3.2. Về bảo đảm an toàn, an ninh	43
3.3. Đánh giá tình hình thực hiện Quy hoạch Mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia thời kỳ trước	43
4. Tổng hợp đánh giá hiện trạng phát triển, ứng dụng NLNT	44
CHƯƠNG III. DỰ BÁO TRIỂN VỌNG, NHU CẦU PHÁT TRIỂN, ỨNG DỤNG NLNT VÀ NGUỒN NHÂN LỰC TRONG THỜI KỲ QUY HOẠCH	47
I. Tình hình và xu thế phát triển, ứng dụng NLNT trên thế giới	47
1. Tổng quan về phát triển, ứng dụng NLNT trên thế giới	47
2. Tình hình và xu thế phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trên thế giới	47
2.1. Trong y tế	47
2.2. Trong ngành TN&MT	54
2.3. Trong ngành nông nghiệp	56
2.4. Trong ngành công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác	60
3. Khoa học và phát triển công nghệ hạt nhân, đảm bảo an toàn, an ninh	64
II. Phân tích, đánh giá các tác động từ các chủ trương, định hướng phát triển, các quy hoạch, kế hoạch có liên quan, xu thế phát triển KT-XH, biến đổi khí hậu trong thời kỳ quy hoạch	65
1. Trong ngành y tế	65
2. Trong ngành TN&MT	66
3. Trong ngành nông nghiệp	67
4. Trong ngành công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác	69
5. KH&CN hạt nhân, phát triển nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh	70
III. Phân tích, dự báo về các yếu tố, điều kiện, nguồn lực, bối cảnh, nhu cầu phát triển KT-XH	71
1. Ngành y tế	71
2. Ngành TN&MT	74
3. Ngành nông nghiệp	75
4. Ngành công nghiệp	76
5. Lĩnh vực KH&CN hạt nhân, bảo đảm an toàn, an ninh	78
IV. Tổng hợp đánh giá triển vọng, nhu cầu phát triển, ứng dụng NLNT, đánh giá liên kết ngành, liên kết vùng trong việc phát triển hệ thống các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo trong lĩnh vực NLNT;	80
1. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực y tế	80
1.1. Nhu cầu và triển vọng ứng dụng y học hạt nhân	80
1.2. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng xạ trị	80
1.3. Triển vọng và nhu cầu phát triển điện quang	81

1.4. Nhu cầu về DCPX	82
2. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực TN&MT	82
2.1. Khí tượng, thủy văn	82
2.2. Tài nguyên nước.....	83
2.3. Địa chất, khoáng sản	84
2.4. Bảo vệ môi trường, biến đổi khí hậu.....	84
3. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực nông nghiệp	85
3.1. Về chọn tạo giống	85
3.2. Về chiếu xạ chế biến sau thu hoạch	86
3.3. Về bảo vệ thực vật.....	86
4. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực công nghiệp	87
4.1. Về kiểm tra không phá hủy NDT	87
4.2. Về chiếu xạ công nghiệp	87
4.3. Đối với NCS và máy đo hạt nhân	89
4.4. Kỹ thuật đánh dấu (tracer).....	90
4.5. Soi chiếu an ninh - hải quan.....	91
5. Nhu cầu phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh	93
5.1. Nhu cầu phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân	93
5.2. Nhu cầu nhân lực.....	94
5.3. Nhu cầu bảo đảm an toàn, an ninh.....	97
6. Đánh giá liên kết vùng, liên kết ngành trong việc phát triển hệ thống các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo trong lĩnh vực NLNT.....	97
6.1. Đánh giá liên kết vùng	97
6.2. Liên kết ngành	100
IV. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức (SWOT) trong phát triển, ứng dụng NLNT.....	101
1. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với BX&ĐVPX trong ngành y tế	101
1.1. Điểm mạnh	101
1.2. Điểm yếu	102
1.3. Cơ hội.....	104
1.4. Thách thức.....	105
2. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT	108
2.1. Điểm mạnh	108
2.2. Điểm yếu	109
2.3. Cơ hội.....	110
2.4. Thách thức.....	111
3. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành nông nghiệp	111

3.1. Điểm mạnh	111
3.2. Điểm yếu	112
3.3. Cơ hội	112
3.4. Thách thức	113
4. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành công nghiệp	114
4.1. Điểm mạnh	114
4.2. Điểm yếu	114
4.3. Cơ hội	115
4.4. Thách thức	116
5. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với KH&CN hạt nhân, bảo đảm an toàn, an ninh	117
5.1. Điểm mạnh	117
5.2. Điểm yếu	117
5.3. Cơ hội	119
5.4. Thách thức	120
6. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với bảo đảm an toàn, an ninh	121
6.1. Điểm mạnh	121
6.2. Điểm yếu	123
6.3. Cơ hội	123
6.4. Thách thức	123
V. Kịch bản phát triển	124
1. Kịch bản phát triển phát triển KT-XH 2021-2030, 2031-2050	124
2. Kịch bản phát triển, ứng dụng NLNT	127
2.1. Kịch bản phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế	127
2.2. Kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong TN&MT	129
2.3. Kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp	133
2.4. Kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp	137
2.5. Kịch bản phát triển KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh	140
CHƯƠNG IV. NỘI DUNG CỦA QUY HOẠCH	143
I. Quan điểm, mục tiêu phát triển	143
1. Quan điểm phát triển, ứng dụng NLNT	143
2. Mục tiêu tổng quát phát triển, ứng dụng NLNT đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050	143
2.1. Mục tiêu tổng quát đến năm 2030	143
2.2. Tầm nhìn đến năm 2050	143
II. Phát triển, ứng dụng bức xạ và đồng vị trong các ngành, lĩnh vực	144
1. Phát triển, ứng dụng bức xạ và đồng vị trong ngành y tế	144
1.1. Mục tiêu tổng quát đến năm 2030	144

1.2. Mục tiêu cụ thể đến năm 2030	144
1.3. Tầm nhìn đến năm 2050.....	145
1.4. Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo liên quan đến NLNT của ngành y tế đến năm 2030	145
2. Phát triển, ứng dụng bức xạ và đồng vị trong ngành TN&MT	146
2.1. Mục tiêu tổng quát đến năm 2030.....	146
2.2. Mục tiêu cụ thể đến năm 2030	146
2.3. Tầm nhìn đến năm 2050.....	147
2.4. Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo liên quan đến NLNT của ngành TN&MT đến năm 2030	147
3. Phát triển ứng dụng bức xạ và đồng vị trong ngành nông nghiệp.....	148
3.1. Mục tiêu tổng quát đến năm 2030.....	148
3.2. Mục tiêu cụ thể đến năm 2030	148
3.3. Tầm nhìn đến năm 2050.....	148
3.4. Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo liên quan đến NLNT của ngành nông nghiệp đến năm 2030	149
4. Phát triển ứng dụng bức xạ và đồng vị trong ngành công nghiệp	149
4.1. Mục tiêu tổng quát đến năm 2030.....	149
4.2. Mục tiêu cụ thể đến năm 2030	149
4.3. Tầm nhìn đến năm 2050.....	150
4.4. Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo liên quan đến NLNT của ngành công nghiệp đến năm 2030.....	150
5. Phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân	151
5.1. Mục tiêu tổng quát đến năm 2030.....	151
5.2. Mục tiêu cụ thể đến năm 2030	151
5.3. Tầm nhìn đến năm 2050.....	152
5.4. Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng KH&CN hạt nhân đến năm 2030	152
5.5. Đào tạo và phát triển nguồn nhân lực	153
5.6. Đảm bảo an toàn và an ninh hạt nhân	153
III. Xây dựng chi tiết nội dung về danh mục các chương trình, dự án quan trọng, ưu tiên	154
1. Xây dựng tiêu chí, xác định chương trình, dự án, đề án quan trọng, ưu tiên	154
2. Dự kiến tổng mức kinh phí.....	155
3. Danh mục các chương trình, dự án, đề án quan trọng, ưu tiên.....	155
IV. Giải pháp, nguồn lực thực hiện quy hoạch.....	155
1. Giải pháp hoàn thiện hệ thống tổ chức quản lý	155
2. Giải pháp xây dựng và hoàn thiện hệ thống pháp luật và cơ chế, chính sách	155
3. Giải pháp phát triển nguồn nhân lực	156
4. Giải pháp xây dựng và phát triển tiềm lực KH&CN.....	156

5. Giải pháp bảo đảm an toàn, an ninh	157
6. Giải pháp nâng cao nhận thức và sự ủng hộ của cộng đồng	157
7. Giải pháp đẩy mạnh hợp tác và hội nhập quốc tế.....	158
8. Giải pháp đầu tư, tài chính và huy động vốn.....	158
9. Giải pháp tổ chức thực hiện quy hoạch.....	159
V. Tổ chức thực hiện	159
1. Bộ Khoa học và Công nghệ.....	159
2. Bộ Y tế.....	160
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường	160
4. Bộ Công Thương	160
5. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn	161
6. Bộ Kế hoạch và Đầu tư.....	161
7. Bộ Tài chính	161
8. Các Bộ, ngành khác và Ủy ban nhân dân các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương	161
PHỤ LỤC I RÀ SOÁT, ĐÁNH GIÁ QUY HOẠCH THỜI KỲ TRƯỚC	163
PHỤ LỤC II DANH SÁCH CÁC CƠ SỞ NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG VÀ ĐÀO TẠO	200
PHỤ LỤC III. DANH MỤC CHƯƠNG TRÌNH, DỰ ÁN QUAN TRỌNG ƯU TIÊN ĐẦU TƯ	215

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Từ đầy đủ
ATBX	An toàn bức xạ
ATBXHN	An toàn bức xạ và hạt nhân
BX&ĐVPX	Bức xạ và đồng vị phóng xạ
DCPX	Dược chất phóng xạ
ĐHN	Điện hạt nhân
EVN	Tập đoàn Điện lực Việt Nam
GD&ĐT	Giáo dục và Đào tạo
HLKHCNVN	Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
IAEA	Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế
KH&CN	Khoa học và công nghệ
KT-XH	Kinh tế - xã hội
NCS	Hệ điều khiển hạt nhân
NLNT	Năng lượng nguyên tử
NDT	Kiểm tra không phá hủy
NMĐHN	Nhà máy điện hạt nhân
NN&PTNT	Nông nghiệp và phát triển nông thôn
QLNN	Quản lý nhà nước
QT&CBPXMT	Quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường
Tracer	Kỹ thuật đánh dấu
TN&MT	Tài nguyên và môi trường

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1. Phân bố cơ sở xạ trị và thiết bị xạ trị.....	29
Bảng 2. Phân bố cơ sở y học hạt nhân và thiết bị y học hạt nhân	29
Bảng 3. Phân bố máy cyclotron	30
Bảng 4. Phân bố máy X-quang.....	30
Bảng 5. Tổng hợp đóng góp của giống lúa đột biến phóng xạ cho phát triển kinh tế xã hội	35
Bảng 6. Phân bố nguồn lực VLYK trên thế giới	52

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1. Phân bố số bệnh nhân nhận được dịch vụ xạ trị trên thế giới	26
Hình 2. Liều mắt trái của bác sĩ can thiệp được khảo sát trong 10 tuần	28
Hình 3. Nguồn nhân lực bác sĩ xạ trị, nhân viên VLYK và kỹ thuật viên xạ trị	31
Hình 4. Các chính sách về hạt nhân, lộ trình, kế hoạch và các tài liệu có liên quan trên thế giới	47
Hình 5. Phân bố phơi nhiễm y tế (liều tập thể)	50
Hình 6. Phân bố số người/máy xạ trị tại một số vùng và lãnh thổ trên thế giới ..	51
Hình 7. Phân bố số máy CT /triệu người tại một số vùng và lãnh thổ trên thế giới	51
Hình 8. Phân bố số máy PET & SPECT/triệu người tại một số vùng và lãnh thổ trên thế giới	51
Hình 9. Phân bố nguồn nhân lực trong khoa xạ trị.....	53
Hình 10. Phân bố nguồn nhân lực bác sĩ điện quang và y học hạt nhân tại một số vùng trên thế giới	53

GIẢI THÍCH TỪ NGỮ

Trong Báo cáo này, các từ ngữ dưới đây được hiểu như sau:

Chiếu xạ bao gồm chiếu xạ công nghiệp, soi chiếu và chiếu xạ khác.

Chiếu xạ công nghiệp là chiếu xạ ở quy mô công nghiệp, sử dụng thiết bị gamma hoặc máy gia tốc để khử trùng vật phẩm y tế, sản phẩm nông nghiệp, thủy hải sản; biến tính vật liệu, chế tạo vật liệu mới...

Đột biến phóng xạ (tiếng Anh là Radiation induced mutation hoặc radiation mutation) là sự thay đổi cấu trúc di truyền (DNA) của sinh vật do tác động của bức xạ. Đột biến phóng xạ có thể dẫn đến nhiều hậu quả khác nhau, từ không gây hại đến gây ra các bệnh lý nghiêm trọng như ung thư. Tuy nhiên, cũng có những trường hợp đột biến phóng xạ dẫn đến những thay đổi có lợi trong quá trình tiến hóa của sinh vật. Các đột biến này được ứng dụng trong tạo, chọn giống cây trồng, vi sinh vật mới với các đặc tính hữu ích.

Hệ điều khiển hạt nhân (tiếng Anh là Nuclear Control System, viết tắt là NCS) là hệ thống điều khiển có tích hợp hệ đo hạt nhân để kiểm soát dây chuyền sản xuất. NCS sử dụng nguồn bức xạ để đo độ dày, mật độ, độ ẩm, mức đầy, xác định hàm lượng nguyên tố trong mẫu đo...

Hệ đo hạt nhân (tiếng Anh là Nuclear Gauge, viết tắt là NG) là các máy đo hạt nhân (thiết bị đo hạt nhân) độc lập không tích hợp vào hệ thống điều khiển.

Kiểm tra không phá hủy (viết tắt theo tiếng Anh là NDT) là kiểm tra vật liệu, sản phẩm, hệ thống, v.v., mà không làm thay đổi hay làm mất tính sử dụng của chúng.

Kiểm tra không phá hủy (NDT) là quá trình áp dụng các phương pháp kỹ thuật để kiểm tra vật liệu hoặc sản phẩm mà không làm thay đổi hay mất khả năng sử dụng của chúng nhằm phát hiện, xác định vị trí, kích thước, loại bất liên tục, để đánh giá tính toàn vẹn, chất lượng của sản phẩm.

Kỹ thuật đánh dấu là đưa đồng vị phóng xạ vào dòng chảy, quá trình công nghệ hoặc môi trường; để phát hiện tính liên thông của dòng chảy (ví dụ như trong các giếng khoan), phát hiện nhược điểm của quá trình công nghệ (ví dụ như khuấy, trộn có đều không), phát hiện đặc tính của môi trường (ví dụ như xác định khả năng thẩm thấu, di chuyển của tác nhân)...; không bao gồm sử dụng trong y tế.

Kỹ thuật tiệt sinh côn trùng (Tiếng Anh là Sterile Insect Technique, viết tắt là SIT, là kỹ thuật chiếu xạ gây bất dục ở côn trùng đực với số lượng lớn, sau đó thả vào môi trường để giao phối với con cái hoang dã nhằm hạn chế sự sinh sản, giảm dần số lượng cá thể trong quần thể để kiểm soát côn trùng gây hại.

Kỹ thuật soi chiếu bao gồm soi chiếu công nghiệp và soi chiếu an ninh, kiểm tra hàng hóa trong lĩnh vực hải quan và kiểm tra sản phẩm trong sản xuất công nghiệp.

Kỹ thuật soi chiếu công nghiệp còn được gọi là kỹ thuật soi chùm tia bức xạ (tiếng Anh là Radiation Scanning Technique), là các kỹ thuật dựa trên sự tương tác của chùm tia bức xạ với vật chất để xác định bề dày, mật độ, thành phần vật liệu và

cấu trúc bên trong của đối tượng trong hệ thống công nghiệp. Ví dụ Soi tháp (Column Scan), Soi đường ống (Pipe Scan), chụp cắt lớp vật thể (CT scan)... Nguồn bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ được lắp đặt tạm thời trên vùng cần khảo sát của hệ thống công nghiệp.

Kỹ thuật soi chiếu an ninh, kiểm tra hàng hóa là thiết bị soi chiếu được chế tạo thành một hệ hoàn chỉnh, thường được đặt cố định tại các trạm đo hoặc lắp trên dây chuyền sản xuất. Các hệ máy soi chiếu phổ biến bao gồm soi an ninh, soi hành lý (tại sân bay, ga tàu, cửa khẩu), soi container, chụp cắt lớp kiểm tra sản phẩm...

Ứng dụng bức xạ là ứng dụng năng lượng bức xạ do nguồn bức xạ phát ra và ứng dụng đồng vị phóng xạ.

CHƯƠNG I. TỔNG QUAN

I. TỔNG QUAN VỀ QUY HOẠCH

1. Sự cần thiết lập quy hoạch

Quy hoạch là công cụ quản lý của nhà nước trong việc điều hành phát triển kinh tế - xã hội (KT-XH), nhằm huy động, phân bổ, sử dụng hiệu quả, hợp lý các nguồn lực của quốc gia để phát triển đất nước nhanh và bền vững. Xây dựng quy hoạch là việc xác định không gian phát triển quốc gia trên cơ sở kết nối đồng bộ hệ thống hạ tầng cơ sở, gắn với khai thác có hiệu quả tài nguyên thiên nhiên và các nguồn lực để phát triển KT-XH của quốc gia, phát triển các ngành, các vùng lãnh thổ. Việc xây dựng quy hoạch nhằm đề xuất các quan điểm, mục tiêu phát triển, nhiệm vụ và giải pháp để đẩy nhanh việc thực hiện các khâu đột phá trong chiến lược phát triển KT-XH nói chung cũng như một ngành, một địa phương, hướng tới mục tiêu chung về phát triển bền vững trên các lĩnh vực: KT-XH, môi trường và bảo đảm quốc phòng, an ninh.

Chiến lược ứng dụng Năng lượng nguyên tử (NLNT) vì mục đích hoà bình đến năm 2020, Quy hoạch tổng thể phát triển, ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020 và các Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong các lĩnh vực y tế, TN&MT (TN&MT), nông nghiệp và phát triển nông thôn (NN&PTNT), công nghiệp đã hết hiệu lực, cần có quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT mới cho giai đoạn tiếp theo 2021 - 2030, tầm nhìn 2050. Thực hiện Luật số 35/2018/QH14 ngày 20/11/2018 sửa đổi, bổ sung một số điều của 37 luật có liên quan đến quy hoạch, Nghị định số 41/2019/NĐ-CP của Chính phủ ngày 15/5/2019 quy định chi tiết việc lập, thẩm định, phê duyệt, công bố, thực hiện, đánh giá và điều chỉnh quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT (Nghị định số 41/2019/NĐ-CP), Bộ Khoa học và Công nghệ (KH&CN) đã chủ trì phối hợp với các bộ, ngành liên quan xây dựng nhiệm vụ lập Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn 2050 trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt (Quyết định số 108/QĐ-TTg). Theo đó, có 5 hợp phần quy hoạch để tích hợp vào Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050, bao gồm:

- Hợp phần phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân do Bộ KH&CN tổ chức lập;
- Hợp phần quy hoạch phát triển, ứng dụng bức xạ và đồng vị phóng xạ (BX&ĐVPX) trong ngành y tế do Bộ Y tế tổ chức lập;
- Hợp phần quy hoạch phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT do Bộ TN&MT tổ chức lập;
- Hợp phần quy hoạch phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành nông nghiệp do Bộ NN&PTN tổ chức lập;
- Hợp phần quy hoạch phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành công nghiệp do Bộ Công Thương tổ chức lập.

2. Phạm vi, thời kỳ lập quy hoạch

Phạm vi quy hoạch: Trên toàn bộ lãnh thổ Việt Nam.

Thời kỳ quy hoạch: Quy hoạch được lập cho thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

3. Quan điểm, mục tiêu và nguyên tắc lập quy hoạch

a) Quan điểm lập quy hoạch:

- Phát triển, ứng dụng NLNT phù hợp với năng lực, trình độ, điều kiện phát triển của đất nước và xu hướng phát triển của thế giới, đáp ứng yêu cầu phát triển ngành, lĩnh vực KT-XH;

- Quy hoạch được lập theo hướng tổng thể, tích hợp các hợp phần, bảo đảm tính thống nhất, liên kết có hệ thống giữa các đối tượng của quy hoạch; theo hướng phát triển bền vững, hợp lý giữa phát triển KT-XH và môi trường với phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, phát triển ứng dụng BX&ĐVPX và phát triển nguồn nhân lực;

- Bảo đảm tính linh hoạt, liên ngành, đi trước một bước về phát triển cơ sở hạ tầng và nguồn nhân lực chuyên gia gắn với công nghiệp hóa, bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu, bảo đảm an toàn, an ninh, hợp tác và hội nhập quốc tế.

b) Nguyên tắc lập quy hoạch:

- Bảo đảm tính khoa học, ứng dụng công nghệ hiện đại, tính dự báo, tiết kiệm, tính khách quan, công khai, minh bạch, khả thi trong triển khai, đáp ứng các nhu cầu phát triển, ứng dụng NLNT trong các ngành KT-XH;

- Xây dựng các phương án, định hướng phát triển ứng dụng NLNT phù hợp với khả năng thực tế và nguồn lực của quốc gia; xu thế phát triển và vận động của bối cảnh trong và ngoài nước;

- Bảo đảm tính thị trường, tính mở trong việc huy động các yếu tố, điều kiện phát triển KT-XH của quốc gia cũng như trong xây dựng định hướng, tổ chức không gian phát triển ứng dụng NLNT trong các ngành, lĩnh vực.

c) Mục tiêu lập quy hoạch:

- Tiếp tục hoàn thiện công cụ quản lý nhà nước, khắc phục những thiếu sót, bất cập và hạn chế trong hoạt động quy hoạch thời kỳ trước; nâng cao hiệu lực, hiệu quả hoạt động quản lý nhà nước trong lĩnh vực NLNT;

- Xác định những vấn đề trọng tâm cần giải quyết và các khâu đột phá trong phát triển, ứng dụng NLNT trong từng ngành, lĩnh vực;

- Đề ra định hướng và phương án phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo, chú trọng hiệu quả hoạt động, ứng dụng công nghệ mới, cơ sở vật chất kỹ thuật hiện đại, phát triển nguồn nhân lực.

4. Căn cứ lập quy hoạch

- Luật NLNT số 18/2008/QH12 ngày 03/6/2008;
- Luật Quy hoạch số 21/2017/QH14 ngày 24/11/2017;
- Luật sửa đổi, bổ sung số 35/2018/QH14 ngày 20/11/2018 sửa đổi, bổ sung một số điều của 37 Luật có liên quan đến quy hoạch;
- Nghị định số 41/2019/NĐ-CP ngày 15/5/2019 của Chính phủ quy định chi tiết việc lập, thẩm định, phê duyệt, công bố, thực hiện, đánh giá và điều chỉnh quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT;
- Quyết định số 108/QĐ-TTg ngày 22/01/2021 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt nhiệm vụ lập quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn 2050;
- Thông tư số 09/2022/TT-BKHCN ngày 28/7/2022 của Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành định mức kinh tế - kỹ thuật lập, thẩm định, công bố, điều chỉnh quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT;
- Quyết định số 569/QĐ-TTg ngày 11/5/2022 của Thủ tướng Chính phủ ban hành Chiến lược khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo đến năm 2030;

II. TỔNG QUAN VỀ PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

1. Thông tin cơ bản về nhiệm vụ lập quy hoạch

Theo Quyết định số 108/QĐ-TTg ngày 22/01/2021 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt nhiệm vụ lập Quy hoạch phát triển, ứng dụng năng lượng nguyên tử thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

2. Các phương pháp lập quy hoạch

a) Các phương pháp lập quy hoạch

- Phương pháp điều tra, khảo sát, kiểm tra thực tế; thu thập, phân loại, thống kê, xử lý thông tin;
- Phương pháp phân tích, đánh giá tác động của ứng dụng NLNT trong từng ngành, lĩnh vực đến phát triển KT-XH của địa phương, vùng, cả nước;
- Phương pháp phân tích hệ thống; nguyên nhân và kết quả; chi phí - lợi ích; phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức (SWOT);
- Phương pháp dự báo, xây dựng luận cứ và kịch bản/phương án phát triển; phương pháp mô hình hóa, tối ưu hóa;
- Phương pháp so sánh, tổng hợp, tích hợp quy hoạch trên cơ sở luận cứ và phương án quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng, đào tạo cho từng ngành, lĩnh vực.

b) Quy trình tích hợp quy hoạch

- Khái quát về tích hợp quy hoạch

Theo khoản 10 Điều 3 Luật Quy hoạch năm 2017, “Tích hợp quy hoạch là phương pháp tiếp cận tổng hợp và phối hợp đồng bộ giữa các ngành, lĩnh vực có liên quan đến kết cấu hạ tầng, sử dụng tài nguyên và bảo vệ môi trường trong việc lập quy hoạch trên một phạm vi lãnh thổ xác định nhằm đạt được mục tiêu phát triển cân đối, hài hòa, hiệu quả và bền vững”.

Theo khoản 1 Điều 17 Nghị định số 41/2019/NĐ-CP: “Việc tích hợp quy hoạch được thực hiện theo quy định của pháp luật về quy hoạch có liên quan phù hợp với quy hoạch cần lập, bảo đảm tính thống nhất, đồng bộ, hiệu quả của quy hoạch, không chồng chéo, mâu thuẫn”.

Nguyên tắc, cách thức tích hợp các hợp phần quy hoạch vào quy hoạch, thống nhất về phương pháp luận đã được thực hiện trong quá trình lập quy hoạch, bao gồm hai nội dung cơ bản là “tiếp cận tổng hợp” và “phối hợp đồng bộ giữa các ngành, lĩnh vực” trong việc lập quy hoạch.

Trong quá trình tích hợp quy hoạch, đã tiến hành lồng ghép các nội dung cần thiết vào nội dung vốn có của quy hoạch, nhằm tạo nên một bản quy hoạch hoàn thiện, thống nhất giữa các nội dung liên quan đến nhiều ngành, lĩnh vực khác nhau (các hợp phần quy hoạch), khắc phục được sự chồng chéo, xung đột giữa các quy hoạch khi lập riêng lẻ; để quy hoạch đảm bảo được mục tiêu phát triển cân đối, hiệu quả, bền vững giữa các ngành, vùng lãnh thổ và toàn quốc gia.

Tích hợp quy hoạch đảm bảo sự thống nhất nội tại của quy hoạch và sự tương thích của các nội dung hợp phần được tích hợp vào quy hoạch, mà không thực hiện phép cộng đơn giản các hợp phần quy hoạch hay sự sắp đặt các hợp phần bên cạnh nhau trong bản quy hoạch.

Theo khoản 1 Điều 3 Nghị định số 37/2019/NĐ-CP, ngày 07/5/2019 quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Quy hoạch năm 2017, hợp phần quy hoạch là một nội dung quy hoạch được lập để thực hiện việc tích hợp quy hoạch. Các hợp phần cho Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 (sau đây viết tắt là Quy hoạch), được nêu tại điểm 1.5 khoản 1 Mục I này.

Theo khoản 2 Điều 3 Nghị định số 41/2019/NĐ-CP, “Hợp phần quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT (sau đây gọi tắt là hợp phần quy hoạch) là một nội dung của quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT được lập để thực hiện việc tích hợp quy hoạch.”.

c) Nội dung và kế hoạch tích hợp quy hoạch

- Nội dung “tiếp cận tổng hợp” thể hiện thông qua cách tiếp cận toàn diện, đa chiều, đa lĩnh vực trong công tác lập Quy hoạch. Do đó, cần phải có một cơ sở thông tin dữ liệu chung làm đầu vào cho việc nghiên cứu lập Quy hoạch. Đồng thời, phải có một kết quả đánh giá, dự báo các yếu tố, điều kiện phát triển, hiện trạng phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo quốc phòng an ninh, bảo vệ môi trường; quan điểm, mục tiêu phát triển chung; lựa chọn phương án phát triển chung để làm cơ sở cho việc xây dựng các nội dung Quy hoạch. Bản quy hoạch tích hợp

phản ánh sự hiện diện đan xen lẫn nhau của tất cả các ngành, lĩnh vực liên quan đến KT-XH, quốc phòng - an ninh và bảo vệ môi trường. Khi đó, một sự thay đổi của bất kỳ ngành nào, khu vực nào đều kéo theo sự thay đổi của toàn bộ hệ thống.

- Nội dung “phối hợp đồng bộ” trong việc lập quy hoạch xuất phát từ thực tế có nhiều cơ quan, tổ chức tham gia lập quy hoạch. Mỗi cơ quan, tổ chức được phân công nghiên cứu lập 01 hay một số hợp phần quy hoạch, trong đó có những nội dung cơ sở do cơ quan lập quy hoạch chủ trì phối hợp với các cơ quan, tổ chức liên quan xây dựng.

3. Các công tác đã triển khai

3.1. Tổ chức nghiên cứu, thu thập, phân tích, tổng hợp thông tin, dữ liệu

a) Khảo sát, thu thập thông tin về phát triển, ứng dụng NLNT trong nước

Tổ chức các cuộc điều tra thống kê và khảo sát thực tiễn về hiện trạng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trên toàn quốc đối với các lĩnh vực y tế, công nghiệp, nông nghiệp, TN&MT,.... Công tác điều tra thống kê ứng dụng công nghệ BX&ĐVPX bao gồm các nhiệm vụ chủ yếu sau đây:

- Xác định rõ các đối tượng sẽ tiến hành điều tra, tham vấn ý kiến bao gồm: các chuyên gia trong ngành, các cơ sở bức xạ, doanh nghiệp liên quan, đơn vị nghiên cứu để tiến hành thu thập thông tin qua các mẫu phiếu điều tra. Việc tiến hành điều tra còn được thực hiện thông qua các thông tin, báo cáo thống kê do các cơ quan lý liên quan cung cấp như các Sở KH&CN của các địa phương, Cục ATBX và hạt nhân (ATBXHN), Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam (Viện NLNTVN).

- Căn cứ vào đối tượng điều tra và phạm vi quản lý của các Sở KH&CN, các mẫu phiếu điều tra hiện trạng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX đưa vào quy hoạch đã được thiết kế riêng bao gồm: (i) mẫu điều tra đối với X-quang gửi đến Sở KH&CN của 63 tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương, (ii) mẫu điều tra hiện trạng cơ sở ứng dụng trong y tế, công nghiệp,... gửi Cục ATBXHN; (iii) mẫu phiếu điều tra về hiện trạng và đề xuất nhu cầu nghiên cứu - triển khai, ứng dụng công nghệ bức xạ và kỹ thuật hạt nhân của Viện NLNTVN; (iv) Danh mục các ứng dụng NLNT trong các ngành và mẫu báo cáo đánh giá hiện trạng và khả năng ứng dụng NLNT trong các ngành, lĩnh vực gửi các Bộ lập hợp phần (Bộ Y tế, TN&MT, NN&PTNT, Công Thương). Bên cạnh đó, các phiếu điều tra hiện trạng cũng đã được thiết kế riêng cho đối tượng là cơ sở y tế, doanh nghiệp, đơn vị nghiên cứu và các chuyên gia với cả 2 mục đích điều tra và đi khảo sát thực tế. Mẫu đánh giá này được xây dựng rõ ràng với các hướng dẫn và giải thích chi tiết về từ ngữ cũng như các cấp độ đánh giá năng lực của Việt Nam gắn với loại ứng dụng cụ thể. Lựa chọn các cơ sở điển hình để tiến hành đến điều tra, khảo sát trực tiếp, làm việc với các cơ sở để thu thập thông tin đầy đủ và có ý kiến chuyên gia về xác định năng lực ứng dụng.

- Kết quả điều tra, khảo sát thực tế, các số liệu từ các báo cáo, nhiệm vụ được thu thập, xử lý và tổng hợp theo dạng bảng biểu và đồ thị. Kết quả này cũng

được đưa vào các nội dung nghiên cứu đánh giá phân tích hiện trạng và dự báo nhu cầu phát triển, ứng dụng NLNT, nhu cầu phát triển nguồn nhân lực.

Bên cạnh đó, các báo cáo, nhiệm vụ do Cục NLNT trực thuộc Bộ KH&CN và các cơ quan liên quan đã triển khai trong giai đoạn 2019 đến nay, các ấn phẩm khoa học cũng đã được thu thập làm cơ sở khoa học cho việc xây dựng quy hoạch.

b) Thu thập các thông tin về hiện trạng và xu hướng phát triển trên thế giới

- Những tài liệu hướng dẫn của IAEA về ứng dụng BX&ĐVPX trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, công nghiệp, TN&MT,... các ấn phẩm của IAEA cập nhật tình hình ứng dụng NLNT trên thế giới;

- Các ấn phẩm, báo cáo khoa học của các tổ chức, cá nhân trong các lĩnh vực ứng dụng NLNT;

- Báo cáo của đại diện KH&CN tại 09 nước.

c) Thu thập thông tin các dữ liệu về bối cảnh, các yếu tố trong nước tác động đến phát triển, ứng dụng NLNT

- Những chủ trương, chính sách của Đảng và nhà nước trong các ngành, lĩnh vực liên quan bao gồm các Nghị quyết, kết luận Kết luận của Đảng, Quốc hội, Nghị quyết và Chương trình Kế hoạch của Chính phủ, quy hoạch tổng thể quốc gia, quy hoạch ngành, tỉnh có liên quan đến phát triển KT-XH, bảo vệ môi trường, bảo đảm quốc phòng, an ninh,...

- Những thông tin cần thiết khác: các thông tin đặc thù, có tính chất kỹ thuật chuyên ngành có vai trò quan trọng, quyết định đối với phương án quy hoạch: các dự án lớn, các nguồn lực bên ngoài; các cảnh báo về thiên tai, thảm họa môi trường bên ngoài; tình hình chính trị, an ninh, quốc phòng có tác động đến phát triển của Chính phủ liên quan đến phát triển, ứng dụng NLNT.

3.2. Tổ chức lập quy hoạch

a) Quá trình lập quy hoạch

- Thực hiện Quyết định số 108/QĐ-TTg ngày 22/01/2021 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt nhiệm vụ lập Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050, Bộ KH&CN đã ban hành Kế hoạch tổ chức thực hiện Quyết định số 108/QĐ-TTg (Quyết định số 389/QĐ-BKH&CN ngày 04/3/2021).

- Thực hiện Nghị Quyết số 119/NQ-CP ngày 27/9/2021 của Chính phủ về các nhiệm vụ và giải pháp để nâng cao chất lượng và đẩy nhanh tiến độ lập các quy hoạch thời kỳ 2021-2030, Bộ KH&CN đã khẩn trương phối hợp với các Bộ liên quan xây dựng định mức kinh tế - kỹ thuật lập, thẩm định, công bố, điều chỉnh Quy hoạch (Thông tư số 09/2022/TT-BKH&CN ngày 28/7/2022 ban hành định mức kinh tế - kỹ thuật lập, thẩm định, công bố, điều chỉnh quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT). Trên cơ sở ý kiến góp ý của các Bộ, ngành, Bộ KH&CN đã hoàn thiện và ban hành Quyết định số 2675/QĐ-BKH&CN ngày 29/12/2022 phê duyệt chi tiết nội dung lập Quy hoạch và chi tiết nội dung lập các hợp phần quy hoạch.

- Bộ KH&CN đã chủ trì, phối hợp với các Bộ lập hợp phần (Bộ Y tế, NN&PTNT, Công Thương, TN&MT) lập Quy hoạch theo Nhiệm vụ lập quy hoạch đã được phê duyệt. Tổ chức các hội thảo, xin ý kiến các Bộ, ngành, địa phương, các cơ quan, tổ chức xã hội, cá nhân có liên quan và đăng tải trên cổng thông tin điện tử của Bộ KH&CN.

- Tiếp thu và giải trình ý kiến góp ý để hoàn thiện hồ sơ quy hoạch đủ điều kiện trình Hội đồng thẩm định quy hoạch;

- Báo cáo Thủ tướng Chính phủ thành lập Hội đồng thẩm định quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quyết định số /QĐ-TTg ngày /.../2024).

b) Quá trình tích hợp quy hoạch

Bộ KH&CN đã triển khai việc tích hợp các hợp phần quy hoạch để bảo đảm tính thống nhất, đồng bộ và tính liên ngành, cụ thể:

- Việc tích hợp quy hoạch được thực hiện ngay từ khâu thu thập thông tin, dữ liệu, đánh giá hiện trạng phát triển, đánh giá triển vọng và nhu cầu phát triển và phân bố không gian các ngành, lĩnh vực.

- Các định hướng phát triển lựa chọn trên cơ sở tuân thủ các quan điểm, mục tiêu lập quy hoạch trong Nhiệm vụ lập Quy hoạch đã được Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 108/QĐ-TTg; phù hợp với các quan điểm, mục tiêu phát triển và các định hướng ưu tiên trong quy hoạch tổng thể quốc gia, quy hoạch phát triển các vùng kinh tế, quy hoạch phát triển các cơ sở y tế, quy hoạch phát triển các cơ sở KH&CN công lập.

- Khi có sự chùng chéo, mâu thuẫn giữa định hướng phát triển các ngành, ngành được lựa chọn có lợi ích tổng thể về kinh tế, xã hội, môi trường, quốc phòng, an ninh cao nhất, có khả năng đáp ứng yêu cầu thực tiễn phát triển KT-XH.

- Phát triển ứng dụng NLNT đảm bảo phát triển năng lực nghiên cứu, ứng dụng với tăng cường cơ sở vật chất, phòng thí nghiệm của các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo; phát triển nguồn nhân lực.

Trong quá trình lập quy hoạch, luôn có sự trao đổi thường xuyên, liên tục giữa cơ quan lập quy hoạch và các cơ quan lập hợp phần quy hoạch, cơ quan tư vấn với các Bộ, ngành liên quan.

CHƯƠNG II. RÀ SOÁT, ĐÁNH GIÁ QUY HOẠCH THỜI KỲ TRƯỚC

I. Phân tích, đánh giá tình hình và kết quả thực hiện quy hoạch thời kỳ trước

1. Kết quả thực hiện các quy hoạch thời kỳ trước trong lĩnh vực NLNT

Luật NLNT năm 2008 quy định quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT bao gồm Quy hoạch tổng thể và 07 Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng NLNT cho từng lĩnh vực cụ thể. Nghị định số 07/2010/NĐ-CP ngày 25/01/2010 quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật NLNT (Nghị định số 07/2010/NĐ-CP) quy định thêm quy hoạch mạng lưới quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường (QT&CBPXMT) quốc gia. Như vậy, theo Luật NLNT và Nghị định 07/2010/NĐ-CP, có tổng số 09 Quy hoạch cần được xây dựng và trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt.

Chiến lược ứng dụng NLNT vì mục đích hoà bình đến năm 2020 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 01/2006/QĐ-TTg ngày 03/01/2006. Triển khai thực hiện Chiến lược và Luật NLNT, Quy hoạch tổng thể phát triển, ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020 đã được Bộ KH&CN chủ trì, phối hợp xây dựng, trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 957/QĐ-TTg ngày 24/6/2010. Quy hoạch tổng thể đã phân công trách nhiệm cho các Bộ xây dựng, trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt 04 Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ, Quy hoạch phát triển điện hạt nhân, Quy hoạch địa điểm chôn cất, lưu giữ chất thải phóng xạ, Quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ và 02 Đề án phục vụ phát triển điện hạt nhân, 05 Đề án đồng thời là giải pháp thực hiện Quy hoạch tổng thể.

Các quy hoạch thực hiện Luật NLNT năm 2008 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt gồm có: Quy hoạch tổng thể và 06 Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong các ngành, lĩnh vực. Ngoài ra, theo Nghị định số 07/2010/NĐ-CP, Quy hoạch mạng lưới quan trắc và cảnh báo phóng xạ quốc gia đến năm 2020 cũng đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt. Danh sách các quy hoạch thời kỳ trước cần được rà soát, đánh giá, bao gồm:

- Quy hoạch tổng thể phát triển, ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020 (Quyết định số 957/QĐ-TTg ngày 24/6/2010);

- Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong y tế đến năm 2020 (Quyết định số 1958/QĐ-TTg ngày 04/11/2011);

- Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong nông nghiệp đến năm 2020 (Quyết định số 775/QĐ-TTg ngày 02/6/2010);

- Quy hoạch chi tiết phát triển ứng dụng bức xạ trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác đến năm 2020 (Quyết định số 127/QĐ-TTg ngày 20/01/2011);

- Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường đến năm 2020 (Quyết định số 899/QĐ-TTg ngày 10/6/2011);

- Định hướng quy hoạch phát triển điện hạt nhân ở Việt Nam giai đoạn đến năm 2030 (Quyết định số 906/QĐ-TTg ngày 17/6/2010);

- Định hướng quy hoạch địa điểm lưu giữ, chôn cất chất thải phóng xạ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quyết định số 2376/QĐ-TTg ngày 28/12/2010);

- Quy hoạch mạng lưới quan trắc và cảnh báo phóng xạ quốc gia đến năm 2020 (Quyết định số 1636/QĐ-TTg ngày 31/8/2010);

Các đề án, kế hoạch đồng thời là giải pháp thực hiện Quy hoạch tổng thể đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt và triển khai thực hiện bao gồm:

- Đề án “Đào tạo và phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT” (Quyết định số 1558/QĐ-TTg ngày 18/8/2010);

- Đề án “Triển khai biện pháp bảo đảm an ninh trong lĩnh vực NLNT” (Quyết định số 450 /QĐ-TTg ngày 25/3/2011);

- Đề án “Tăng cường năng lực nghiên cứu - triển khai và hỗ trợ kỹ thuật phục vụ phát triển ứng dụng NLNT và bảo đảm an toàn, an ninh” (Quyết định số 265/QĐ-TTg ngày 05/03/2012);

- Đề án thông tin, tuyên truyền về phát triển điện hạt nhân ở Việt Nam đến năm 2020 (Quyết định số 370 /QĐ-TTg ngày 28/2/2013);

- Kế hoạch tổng thể phát triển cơ sở hạ tầng điện hạt nhân đến năm 2020 (Quyết định số 2241/QĐ-TTg ngày 12/12/2014);

- Kế hoạch đào tạo, bồi dưỡng nhân lực quản lý nhà nước, nghiên cứu - triển khai và hỗ trợ kỹ thuật đến năm 2020 phục vụ phát triển điện hạt nhân (Quyết định số 1756/QĐ-TTg ngày 15/10/2015).

Luật Quy hoạch năm 2017 quy định trong lĩnh vực NLNT chỉ có 03 quy hoạch bao gồm: Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT, Quy hoạch phát triển điện hạt nhân và Quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ, trong đó Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT là quy hoạch có tính chất kỹ thuật, chuyên ngành được quy định tại Phụ lục 2. Việc lập, thẩm định, phê duyệt và điều chỉnh quy hoạch có tính chất kỹ thuật, chuyên ngành được thực hiện theo quy định của pháp luật có liên quan.

Ngày 20/11/2018, Luật số 35/2018/QH14 về sửa đổi, bổ sung một số điều của 37 luật có liên quan đến quy hoạch đã được Quốc hội phê duyệt. Tại khoản 2 Điều 15 Luật số 35, nội dung Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT bao gồm: “Quan điểm phát triển, ứng dụng NLNT; mục tiêu tổng quát, chỉ tiêu chung phát triển, ứng dụng NLNT đối với phát triển, ứng dụng bức xạ và đồng vị phóng xạ, phát triển điện hạt nhân, thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ; mục tiêu cụ thể phát triển, ứng dụng NLNT trong các ngành y tế, khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản, bảo vệ môi trường, nông nghiệp, công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác; định hướng phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo; giải pháp, nguồn lực thực hiện”.

Thực hiện quy định tại khoản 2 Điều 15 Luật số 35, Bộ KH&CN đã chủ trì phối hợp với các Bộ Y tế, NN&PTNT, TN&MT, Công Thương và các bộ, ngành, địa phương liên quan xây dựng và trình Chính phủ ban hành Nghị định số 41/2019/NĐ-CP. Theo quy định tại khoản 3 Điều 3 Nghị định số 41/2019/NĐ-CP, các hợp phần của Quy hoạch phát triển ứng dụng NLNT bao gồm 4 hợp phần quy hoạch phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành y tế, TN&MT, nông nghiệp, công nghiệp và các hợp phần quy hoạch khác được xác định trong giai đoạn lập nhiệm vụ lập quy hoạch.

Do đó, căn cứ quy định tại khoản 2 Điều 15 Luật số 35 về nội dung của Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT và căn cứ quy định tại Nghị định số 41/2019/NĐ-CP, việc rà soát, đánh giá tổng quan quy hoạch thời kỳ trước phục vụ xây dựng Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 sẽ phải bao gồm việc rà soát, đánh giá Quy hoạch tổng thể phát triển, ứng dụng NLNT đến năm 2020, các quy hoạch chi tiết, các đề án, kế hoạch triển khai Quy hoạch tổng thể và các đề án, kế hoạch đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt trong lĩnh vực NLNT giai đoạn đến 2020 theo danh sách đã trình bày trên đây.

1.1. Tổng quan kết quả thực hiện 04 quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong các lĩnh vực KT-XH

Triển khai các quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, TN&MT, công nghiệp và các ngành kinh tế kỹ thuật khác đã thu được nhiều kết quả có giá trị khoa học và thực tiễn trên nhiều lĩnh vực.

Trong lĩnh vực y tế, đã đạt được nhiều thành tựu trong khám chữa bệnh sử dụng các trang thiết bị, kỹ thuật chẩn đoán và điều trị hiện đại bằng y học hạt nhân. Hình thành và phát triển mạng lưới các cơ sở y học hạt nhân, xạ trị và điện quang và được trang bị các thiết bị hiện đại như: IMRT, IGRT, PET/CT,... Các đồng vị phóng xạ và dược chất phóng xạ sản xuất trong nước từ lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt và các máy gia tốc cyclotron đáp ứng khoảng 60% nhu cầu trong nước, phần còn lại phải nhập khẩu.

Trong lĩnh vực TN&MT, ứng dụng BX&ĐVPX đã thu được những kết quả nhất định trong thăm dò, đánh giá tài nguyên urani, tài nguyên nước, dự báo và phòng ngừa thiên tai, bảo vệ môi trường. Ngoài ra, trong lĩnh vực an ninh, hải quan, việc đầu tư, ứng dụng các trang thiết bị bức xạ soi chiếu an ninh - hải quan, đặc biệt là đầu tư các máy gia tốc soi container tại một số sân bay, cảng biển, cửa khẩu đã đóng góp quan trọng cho ngành hải quan, hàng không trong việc đẩy mạnh thông quan và kiểm soát an ninh, xuất nhập khẩu hàng hóa.

Trong lĩnh vực nông nghiệp đã có những thành tựu đáng kể trong chọn tạo giống cây trồng bằng phương pháp đột biến, đặc biệt là các giống lúa, đậu tương, năm 2014 Việt Nam được IAEA đánh giá là quốc gia đứng thứ tám thế giới trong lĩnh vực nghiên cứu đột biến tạo giống. Xử lý chiếu xạ kiểm soát côn trùng, bảo quản thực phẩm và các sản phẩm nông nghiệp khác cũng được ứng dụng rộng rãi, góp phần đảm bảo an toàn thực phẩm và hỗ trợ xuất khẩu nông sản.

Trong lĩnh vực công nghiệp, ứng dụng BX&ĐVPX đã góp phần trực tiếp phục vụ nhu cầu sản xuất trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật quan trọng như dầu khí, điện lực, hóa chất, giao thông, xây dựng. Ngoài ra, trong lĩnh vực an ninh, hải quan, việc đầu tư, ứng dụng các trang thiết bị bức xạ soi chiếu an ninh - hải quan, đặc biệt là đầu tư các máy gia tốc soi container tại một số sân bay, cảng biển, cửa khẩu đã đóng góp quan trọng cho ngành hải quan, hàng không trong việc đẩy mạnh thông quan và kiểm soát an ninh, xuất nhập khẩu hàng hóa. Theo báo cáo của Bộ Công Thương tháng 12/2020, Bộ Công Thương đã chủ trì, phối hợp tiếp tục thực hiện Đề án “Phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp đến năm 2020” thuộc Kế hoạch tổng thể thực hiện Chiến lược ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020. Tuy nhiên, các hoạt động chưa tập trung vào việc triển khai các nhiệm vụ của Quy hoạch chi tiết phát triển ứng dụng bức xạ trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác đến năm 2020 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt từ tháng 01/2011.

1.2. Tổng quan kết quả phát triển cơ sở hạ tầng năng lượng hạt nhân, thăm dò khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ

- Về phát triển cơ sở hạ tầng năng lượng hạt nhân

Trong giai đoạn 2009-2016, các Bộ, ngành đã tiến hành nhiều hoạt động phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân phục vụ triển khai Nghị quyết của Quốc hội số 41/2009/NQ-QH12 ngày 25/11/2009 về chủ trương đầu tư dự án điện hạt nhân Ninh Thuận. Kết quả chủ yếu về phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân được tóm tắt như sau:

Trong giai đoạn 2009-2014, Bộ KH&CN đã phối hợp với IAEA và các cơ quan liên quan tổ chức 3 Đoàn công tác đánh giá tích hợp cơ sở hạ tầng hạt nhân (INIR) để phân tích tình hình và đưa ra các khuyến cáo, đề xuất cho công tác phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân của Việt Nam. Trên cơ sở nghiên cứu thực tiễn phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân của Việt Nam, các tài liệu hướng dẫn và các khuyến cáo của IAEA, Bộ KH&CN đã chủ trì, phối hợp các Bộ, ngành liên quan hoàn thiện Kế hoạch tổng thể phát triển cơ sở hạ tầng ĐHN giai đoạn đến năm 2020 trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt (Quyết định số 2241/QĐ-TTg ngày 11/12/2014).

Triển khai Kế hoạch tổng thể, các Bộ, ngành, địa phương đã thực hiện nhiều nhiệm vụ được giao, một số văn bản đã được trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt như Kế hoạch đào tạo, bồi dưỡng nhân lực quản lý nhà nước, nghiên cứu - triển khai và hỗ trợ kỹ thuật đến năm 2020 phục vụ phát triển ĐHN (Quyết định số 1756/QĐ-TTg ngày 15/10/2015); Kế hoạch ứng phó sự cố bức xạ và hạt nhân cấp quốc gia (Quyết định số 884/QĐ-TTg ngày 16/6/2017); Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi Dự án Trung tâm Nghiên cứu khoa học và công nghệ hạt nhân. Báo cáo Dự án đầu tư (FS) và Hồ sơ phê duyệt địa điểm (SAD) đối với các Dự án Nhà máy điện hạt nhân (NMDHN) Ninh Thuận 1 và Ninh Thuận 2 đã được các tư vấn hoàn thành và giao nộp cho Ban quản lý dự án ĐHN Ninh Thuận để EVN trình thẩm định. Đồng thời, các dự án thành phần như đào tạo nguồn nhân lực; hạ tầng

phục vụ thi công; khu quản lý vận hành, khu chuyên gia, trụ sở của Ban quản lý dự án ĐHN Ninh Thuận; Trung tâm Quan hệ công chúng cũng đã được triển khai. Trên cơ sở tiến độ triển khai Dự án ĐHN Ninh Thuận, Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011 - 2020 có xét đến năm 2030 đã được điều chỉnh tại Quyết định số 428/QĐ-TTg ngày 18/3/2016 của Thủ tướng Chính phủ, trong đó lùi thời gian đưa tổ máy ĐHN đầu tiên vào vận hành đến năm 2028.

Trước tình hình phát triển kinh tế vĩ mô của Việt Nam, ngày 22/11/2016, Quốc hội đã ban hành Nghị Quyết số 31/2016/QH14 về việc dừng thực hiện chủ trương đầu tư Dự án ĐHN Ninh Thuận. Công tác phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân trong giai đoạn qua đã đạt được nhiều kết quả trên các lĩnh vực như xây dựng hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, đào tạo và phát triển nguồn nhân lực, lựa chọn địa điểm, nghiên cứu công nghệ và an toàn NMDHN...

Trong những năm gần đây, triển khai Kế hoạch tổng thể 2241, Kế hoạch ứng phó sự cố bức xạ và hạt nhân cấp quốc gia, công tác chuẩn bị cho Dự án Trung tâm Nghiên cứu KH&CN hạt nhân tiếp tục được thực hiện. Năm 2018, Bộ KH&CN đã phối hợp với IAEA tổ chức đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân tích hợp cho lò phản ứng nghiên cứu mới.

- Về thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ

Thực hiện Chiến lược, Quy hoạch tổng thể ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020 và Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường đến năm 2020, Bộ TN&MT đã đạt được một số kết quả nhất định trong việc triển khai thăm dò quặng urani khu Pà Lừa - Pà Rông, huyện Nam Giang, tỉnh Quảng Nam và đánh giá tiềm năng urani Việt Nam, cụ thể như sau:

- Hoàn thành Đề án thăm dò quặng urani khu Pà Lừa - Pà Rông, Nam Giang, Quảng Nam và cơ bản đã đạt được mục tiêu tài nguyên, trữ lượng đã đặt ra. Bộ TN&MT cũng đã thực hiện công tác bảo vệ môi trường thuộc đề án nêu trên. Kết quả công tác nghiên cứu môi trường phóng xạ giai đoạn trước và trong quá trình hoạt động thăm dò cho thấy không có tác động ảnh hưởng đến môi trường và khu dân cư vùng lân cận, môi trường sinh thái khu vực thăm dò được đảm bảo an toàn.

- Đề án Đánh giá tiềm năng urani Việt Nam: Đến nay, Đề án đã hoàn thành mục tiêu, nhiệm vụ công tác điều tra, khảo sát thực địa tiềm năng urani tỷ lệ 1/1.000.000 và diện tích nghiên cứu tỷ lệ 1/200.000 theo đề cương được phê duyệt. Trên cơ sở đó đã khoanh định một số cấu trúc có tiềm năng sinh khoáng urani, đã lựa chọn 01 diện tích có triển vọng để đánh giá ở tỷ lệ 1/25.000. Đề án đã được xem xét, điều chỉnh để kết thúc trong năm 2019, theo đó sẽ đề xuất không tiến hành tiếp việc điều tra ở tỷ lệ 1:25.000 và 1:10.000 ở các vùng chi tiết.

1.3. Về tăng cường tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

- Về tăng cường tiềm lực KH&CN hạt nhân

Ngày 05/3/2012, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 265/QĐ-TTg về việc phê duyệt Đề án "Tăng cường năng lực nghiên cứu-triển khai và hỗ trợ kỹ thuật phục vụ phát triển ứng dụng NLNT và bảo đảm an toàn, an ninh" với nội dung và mục tiêu chính như: Xây dựng chương trình nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ trong lĩnh vực NLNT; Phát triển Viện NLNTVN; Xây dựng hệ thống cấp cứu và điều trị bệnh nhiễm xạ. Viện NLNTVN đã xây dựng Dự thảo Kế hoạch triển khai Đề án 265 giai đoạn đến năm 2020 với các dự án quan trọng cần tập trung thực hiện như: Xây dựng Trung tâm KH&CN hạt nhân với lò phản ứng nghiên cứu mới công suất cao (hợp tác với Liên bang Nga); Xây dựng Viện nghiên cứu ứng dụng hạt nhân tại Đà Nẵng; Xây dựng Máy gia tốc cyclotron 13MeV và dây chuyền sản xuất đồng vị phóng xạ,... Dự án xây dựng Trung tâm KH&CN hạt nhân với lò phản ứng nghiên cứu mới công suất cao (hợp tác với Liên bang Nga) đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt chủ trương đầu tư. Hiện nay, Bộ KH&CN đang chuẩn bị hoàn thiện hồ sơ phê duyệt dự án đầu tư.

- Về đào tạo nguồn nhân lực

Trong giai đoạn 2010-2016, công tác đào tạo, bồi dưỡng nhân lực được thực hiện thông qua Đề án "Đào tạo và phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT" (Quyết định 1558/QĐ-TTg ngày 18/8/2010), Dự án "Đào tạo nguồn nhân lực cho các dự án NMDHN tại tỉnh Ninh Thuận" trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt theo Quyết định số 584/QĐ-TTg ngày 11/4/2013 và Kế hoạch đào tạo, bồi dưỡng nhân lực quản lý nhà nước, nghiên cứu - triển khai và hỗ trợ kỹ thuật phục vụ phát triển ĐHN đến năm 2020 (Quyết định số 1756/QĐ-TTg ngày 15/10/2015). Việc triển khai các đề án, dự án, kế hoạch đã có những kết quả nhất định góp phần đào tạo nhân lực về ĐHN; bồi dưỡng nhân lực quản lý nhà nước, nghiên cứu - triển khai và hỗ trợ kỹ thuật của Bộ KH&CN và các bộ, ngành, địa phương liên quan phục vụ phát triển ĐHN.

- Về bảo đảm an toàn, an ninh

Để bảo đảm an toàn, an ninh cho các cơ sở bức xạ, cơ sở hạt nhân, cùng với việc hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật; kiện toàn và tăng cường hệ thống quản lý nhà nước là việc đẩy mạnh các hoạt động quản lý nhà nước, trong đó các hoạt động chính là cấp giấy phép, thanh tra, hỗ trợ kỹ thuật. Hệ thống các văn bản quy phạm pháp luật liên quan về an ninh và thanh sát hạt nhân đã được xây dựng, ban hành tương đối hoàn chỉnh, phục vụ hiệu quả cho hoạt động quản lý nhà nước về an ninh và thanh sát hạt nhân của quốc gia.

Văn bản quy phạm pháp luật trong lĩnh vực an toàn hạt nhân đối với lò nghiên cứu nói chung và lò phản ứng nghiên cứu Đà Lạt nói riêng còn rất thiếu. Do vậy, việc quản lý an toàn lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt còn gặp nhiều khó khăn. Tuy nhiên, công tác quản lý đối với Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt được xác định là một trong những nhiệm vụ trọng tâm, các hoạt động cấp phép, thẩm định, thanh tra đã được triển khai một cách đều đặn, thường xuyên theo khuyến cáo của IAEA.

Đối với hoạt động hỗ trợ kỹ thuật an toàn bức xạ, hạt nhân, năng lực hỗ trợ kỹ thuật về ATBX và ứng phó sự cố của Cục ATBXHN từng bước được hoàn thiện. Cùng với việc hỗ trợ kỹ thuật cho thẩm định để cấp giấy phép, thanh tra, kiểm tra, đơn vị hỗ trợ kỹ thuật, Cục ATBXHN còn thực hiện các nhiệm vụ kiểm xạ, đo liều, tham gia ứng phó sự cố, tư vấn xây dựng kế hoạch ứng phó sự cố, diễn tập ứng phó sự cố và đào tạo nhân viên bức xạ, người phụ trách ATBX theo yêu cầu của cơ sở.

- Về quản lý chất thải phóng xạ, nguồn phóng xạ và nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng

Hiện tại trong toàn quốc có 2 cơ sở quản lý chất thải phóng xạ tại Viện Nghiên cứu hạt nhân và Viện Công nghệ xạ hiếm. Đối với nguồn phóng xạ đã qua sử dụng trong cả nước có một số cơ sở lưu giữ tập trung sau: Viện Nghiên cứu hạt nhân, Viện Khoa học kỹ thuật hạt nhân, Trung tâm Hạt nhân TP. Hồ Chí Minh, Trung tâm NDE, Liên đoàn địa chất xạ hiếm, Liên đoàn dầu khí Việt-Sô, Một số nhà máy xi măng. Các cơ sở này đã được cấp giấy phép và định kỳ được thanh tra của Cục ATBXHN thực hiện. Tổng số nguồn phóng xạ được lưu giữ tại các cơ sở này là khoảng 1.000 nguồn. Ngoài ra một số lượng không nhỏ các nguồn phóng xạ các cơ sở lưu giữ tại cơ sở tiềm ẩn nguy cơ mất an ninh nguồn phóng xạ (khoảng 1.000 nguồn). Về nhiên liệu đã qua sử dụng, sau khi chuyển đổi toàn bộ nhiên liệu cho Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt từ nhiên liệu có độ làm giàu cao (HEU) sang nhiên liệu có độ làm giàu thấp (LEU) đã sinh ra 106 bó nhiên liệu hạt nhân có độ giàu cao đã qua sử dụng (loại VVR-M2 có độ giàu cao). Tháng 7/2013, toàn bộ 106 bó nhiên liệu đã cháy HEU (VVR-M2) đã được chuyển trả về Nga.

- Về QT&CBPXMT

Ngày 31/8/2010, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 1636/QĐ-TTg phê duyệt “Quy hoạch mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia đến năm 2020” với mục tiêu xây dựng mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia nằm trong mạng lưới quan trắc môi trường quốc gia. Ngày 30/12/2010, Bộ KH&CN đã ban hành Thông tư 27/2010/TT-BKH&CN về hướng dẫn xây dựng, quản lý mạng lưới QT&CBPXMT và Thông tư 16/2013/TT-BK&CN ngày 30/7/2013 về “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Mạng lưới quan trắc và cảnh báo phóng xạ quốc gia”.

Đến nay, Mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia đã dần được hình thành với Trạm điều hành và trạm vùng tại Hà Nội được đặt ở Viện Khoa học và kỹ thuật hạt nhân, các thiết bị online đo phóng xạ đã được lắp đặt tại 11 trạm địa phương. Hàng năm công tác cập nhật và bổ sung số liệu quan trắc phóng xạ môi trường tại các trạm được thực hiện nhanh chóng và chính xác, bảo đảm kịp thời phát hiện diễn biến bất thường về bức xạ trên lãnh thổ Việt Nam và hỗ trợ việc chủ động ứng phó sự cố bức xạ, sự cố hạt nhân. Hiện nay, Viện NLNTVN cùng với Cục ATBXHN là đầu mối tham gia thực hiện Dự án hỗ trợ các nước ASEAN thiết lập mạng lưới quan trắc, cảnh báo sớm phóng xạ khu vực ASEAN và tăng cường mạng lưới quốc gia giai đoạn 2020 - 2021 (được gia hạn đến tháng 4/2025) trong khuôn khổ hợp tác giữa các Cơ quan pháp quy hạt nhân khu vực Đông Nam Á

(ASEANTOM) và Ủy ban Châu Âu (EC). Song song với đó, các nghiên cứu đánh giá khả năng phát tán và ảnh hưởng của phóng xạ từ các NMĐHN gần biên giới Việt Nam cũng được Viện NLNTVN tổ chức thực hiện.

2. Những tồn tại, hạn chế và nguyên nhân

2.1. Về phát triển ứng dụng BX&ĐVPX

Trong y tế: Một số nhiệm vụ và mục tiêu đặt ra trong Chiến lược, Quy hoạch tổng thể cũng như trong Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong y tế đến năm 2020 cơ bản chưa thực hiện được do mục tiêu đặt ra không tương xứng với năng lực thực tế và giải pháp, nguồn lực đầu tư trong bối cảnh cạnh tranh ưu thế của các doanh nghiệp nước ngoài trong lĩnh vực trang thiết bị công nghệ cao ứng dụng NLNT trong y tế (ngoài một số thành công bước đầu về nghiên cứu, chế tạo trong nước các thiết bị X-quang kỹ thuật số dùng trong y tế), bao gồm:

- Sản xuất thiết bị y tế và thiết bị hỗ trợ cho các trung tâm và khoa y học hạt nhân, xạ trị và điện quang;

- Nghiên cứu và phát triển các thiết bị y tế công nghệ cao như máy gia tốc, máy SPECT, các thiết bị mô phỏng, máy cộng hưởng từ và thiết bị laser;

- Xây dựng năng lực bảo dưỡng, sửa chữa và chế tạo một số chủng loại thiết bị ghi đo hạt nhân, thiết bị laser và máy gia tốc;

- Thành lập Trung tâm Y học hạt nhân trung ương tại Bệnh viện Bạch Mai, Trung tâm Điện quang trung ương tại Bệnh viện Bạch Mai, Trung tâm Xạ trị trung ương tại Bệnh viện K, Viện Y học bức xạ trung ương trực thuộc Bộ Y tế, Trung tâm y tế ứng phó sự cố bức xạ, hạt nhân tại Viện Y học phóng xạ và ung bướu quân đội,...

- Công tác đào tạo chuyên ngành về y học hạt nhân, xạ trị và sản xuất dược chất phóng xạ trên thiết bị máy gia tốc, trong đó có đào tạo chuyên ngành VLYK còn nhiều bất cập cần khắc phục.

Chỉ có khoảng 40% các tỉnh có khoa xạ trị và 33% các tỉnh có khoa y học hạt nhân bằng ½ chỉ tiêu đặt ra trong quy hoạch chi tiết chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong y tế đến năm 2020 (80% tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương có cơ sở y học hạt nhân và cơ sở ung bướu có thiết bị xạ trị). Thiết bị được đầu tư rất hiện đại, tuy nhiên hiệu suất sử dụng thiết bị chưa được như mong muốn, bệnh nhân vẫn tập trung vào một số bệnh viện lớn ở Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh.

Trong công nghiệp và các ngành kinh tế kỹ thuật khác: Mới chú trọng và có những kết quả bước đầu trong hoạt động nghiên cứu - triển khai và một số kết quả trong lĩnh vực chiếu xạ công nghiệp sản phẩm hoa quả, thủy hải sản xuất khẩu (chủ yếu do các doanh nghiệp tư nhân đầu tư dự án). Chưa có các dự án đầu tư cho phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong các lĩnh vực công nghiệp được triển khai trực tiếp từ Quy hoạch chi tiết phát triển ứng dụng bức xạ trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác đến năm 2020, trong khi đó các lĩnh vực công nghiệp có độ tăng trưởng đáng kể và có nhu cầu ứng dụng công nghệ BX&ĐVPX.

Một số mục tiêu, chỉ tiêu đặt ra tại quy hoạch chưa thực hiện được như tỷ lệ nội địa hóa thiết bị NDT là 25% vào giai đoạn 2016-2020.

Trong quy hoạch chi tiết phát triển ứng dụng bức xạ trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác đến năm 2020 chưa có nội dung, nhiệm vụ về phát triển, ứng dụng bức xạ trong lĩnh vực soi chiếu an ninh - hải quan, trong khi đây là lĩnh vực có ứng dụng hiệu quả, nhiều tiềm năng, triển vọng phát triển trong tương lai. Hiện cả nước có 5 Cục Hải quan địa phương đã được trang bị tổng số 11 máy gia tốc soi container, đem lại hiệu quả cao trong việc đẩy nhanh thủ tục thông quan hàng hóa, phòng chống buôn lậu, trốn thuế hoặc vận chuyển ma túy, vũ khí, chất phóng xạ.... Từ thực tiễn ứng dụng hiệu quả và triển vọng phát triển ứng dụng bức xạ trong lĩnh vực soi chiếu an ninh - hải quan, bao gồm ứng dụng công nghệ máy gia tốc tiên tiến, cần được xây dựng định hướng phát triển hướng ứng dụng này và tích hợp vào quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030.

Trong TN&MT: Phát triển, ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường chưa được thực hiện đồng bộ, thiếu đầu tư cho trang thiết bị và đào tạo nhân lực, thiếu sự liên kết, phối hợp chặt chẽ với các ngành khoa học, công nghệ khác để khai thác thế mạnh, đạt hiệu quả ứng dụng cao. Một số nhiệm vụ, đề án đã được triển khai có kết quả, tuy nhiên nguồn kinh phí được cấp còn chưa tương xứng với nhiệm vụ và kế hoạch, tiến độ đặt ra. Hơn nữa, nhiều ứng dụng NLNT mới để kiểm soát ô nhiễm, nghiên cứu và ứng dụng phó biến đổi khí hậu chưa thể triển khai.

Trong nông nghiệp: Việc ứng dụng NLNT trong nông nghiệp ở Việt Nam giai đoạn qua đã đạt được những kết quả đáng kể trong chọn tạo giống đột biến, chiếu xạ kiểm dịch nông sản, thủy sản xuất khẩu. Tuy nhiên việc nghiên cứu ứng dụng NLNT trong những lĩnh vực như bảo vệ thực vật (chẳng hạn như kỹ thuật SIT gây bất dục ruồi hại quả thanh long), nông hóa, thổ nhưỡng, dinh dưỡng cây trồng, sức khỏe vật nuôi,... chưa được quan tâm đầu tư và hợp tác; Một số chỉ tiêu đặt ra trong quy hoạch chưa đạt được do không tương xứng với năng lực và giải pháp đầu tư thực hiện, chưa giao nhiệm vụ cụ thể cho đơn vị thực hiện. Một số chỉ tiêu phát triển chưa được xem xét kỹ về tính khả thi, chẳng hạn như đến năm 2020, xây dựng 2 Trung tâm nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong chọn tạo giống cây trồng; xây dựng được 10 phòng thí nghiệm ứng dụng BX&ĐVPX phục vụ nghiên cứu; xây dựng 2-3 nhà máy sản xuất côn trùng tiết sinh; xây dựng 9-12 cơ sở chiếu xạ nguồn gamma ^{60}Co quy mô công nghiệp hoàn chỉnh phục vụ chiếu xạ bảo quản, kiểm dịch và vệ sinh an toàn nông sản, thực phẩm được đưa ra trong quy hoạch chi tiết.

2.2. Về phát triển cơ sở hạ tầng năng lượng hạt nhân, thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ

Công tác phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân trong giai đoạn qua đã đạt được nhiều kết quả trên các lĩnh vực như xây dựng hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, đào tạo và phát triển nguồn nhân lực, lựa chọn địa điểm, nghiên cứu công

nghe và an toàn NMDHN,... Tuy nhiên, vẫn cần triển khai một khối lượng công việc lớn để hoàn thiện cơ sở hạ tầng hạt nhân cho Dự án Trung tâm KH&CN hạt nhân.

Đối với công tác thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ: Theo quy định tại Khoản 4 Điều 15 Luật sửa đổi, bổ sung một số Điều của 37 Luật có liên quan đến quy hoạch 2018 thì quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ là quy hoạch ngành quốc gia, định hướng dài hạn và xác định các mục tiêu cụ thể cho hoạt động thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ. Quy hoạch này được giao cho Bộ Công Thương tổ chức xây dựng trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt theo quy định của pháp luật về quy hoạch, pháp luật về khoáng sản và pháp luật về NLNT. Tuy nhiên, cho đến nay, Bộ Công Thương vẫn chưa triển khai xây dựng vì chưa có kết quả về đánh giá tiềm năng tài nguyên urani.

2.3. Về tăng cường tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

Về tăng cường tiềm lực KH&CN hạt nhân: các nghiên cứu ứng dụng BX&ĐVPX đã đạt được nhiều kết quả trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, công nghiệp, TN&MT. Tuy nhiên vẫn còn ít các đề xuất nghiên cứu mới có tính chất đột phá, có triển vọng ứng dụng hiệu quả và có khả năng phát triển tiềm lực KH&CN. Việc thương mại hóa các sản phẩm, thiết bị từ kết quả nghiên cứu còn nhiều hạn chế do những lý do khách quan từ thị trường và do đầu tư hoàn thiện công nghệ chưa đạt ngưỡng, thiếu sự liên kết thường xuyên với các doanh nghiệp, cơ sở ứng dụng. Hiện nay, vẫn chưa tiến hành các đánh giá tác động, hiệu quả của chương trình, đề tài, nhiệm vụ KH&CN đã được nghiệm thu trong giai đoạn 2010 - 2020 đối với phát triển KH&CN và đóng góp cho phát triển KT-XH. Sơ bộ đánh giá cho thấy việc hình thành các nhóm nghiên cứu mới còn hiếm, một số nhóm nghiên cứu có nguy cơ suy giảm về lực lượng rõ rệt. Chưa thực sự gắn kết giữa chương trình nghiên cứu - triển khai với đầu tư trang thiết bị, đào tạo nguồn nhân lực, đặc biệt là việc xây dựng đội ngũ chuyên gia; chưa có một chương trình nghiên cứu KH&CN cho lĩnh vực NLNT.

Về đào tạo nguồn nhân lực: Trong thời gian qua, công tác phát triển nguồn nhân lực đã được Bộ KH&CN, Bộ GD&ĐT phối hợp với các bộ, ngành liên quan triển khai thực hiện thông qua các đề án được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt và đạt được kết quả nhất định. Tuy đã có định hướng rất rõ ràng về phát triển đào tạo nguồn nhân lực hạt nhân là cần tập trung vào mục tiêu chất lượng cao, đào tạo nguồn nhân lực có chất lượng tốt về chuyên môn và kỹ thuật tốt về an toàn lao động, làm nòng cốt cho đội ngũ khoa học cơ bản về hạt nhân cho quốc gia trong vài thập kỷ tới, nhưng trên thực tế việc đầu tư cho nghiên cứu ứng dụng và đào tạo nhân lực về kỹ thuật hạt nhân ở các trường đại học công nghệ trọng điểm của đất nước vẫn chưa được chú ý đúng mức, nên hiện nay Việt Nam vẫn đang bị tụt hậu so với nhiều nước trong khu vực Đông Nam Á ở hầu hết các lĩnh vực đào tạo, nghiên cứu - ứng dụng kỹ thuật hạt nhân.

Các dự án trang bị cơ sở vật chất cho các trường đại học chủ yếu hình thành trên giấy, không có nguồn lực để triển khai trên thực tế. Ngay từ bước xây dựng kế hoạch đào tạo nhằm triển khai hiệu quả Chiến lược ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình, một số mục tiêu đào tạo và phát triển nguồn nhân lực đã được coi là khó có thể hoàn thành, như: đến năm 2015, đổi mới, hoàn thiện chương trình, giáo trình giảng dạy, đào tạo theo hướng tiên tiến, hiện đại... đặc biệt trong vòng 10 năm (đến 2020) đào tạo được 2.400 kỹ sư, 350 thạc sĩ và tiến sĩ các chuyên ngành điện hạt nhân (trong đó 200 kỹ sư, 150 thạc sĩ và tiến sĩ đào tạo tại nước ngoài). Việc lựa chọn nhiều cơ sở đào tạo dẫn đến nguy cơ đầu tư mỏng, dàn trải, khó xây dựng được một cơ sở với trang thiết bị hiện đại trong khi các thiết bị hạt nhân phục vụ đào tạo, nghiên cứu và ứng dụng thường có giá thành rất cao.

Ngoài ra, các nhiệm vụ đã được triển khai mới chỉ tập trung mục tiêu đào tạo để phục vụ chương trình phát triển ĐHN, trong khi đó công tác đào tạo nhân lực phục vụ phát triển, ứng dụng NLNT trong các lĩnh vực KT-XH chưa được quan tâm tương xứng với nhu cầu phát triển. Trong thời gian tới, cần nghiên cứu đề xuất xây dựng kế hoạch quốc gia về đào tạo, bồi dưỡng nhân lực phục vụ phát triển ứng dụng NLNT trong các lĩnh vực kinh tế - xã hội.

Về giải pháp bảo đảm an toàn, an ninh: Trong những năm vừa qua, công tác quản lý an toàn cho hoạt động của lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu Đà Lạt vẫn được duy trì. Mặc dù lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt đã hoạt động trên 30 năm, tuy nhiên các hệ thống văn bản quy phạm pháp luật phục vụ quản lý an toàn lò phản ứng hạt nhân vẫn chưa được xây dựng và ban hành đầy đủ. Dự án Trung tâm KH&CN hạt nhân đang được tổ chức triển khai thực hiện, trong đó có xây dựng một lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu công suất nhiệt khoảng 10 MWt. Đây là lò có công suất nhiệt lớn, đòi hỏi phải đánh giá an toàn một cách thận trọng. Do đó, vấn đề quan tâm hàng đầu hiện nay của Cơ quan pháp quy hạt nhân là sớm hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật phục vụ quản lý Lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu từ giai đoạn lựa chọn địa điểm xây dựng cho đến vận hành và khai thác sử dụng để kịp thời cung cấp hành lang pháp lý trong trường hợp Dự án được phê duyệt.

Về quản lý chất thải phóng xạ, nguồn phóng xạ và nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng: Hiện tại, Việt Nam chưa có cơ sở lưu giữ chất thải phóng xạ quốc gia. Chất thải phóng xạ, nguồn phóng xạ đã qua sử dụng được lưu giữ tại nhiều địa điểm trên toàn quốc. Các cơ sở này lưu giữ chất thải từ các hoạt động trong y tế, công nghiệp và nghiên cứu với dự kiến là lưu giữ không thời hạn do chưa có một cơ sở lưu giữ chung của quốc gia. Hiện tại, việc lưu giữ này khá an toàn, nhưng trên thực tế các cơ sở này không được thiết kế với mục đích quản lý chất thải phóng xạ dài hạn. Đồng thời, việc lưu giữ như vậy là không theo với chuẩn mực quốc tế, đặc biệt là theo Công ước chung về An toàn quản lý nhiên liệu đã qua sử dụng và An toàn quản lý chất thải phóng xạ mà Việt Nam đã tham gia năm 2013, theo đó quốc gia phải có cơ sở lưu giữ hoặc chôn lấp quốc gia với các yêu cầu quản lý pháp quy nhằm giảm thiểu rủi ro. Vì vậy, việc xác định các biện pháp quản lý chất thải phóng xạ, lựa chọn được công nghệ hợp lý, giảm thiểu

tối đa thể tích chất thải phóng xạ sẽ làm giảm đáng kể công tác quản lý, lưu giữ và chôn cất chất thải phóng xạ và nhiên liệu đã qua sử dụng sau này.

Về QT&CBPXMT: Thực tế cho đến nay, Mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia chưa được hoàn thiện như đặt ra tại Quyết định số 1636/QĐ-TTg. Chưa thành lập được Trung tâm điều hành Mạng QT&CBPXMT Quốc gia, cũng như chưa có quyết định chính thức về Mạng lưới QT&CBPXMT Quốc gia. Hiện tại các thiết bị của hệ thống mạng quan trắc chủ yếu do Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân cũng như một số đơn vị trực thuộc Viện NLNTVN quản lý và vận hành. Do đó còn gặp nhiều khó khăn về căn cứ pháp lý, bố trí nhân lực, kinh phí hoạt động thường xuyên và kinh phí đầu tư phát triển cho Mạng lưới.

Về năng lực quan trắc: Số trạm và thiết bị quan trắc còn thiếu, đặc biệt là các thiết bị quan trắc phóng xạ dưới biển, tần suất quan trắc nói chung còn thưa. Hầu hết các thiết bị quan trắc được nhập khẩu, dẫn đến khó khăn, thiếu chủ động trong công tác bảo dưỡng, sửa chữa. Việc xây dựng sở dữ liệu quốc gia về phóng xạ môi trường còn chưa đầy đủ, tản mạn, chưa thống nhất. Thiếu nhân lực được đào tạo chuyên sâu, chuyên nghiệp về vận hành và bảo dưỡng mạng lưới quan trắc phóng xạ.

Tại địa phương, việc phối hợp lắp đặt và vận hành thiết bị với các trạm khí tượng thủy văn và các địa phương còn gặp nhiều khó khăn về cơ chế, thủ tục. Một số địa phương nằm trong quy hoạch còn chưa chủ động trong xây dựng các trạm quan trắc địa phương. Một phần do khó khăn chung về bố trí diện tích, đầu tư cơ sở hạ tầng, khó khăn về nhân lực tại trạm địa phương.

Hiện tại Bộ KH&CN đang giao Viện NLNTVN, Cục ATBXHN và các đơn vị có liên quan tham gia thực hiện Dự án khu vực EU-ASEANTOM thiết lập mạng lưới quan trắc do EU tài trợ. Dự án này đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt chủ trương tham gia, hiện tại Bộ KH&CN đang hoàn thiện Văn kiện dự án để trình cấp có thẩm quyền phê duyệt thực hiện.

Bên cạnh đó, trong thời gian qua, Viện NLNTVN gặp rất nhiều khó khăn về kinh phí vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa các thiết bị của Mạng QT&CBPXMT. Các thiết bị được lắp đặt ngoài hiện trường trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt, thường xuyên bị trục trặc, hỏng hóc. Kinh phí vận hành thường được bố trí thông qua các nhiệm vụ cấp bộ khác, hoặc lồng ghép vào các nhiệm vụ sự nghiệp môi trường, tuy nhiên thường được cấp muộn và chưa đủ để đáp ứng yêu cầu thực tế vận hành.

Chi tiết kết quả rà soát đánh giá, quy hoạch thời kỳ trước có trong Phụ lục I đính kèm.

II. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng NLNT

1. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX

1.1. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành y tế

1.1.1. Tình trạng ứng dụng bức xạ ion hoá và phát triển kỹ thuật bức xạ, hạt nhân trong chẩn đoán và điều trị bệnh

Ở Việt Nam, cũng như trên thế giới, trong lĩnh vực y tế, bức xạ ion hóa được ứng dụng chủ yếu ở ba lĩnh vực: (i) Điện quang bao gồm cả chẩn đoán và can thiệp bằng bức xạ ion hóa chiếu ngoài cho các loại bệnh lý khác nhau và cho người bình thường), Y học hạt nhân (ii) nhằm chẩn đoán và điều trị các bệnh lý khác nhau, trong đó có bệnh nhân ung thư bằng bức xạ ion hóa chiếu trong) và xạ trị ung bướu (điều trị cho bệnh nhân ung thư bằng bức xạ ion hóa chiếu ngoài).

Bức xạ ion hóa ở nước ta được sử dụng để chẩn đoán và điều trị bệnh ở tất cả các chuyên khoa, chuyên ngành, cho tất cả mọi bệnh lý, cho mọi lứa tuổi, mọi đối tượng, bao gồm cả người bình thường và người mắc bệnh (bệnh nhân). Trong đó, tỷ lệ và số người được sử dụng bức xạ ion hóa nhiều nhất ở chuyên ngành điện quang, tiếp đến là y học hạt nhân và xạ trị.

Trong thời gian qua và xu hướng trong tương lai tại Việt Nam và trên toàn thế giới đã, đang và sẽ có sự gia tăng nhanh chóng về tỷ lệ mắc và tỷ lệ chết do các bệnh lý lây nhiễm và không lây nhiễm đặc biệt là các bệnh tim mạch, chuyển hoá, ung thư... Dự báo, số ca mới mắc hằng năm và tỷ lệ chết do bệnh tật do các bệnh tim mạch, bệnh chuyển hoá và ung thư... sẽ ngày càng tăng trong thời gian tới, đặc biệt đối với các nước đang phát triển, trong đó có Việt Nam.

Trước thực trạng này, nhu cầu về chẩn đoán và điều trị ung thư tại Việt Nam sẽ ngày càng tăng. Nhằm giúp tăng khả năng chẩn đoán sớm, chính xác và điều trị hiệu quả, an toàn cho các bệnh nhân, từ đó làm giảm tỷ lệ mới mắc và tỷ lệ chết hằng năm do các bệnh lý khác nhau, đặc biệt là ung thư. Để thực hiện các nhiệm vụ nói trên thì vai trò của việc ứng dụng bức xạ ion hóa trong y tế nói chung và đặc biệt là cho ba lĩnh vực điện quang, y học hạt nhân và xạ trị càng trở nên cần thiết và cấp bách, nhất là lĩnh vực xạ trị ung thư (bao gồm cả xạ trị chiếu ngoài và xạ trị chiếu trong).

Theo Globocan 2020, mỗi năm tại Việt Nam có 183 nghìn ca mới mắc bệnh ung thư và 123 nghìn người tử vong do ung thư,¹ (tỷ lệ tử vong do ung thư là 67,2%). Theo số liệu này, Tổ chức Y tế thế giới WHO xếp Việt Nam nằm trong 50 nước thuộc top 2 của bản đồ ung thư (50 nước cao nhất thuộc top 1)².

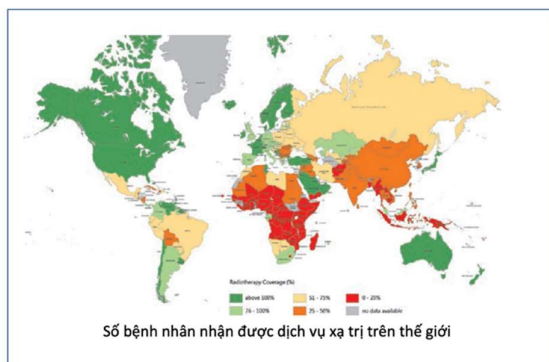
Tỷ lệ bệnh nhân mới mắc ung thư tăng lên 9 bậc (xếp thứ 90/185 quốc gia) và tỷ lệ tử vong do ung thư tăng 6 bậc (xếp thứ 50/185 quốc gia) so với ghi nhận

¹ <https://www.pharmacy.vn/ty-le-mac-ung-thu-o-viet-nam-tang-cao-va-nhung-dieu-can-biet.htm>

² <https://vov.vn/xa-hoi/ty-le-tu-vong-do-ung-thu-tai-viet-nam-trong-top-dau-the-gioi-post1035903.vovn>

năm 2018. Đáng chú ý hơn, số lượng người mắc bệnh ung thư tại Việt Nam đã tăng gấp 3 lần sau 30 năm và các ca mắc mới ngày càng có xu hướng trẻ hóa³.

Bên cạnh đó, các bệnh lý lây nhiễm truyền thống và mới nổi, bệnh lý tim mạch, nội tiết và chuyển hoá... cũng gia tăng cùng với trong xã hội hiện đại và cần đến các kỹ thuật y học hạt nhân, điện quang chẩn đoán và can thiệp nhằm phát hiện sớm và điều trị bệnh kịp thời. Từ Hình 1 có thể thấy, các các nước có thu nhập cao và trung bình có số bệnh nhân nhận được dịch vụ xạ trị từ 75% đến 100% (màu xanh). Còn ở các nước có thu nhập thấp và đang phát triển có tỷ lệ người dân nhận được dịch vụ xạ trị khá thấp 0-25% (màu đỏ).



Hình 1. Phân bố số bệnh nhân nhận được dịch vụ xạ trị trên thế giới

Theo thống kê của IAEA⁴, dịch vụ xạ trị của Việt Nam hiện nay đang đảm bảo từ 25-50% nhu cầu điều trị. Trên thực tế hiện nay, nhu cầu này ngày càng tăng có thể đạt tới trên trên 60% theo thông tin được cung cấp của chuyên gia ung thư học⁵.

Đối với lĩnh vực y học hạt nhân, các kỹ thuật hạt nhân này có mức độ sử dụng hạn chế hơn so với chẩn đoán X-quang do chúng phụ thuộc vào điều kiện cung cấp DCPX. Tuy nhiên, hiện nay chúng cũng đã dần trở nên phổ biến cho việc chẩn đoán và điều trị các bệnh lý ung thư và không phải ung thư.

Đối với lĩnh vực X-quang chẩn đoán và can thiệp, có thể thấy các kỹ thuật này được sử dụng ở mức độ cơ bản ở tất cả các cơ sở y tế đối với hầu hết các loại bệnh lý khác nhau. Một số kỹ thuật can thiệp hiện đại đã được áp dụng trong điều trị ung thư, phẫu thuật u não, can thiệp mạch tạng....

Đối với lĩnh vực xạ trị, về cơ bản, các kỹ thuật hiện đại nhất trên thế giới đã có mặt ở Việt Nam được sử dụng trong điều trị ung thư như IMRT, IGRT, VMAT.... Gần đây, các kỹ thuật xạ phẫu đã được sử dụng tăng dần đối với các bệnh ngoài ung thư. Chính vì vậy việc thống kê trong xạ trị chủ yếu là đối với bệnh lý ung thư, thiếu hụt dữ liệu thống kê cho các bệnh lý khác.

Đối với y học hạt nhân và xạ trị, chúng ta quan tâm hơn đến tỉ lệ bệnh nhân được hưởng lợi từ dịch vụ kỹ thuật này do có nhiều yếu tố ảnh hưởng khác ngoài

³ <https://www.pharmacy.vn/ty-le-mac-ung-thu-o-viet-nam-tang-cao-va-nhung-dieu-can-biet.htm>

⁴ Radiotherapy in cancer care: facing the global challenge, 2017

⁵ Theo nguồn của Hội ung thư (BD)

vấn đề về việc thiếu hụt trang thiết bị và nhân lực. Đó là vấn đề tỉ lệ người dân tham gia bảo hiểm y tế cũng như số lượng hạn chế dịch vụ kỹ thuật mới, kỹ thuật cao được bảo hiểm y tế chi trả. Thông thường chi phí cho các dịch vụ kỹ thuật này rất lớn. Có thể thấy ngoài vai trò của Bộ Y tế, Bộ KH&CN còn có vai trò cùng các bộ ngành khác góp phần thay đổi tỉ lệ người dân được sử dụng đúng dịch vụ bức xạ y tế, nâng cao tỉ lệ tầm soát bệnh, giảm tỉ lệ tử vong và cải thiện chất lượng cuộc sống.

Tại Việt Nam, theo thống kê của Bộ Y tế mỗi năm có khoảng 200.000 người tử vong vì bệnh tim mạch⁶, chiếm 33% ca tử vong. Theo thống kê của Viện Tim mạch năm 2015, tỷ lệ tăng huyết áp ở người trưởng thành trong độ tuổi 18- 65 chiếm 25%, vậy cứ 4 người trưởng thành thì có một người tăng huyết áp.

Cũng theo thống kê của Bộ Y tế, hàng năm, chúng ta có khoảng gần 30 triệu lượt người làm xét nghiệm X-quang. Trong đó có khoảng từ 2-3 triệu người chụp CT và MRI. So với năm 2010, số lượt chụp CT trong năm 2018 tăng lên hơn gấp 3 lần sau gần 1 thập kỷ.

Trong ngành y tế vẫn tồn tại một thực trạng là thiếu hụt hệ thống báo cáo sự cố y khoa liên quan đến bức xạ. Cho đến nay hầu như chưa có báo cáo sự cố nào, trong khi điều này vẫn thường xảy ra ở các nước phát triển như Mỹ, Pháp và nhiều nước khác⁷. Các sự cố bao gồm các tai nạn (accidents) hoặc sự cố cận nguy, suýt xảy ra (near-miss incidents) đều là những bài học để đánh giá rút kinh nghiệm tránh xảy ra sự cố tương tự.

Ngoài ra, việc kiểm soát chất lượng trang thiết bị hoặc toàn bộ quy trình kỹ thuật ở dưới ngưỡng tai nạn chiếu xạ quá liều hoặc hụt liều ở mức giảm đáng kể khả năng kiểm soát khối bệnh lý cũng đang chưa theo kịp việc ứng dụng kỹ thuật mới, kỹ thuật cao trong lĩnh vực bức xạ y tế. Gần như rất hiếm có cơ sở được kiểm định theo chuẩn châu Âu hoặc Mỹ về liều lượng (dosimetry audit); không có cơ sở y tế nào được kiểm định toàn diện về quy trình lâm sàng (clinical audit).

1.1.2. Phơi nhiễm bức xạ trong y tế

a) Liều bệnh nhân

Ước tính sơ bộ theo cách đánh giá nêu trên của IAEA, hàng năm ở Việt Nam có khoảng 20.000 đến 30.000 người nhận được liều tích lũy (CED) cỡ 100 mSv trở lên. Hiện nay ở Việt Nam chúng ta chưa có các số liệu thống kê về phơi nhiễm bức xạ trong y tế. Điều này sẽ ít nhiều ảnh hưởng đến tiến trình triển khai mô hình y tế cá thể hoá trong y học bức xạ ở Việt Nam. Mặt khác, vấn đề đảm bảo an toàn cho bệnh nhân trong chẩn đoán hình ảnh và can thiệp phải được đẩy mạnh hơn nữa.

b) Liều nhân viên X-quang can thiệp

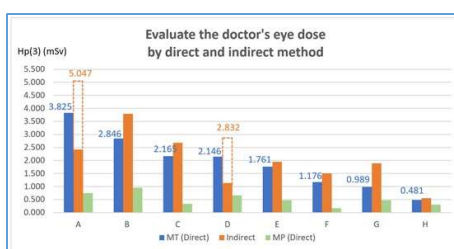
Tháng 3/2022, IAEA đã có nhận định: sự gia tăng đa dạng, tần suất và độ phức tạp của các thủ thuật can thiệp có hướng dẫn bằng huỳnh quang (FGI) đặt ra

⁶ <https://isofhcare.com/bao-dong-ty-le-benh-tim-mach-o-viet-nam-0>

⁷ Tham khảo các Tài liệu an toàn của IAEA (IAEA safety series)

nhều thách thức đối với việc bảo vệ bức xạ cho bệnh nhân và nhân viên y tế. Chúng bao gồm: rủi ro về phản ứng mô như chấn thương da cho bệnh nhân và đục thủy tinh thể mắt cho nhân viên, cũng như rủi ro ngẫu nhiên cao cho bệnh nhân và nhân viên; Có nhiều bằng chứng hơn từ dịch tễ học về sự gia tăng nguy cơ ung thư khi dùng liều trong phạm vi liều cụ thể liên quan tới các quy trình can thiệp FGI. Kiến thức gần đây về đục thủy tinh thể do bức xạ chứng minh cho việc giảm giới hạn liều cho thủy tinh thể của mắt. Nhóm X-quang can thiệp thuộc những nhóm có nguy cơ liều nghề nghiệp cao.

Gần đây trong một nghiên cứu thí điểm của nhóm nghiên cứu của trường Đại học Nguyễn Tất Thành cho thấy liều mắt của nhóm bác sĩ và kỹ thuật viên can thiệp có thể vượt giới hạn liều năm (20mSv/năm) được quy định trong Thông tư số 19/2012/TT-BKHCN ngày 08/11/2012 của Bộ KH&CN quy định về kiểm soát và bảo đảm ATBX trong chiếu xạ nghề nghiệp và chiếu xạ công chúng. Hình 2 trình bày kết quả khảo sát liều mắt của 8 bác sĩ can thiệp trong 10 tuần.



Hình 2. Liều mắt trái của bác sĩ can thiệp được khảo sát trong 10 tuần

Từ kết quả này cho thấy liều mắt năm của bác sĩ có thể nằm trong khoảng từ 19,1mSv đến 25,2 mSv. Thuộc nhóm có nguy cơ, tuy chưa thật cao (mới chỉ vượt giới hạn liều 20 mSv/năm hơn 12%) nhưng thuộc nhóm tiềm năng, cần được theo dõi thường xuyên. Do vậy việc theo dõi liều mắt đối với e kíp can thiệp là cần thiết nhằm phòng ngừa các biến chứng về mắt.

1.1.3. Mạng lưới các cơ sở y tế ứng dụng bức xạ và đồng vị phóng xạ

a) Cơ sở vật chất (mạng lưới y tế bức xạ)

Theo số liệu cập nhật của Cục ATBXHN⁸, đến tháng 02/2024, tổng số máy xạ trị gia tốc của cả nước là 77 máy; cả nước có 49 cơ sở xạ trị ở 28 tỉnh (44% tỉnh, thành phố) và 49 khoa y học hạt nhân ở 21 tỉnh, thành phố (33% tỉnh, thành) đã được đưa vào vận hành; X-quang chẩn đoán đã được triển khai xuống tuyến huyện. Tốc độ tăng trưởng thiết bị xạ trị và xạ hình y học hạt nhân ở Việt Nam trong khoảng 2010 đến nay là rất nhanh, hiện đạt tỷ lệ khoảng 0,8 thiết bị xạ trị gia tốc/1 triệu dân và khoảng 0,4 thiết bị xạ hình y học hạt nhân/1 triệu dân.

Số liệu thống kê phân bố các cơ sở xạ trị và thiết bị xạ trị, cơ sở học hạt nhân và thiết bị hạt nhân theo các vùng kinh tế lần lượt được thể hiện tại Bảng 1 và Bảng 2. Có thể thấy, các vùng Trung du và miền núi phía bắc, Tây nguyên và

⁸ Công văn số 132/ATBXHN-CP ngày 26/02/2024 của Cục ATBXHN về việc cung cấp thông tin về các cơ sở tiến hành công việc bức xạ phục vụ xây dựng Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 – 2030, tầm nhìn đến năm 2050

đồng bằng Sông Cửu Long có mật độ máy/triệu dân còn rất thưa chỉ từ 0,0-0,4 máy/triệu dân. Hai thành phố lớn là Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh có số máy xạ trị vượt chỉ tiêu 1 máy/triệu dân. Số máy y học hạt nhân đạt 0,6 máy/triệu dân. Sở dĩ có sự không đồng đều cơ sở xạ trị và y học hạt nhân so với X-quang là do đầu tư cơ sở xạ trị khá lớn, lớn hơn rất nhiều so với thiết bị X-quang và y học hạt nhân. Liên quan tới cơ sở y học hạt nhân, việc đầu tư còn phụ thuộc vào điều kiện cung cấp dược chất phóng xạ. Điều này cũng gây nhiều trở ngại cho các địa phương. Nguyên nhân thứ hai cũng rất quan trọng là thiếu nguồn nhân lực phù hợp.

Bảng 1. Phân bố cơ sở xạ trị và thiết bị xạ trị

6 Vùng kinh tế - xã hội	Km ²	Dân số (triệu dân)	Số cơ sở xạ trị	Số máy xạ trị gia tốc	Máy/triệu dân
Trung du và miền núi phía Bắc	100.965	13,8	3	4	0,3
Vùng Đồng bằng sông Hồng	20.973	22,5	21	28	1,2
Vùng Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung	96.500	20,5	11	13	0,6
Vùng Tây Nguyên	55.000	5,7	1	1	0,2
Vùng Đông Nam Bộ	32.564	17,8	9	26	1,5
Vùng đồng bằng sông Cửu Long	40.547	17,4	4	5	0,3
Tổng	346.549	97,7	49	77	0,8

Bảng 2. Phân bố cơ sở y học hạt nhân và thiết bị y học hạt nhân

6 Vùng KT-XH	Km ²	Dân số (triệu dân)	Số cơ sở y học hạt nhân	PET	SPECT	Máy/triệu dân
Trung du và miền núi phía Bắc	100.965	13,8	2	0	4	0,3
Đồng bằng sông Hồng	20.973	22,5	25	4	9	0,6
Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung	96.500	20,5	9	1	6	0,3
Tây Nguyên	55.000	5,7	2	0	0	0
Đông Nam Bộ	32.564	17,8	8	4	7	0,6
Đồng bằng sông Cửu Long	40.547	17,4	3	1	3	0,2
Tổng	346.549	97,7	49	10	29	0,4

Hiện cả nước có 6 máy cyclotron dùng để sản xuất đồng vị phóng xạ (FDG-18) phục vụ chẩn đoán bệnh (Bảng 3). Số thiết bị và đồng vị, DCPX được sản xuất chưa đáp ứng được so với nhu cầu thực tế và sự phát triển của y học hạt nhân.

Đến nay, Việt Nam chỉ có 1 lò phản ứng hạt nhân tại Đà Lạt với công suất thấp và chỉ đảm bảo cung cấp rất ít về chủng loại và số lượng đồng vị phóng xạ so với nhu cầu y học hạt nhân trong nước.

Bảng 3. Phân bố máy cyclotron

Thành phố/Tỉnh	Cyclotron
Hà Nội	3
Đà Nẵng	1
TP HCM	2
Kiên Giang	1

Hiện nay cả nước cả nước có gần 10.000⁹ thiết bị X-quang trong đó khoảng 900 máy CT (9 máy CT/triệu dân) và khoảng 400 máy tăng sáng truyền hình (TSTH) (4 máy TSTH/triệu dân) và 80 máy DSA. Số lượng máy tập trung vào các thành phố lớn và tỉnh như Bảng 4.

Bảng 4. Phân bố máy X-quang

Tỉnh/Thành phố	Máy X-quang	CT	Máy TSTH	Máy DSA
Hà Nội	1118	129	67	17
TP. Hồ Chí Minh	1918	148	96	28
Đồng Nai	323	24	10	2
Thanh Hoá	242	37	7	2
Nghệ An	223	35	10	1
Hải Phòng	250	28	15	3
...				

b) Nhân lực ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành y tế

Theo thống kê của các chuyên gia y tế, hiện tại có 318 bác sĩ xạ trị (Radiation Oncology), 151 nhân viên VLYK (VLYK - Medical Physicist) và 356 kỹ thuật viên xạ trị (Radiation Therapy Technician) tại các khoa xạ trị của Việt Nam (Hình 3). Tuy nhiên, số lượng này còn thiếu và chưa đáp ứng khuyến nghị của IAEA. Hầu hết các bác sĩ xạ trị, kỹ thuật viên xạ trị và các nhân viên VLYK chưa được đào tạo bài bản, thiếu kiến thức nền tảng. Họ thường trải qua các lớp thực tập ngắn hạn theo phương thức cầm tay chỉ việc. Trừ chương trình đào tạo bác sĩ chuyên khoa và kỹ thuật viên cho điện quang, các chương trình đào tạo cho bác

⁹ Số liệu của VARANS

sĩ và kỹ thuật viên xạ trị và y học hạt nhân về mặt nội dung chưa phù hợp với các chương trình chuẩn quốc tế¹⁰.

Bên cạnh đó, chuyên ngành dược phóng xạ chưa được đào tạo nên số lượng dược sỹ dược phóng xạ được đào tạo còn rất ít, chưa đáp ứng với nhu cầu hiện tại cũng như sự phát triển của các khoa y học hạt nhân và nghiên cứu, sản xuất dược chất phóng xạ trong nước.

Liên quan tới chẩn đoán hình ảnh và X-quang can thiệp, ước tính cả nước có hàng chục ngàn bác sĩ điện quang và kỹ thuật viên điện quang (tỷ lệ khoảng 50 bác sĩ điện quang/triệu dân). Khác với các chuyên ngành nêu trên, Điện quang đã có chương trình đào tạo bác sĩ chuyên khoa I, II cho bác sĩ điện quang và chương trình cử nhân kỹ thuật y học. Mặt khác, cho đến nay chưa có nhân viên VLYK làm việc trong lĩnh vực điện quang. Điều này dẫn đến vấn đề điều trị bệnh nhân, đảm bảo chất lượng trong chẩn đoán hình ảnh chưa được quan tâm đúng mức nên việc đảm bảo tính hiệu quả, bảo vệ và ATBX còn hạn chế.



Hình 3. Nguồn nhân lực bác sĩ xạ trị, nhân viên VLYK và kỹ thuật viên xạ trị¹¹

Thiết bị được đầu tư rất hiện đại, tuy nhiên hiệu suất sử dụng thiết bị chưa được như mong muốn, bệnh nhân vẫn tập trung vào một số bệnh viện lớn ở Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Hiện trạng quá tải vẫn đang tồn tại. Có nhiều nguyên nhân dẫn đến tình trạng quá tải trên, trong đó có thể nêu ra 4 lý do chính như sau: (1) chênh lệch về năng lực giữa các cơ sở này; (2) thiếu nguồn nhân lực chuyên môn trong đó có bác sĩ chuyên khoa, kỹ thuật viên y tế bức xạ và nhân viên VLYK; (3) vị trí việc làm của khối kỹ thuật, đặc biệt là nhân lực VLYK chưa được quan tâm và đánh giá đúng mức về vai trò và trách nhiệm của họ trong xạ trị, y học hạt nhân và chẩn đoán hình ảnh; (4) giao thông giữa tỉnh và các thành phố lớn ngày càng thuận tiện, nên người dân có xu hướng chọn những bệnh viện/trung tâm y tế có uy tín nhiều hơn.

¹⁰ Sau 2018, đã có một số trường đã mở đào tạo chuyên ngành VLYK. Trong đó, có trường đại học Nguyễn Tất Thành (TP HCM) - NTTU được bộ GD&ĐT cho phép mở dạy thí điểm trường trình đào tạo VLYK bậc đại học hệ chính quy.

¹¹ Báo cáo của TS.Bs Đặng Huy Quốc Thịnh tại Hội thảo QUATRO, TP. Hồ Chí Minh, 10-11/10/2023

1.2. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT

1.2.1. Về ứng dụng bức xạ và đồng vị trong ngành TN&MT

*** Trong lĩnh vực khí tượng thủy văn**

Kỹ thuật hạt nhân áp dụng trong ngành khí tượng còn hạn chế. Hiện mới có một số nghiên cứu sử dụng kỹ thuật đo nơ-tron vũ trụ trong xác định độ ẩm đất.

*** Trong quản lý tài nguyên nước**

Kỹ thuật thủy văn đồng vị đóng một vai trò quan trọng trong công tác quản lý tài nguyên nước ngầm ở Việt Nam, đặc biệt là tại khu vực đồng bằng Sông Hồng và đồng bằng Sông Cửu Long. Các công trình nghiên cứu về điều tra tài nguyên nước ứng dụng kỹ thuật đồng vị được chia ra làm 6 nhóm bao gồm: điều tra dòng chảy cơ bản; xây dựng đường nước khí tượng; xác định mối quan hệ nước mặt với nước dưới đất; xác định tuổi, nguồn gốc nước dưới đất; xác định lượng bổ cập nước mưa cho nước dưới đất; xác định nguồn ô nhiễm nước dưới đất; xác định hướng, tốc độ vận động nước dưới đất; xác định bồi lắng, thấm mất nước lòng hồ.

Đối với nước bề mặt, các đồng vị thủy văn được dùng để nghiên cứu quá trình thủy văn của một số hệ thống sông chính như sông Cửu Long, sông Đồng Nai ở đồng bằng Nam bộ và sông Hồng ở đồng bằng Bắc bộ. Dựa trên thành phần đồng vị trong nước sông và sự biến đổi theo mùa, theo thời gian để đánh giá nguồn cấp cho các dòng chảy mặt (nước mưa tại chỗ, nước ngầm, nước từ ngoài lãnh thổ Việt Nam), đóng góp vào dòng chính từ các chi lưu... Đồng thời, ảnh hưởng của các yếu tố gây ô nhiễm, nhiễm bẩn tới chất lượng nước sông cũng được khảo sát và xác định nguồn gốc các chất ô nhiễm (hợp chất nitơ, Fe, Mn,...). Hiện đang duy trì việc quan trắc thành phần đồng vị trong nước sông (sông Cửu Long, sông Hồng) để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu tới chế độ thủy văn của hai sông lớn, có vai trò rất quan trọng ở nước ta.

Vấn đề thấm mất nước ở một số hồ chứa lớn cũng đã được khảo sát bằng kỹ thuật đồng vị như hồ Dầu Tiếng, Đa Nhim. Các số liệu đồng vị thu được cho thấy, nước hồ thấm đáng kể xuống nước ngầm như một nguồn bổ cập, đặc biệt là trong mùa khô (hồ Dầu Tiếng). Đồng thời cũng quan sát thấy, nước hồ còn thoát xuống dòng mặt phía hạ lưu qua đáy và vai đập ngăn nước (hồ Dầu Tiếng, hồ Đa Nhim). Lưu lượng thấm qua thân đập cũng đã được khảo sát bằng kỹ thuật đánh dấu dùng chất chỉ thị phóng xạ (đập Trị An, Hòa Bình) để đánh giá an toàn công trình.

Về nước dưới đất: Trong thời gian qua, Trung tâm Hạt nhân TP. Hồ Chí Minh (Viện NLNTVN) với sự hỗ trợ của IAEA đã triển khai nghiên cứu, ứng dụng kỹ thuật thủy văn đồng vị để giải quyết một số vấn đề về nước ngầm tại đồng bằng Nam bộ và một số khu vực trọng điểm. Từ năm 2010 - 2015, công trình nghiên cứu về nguồn gốc, sự hình thành và nguồn bổ cập nước dưới đất ở đồng

bằng Nam Bộ đã được nhóm các nhà khoa học ở Việt Nam do PGS.TS. Đoàn Văn Cảnh và các cộng sự thực hiện và đã thu được các kết quả quan trọng. Lần đầu tiên, bằng kỹ thuật đồng vị, các nhà nghiên cứu đã chứng minh được vai trò của thâm xuyên giữa các tầng chứa nước trong việc hình thành trữ lượng khai thác nước dưới đất. Kết quả nghiên cứu cho thấy, nguồn tài nguyên nước dưới đất ở đồng bằng Nam Bộ, đặc biệt là ở miền Tây Nam Bộ là có hạn vì các tầng nước không được bổ cập. Bởi vậy, để có thể khai thác nguồn nước ngọt lâu dài và bền vững ở miền Tây Nam Bộ cần phải đặc biệt quan tâm đến quản lý khai thác, tìm kiếm thêm những nguồn nước ở độ sâu hơn. Nguồn gốc tự nhiên của arsen và nguồn gốc nhân tạo của nitrate trong nước ngầm tại khu vực TP. Hồ Chí Minh cũng được chứng minh bằng các đồng vị thủy văn. Các kết quả này giúp TP. Hồ Chí Minh có những giải pháp hợp lý hơn trong quản lý, khai thác nước ngầm cho phát triển bền vững. Nghiên cứu xác định sự bổ cập từ nước sông Hồng cho tầng chứa nước Pleistocen khu vực phía Nam sông Hồng thuộc thành phố Hà Nội. Trong công trình nghiên cứu từ năm 2014 - 2017, kỹ thuật phân tích thành phần đồng vị bền đã giúp các nhà khoa học xác định rõ hơn đóng góp của nước sông Hồng cho trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất phía Nam Hà Nội.

** Lĩnh vực địa chất và khoáng sản*

Trong thời gian qua các hoạt động nghiên cứu, ứng dụng tập trung vào nghiên cứu các quy trình phân tích, đo khí, nghiên cứu chế tạo một số đo như máy đo phóng xạ đường bộ, máy đo phổ gamma đáy biển; điều tra điều tra địa chất và đánh giá, thăm dò khoáng sản bằng các thiết bị đường bộ, gắn trên tàu biển, trên máy bay,... ứng dụng phương pháp phóng xạ.

Đồng thời, các đơn vị của Bộ TN&MT đã hoàn thành một số nhiệm vụ, dự án có triển khai đo vẽ bức xạ phóng xạ song hành cùng với công tác đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm, thăm dò khoáng sản, đánh giá tiềm năng urani.

** Lĩnh vực bảo vệ môi trường*

Các hoạt động ứng dụng BX&ĐVPX trong TN&MT chủ yếu thực hiện trong các nhiệm vụ, dự án như: xây dựng bộ bản đồ môi trường phóng xạ tự nhiên tỷ lệ 1:250.000 cho toàn lãnh thổ Việt Nam; đánh giá chi tiết các diện tích ô nhiễm phóng xạ tự nhiên vùng Tây Bắc, Nghệ An và Cao Bằng và một số tỉnh Trung Bộ,...; quan trắc thường xuyên môi trường phóng xạ các mỏ khoáng sản (hàng năm).

Hiện nay, công tác điều tra, đánh giá và thành lập bộ bản đồ môi trường khoáng sản độc hại trên lãnh thổ Việt Nam (phần đất liền giai đoạn 1) đang được triển khai và dự kiến kết thúc năm 2025.

1.2.2. Về thực trạng các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo

** Về mạng lưới cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo*

Hiện nay, có 3 viện nghiên cứu thuộc Viện NLNTVN và 2 trung tâm/phòng nghiên cứu, ứng dụng chuyên về BX&ĐVPX trong ngành TN&MT tập trung ở Hà

Nội, TP. Hồ Chí Minh. Bên cạnh đó, có 8 phòng thí nghiệm thuộc 8 cơ sở nghiên cứu, đào tạo sử dụng BX&ĐVPX và đào tạo trong phân tích.

*** Về cơ sở vật chất**

Hiện nay các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng của Bộ TN&MT đã được trang bị các thiết bị thuộc nhóm đo phóng xạ, môi trường phóng xạ; phân tích thí nghiệm, ... để bảo đảm đáp ứng ngày một tốt hơn các yêu cầu phân tích thí nghiệm của ngành. Trong đó, các phòng thí nghiệm sử dụng các phương pháp phân tích kỹ thuật bức xạ và kỹ thuật đồng vị phóng xạ đã được công nhận ISO/IEC 17025:2005. Năm 2018, phòng thí nghiệm nghiệm địa chất và tài nguyên nước dưới đất” cho Trường Đại học TN&MT Hà Nội với thiết bị phân tích tỷ lệ đồng vị $\delta^{18}O$ và δD trong mẫu nước đã được hoàn thành và đưa vào vận hành.

Nhìn chung, công tác tăng cường cơ sở vật chất, nâng cấp trang thiết bị ứng dụng BX&ĐVPX đã được chú trọng, tương đối đồng bộ, tiên tiến, cơ bản đáp ứng được yêu cầu và quá trình phát triển sản xuất trong lĩnh vực địa chất, khoáng sản, môi trường, tài nguyên nước. Tuy nhiên, hệ thống thiết bị đo đặc bức xạ và địa vật lý hạt nhân hiện có chưa đáp ứng nhu cầu thực tiễn. Một số thiết bị như các máy phân tích khối phổ đã được đầu tư cách đây hàng chục năm thậm chí lâu hơn và ít được vận hành nên nhanh xuống cấp, một số khi đầu tư không được đồng bộ dẫn tới thiếu các modul, phụ kiện, vật tư, mẫu chuẩn đi kèm nên hiệu quả, chất lượng không đáp ứng yêu cầu. Các mẫu cần xác định tuổi đồng vị trong ngành địa chất khoáng sản (U-Pb; Rb-Sr, Ar-Ar, K-Ar, O, S...) bắt buộc phải gửi phân tích nước ngoài, gây ra chậm trễ, tốn kém và làm giảm khả năng ứng dụng các phương pháp, kỹ thuật hạt nhân và đồng vị trong các hoạt động nghiên cứu khoa học và điều tra cơ bản.

*** Về nhân lực**

Nhân lực có trình độ từ đại học trở lên đang triển khai thực hiện các nhiệm vụ ứng dụng kỹ thuật hạt nhân và đồng vị trong các lĩnh vực địa chất và khoáng sản, tài nguyên nước, phân tích thí nghiệm, môi trường của Bộ TN&MT là khoảng 100 người. Riêng nhân lực làm công tác quản lý nhà nước về ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT còn mỏng, làm công tác kiêm nhiệm và chưa được bồi dưỡng chuyên sâu.

Công tác đào tạo, bồi dưỡng nhân lực của Bộ TN&MT chủ yếu thông qua việc chuyển giao công nghệ khi mua sắm thiết bị và các hoạt động nghiên cứu khoa học; các hoạt động sản xuất trong các đề án, dự án chuyên ngành; đào tạo về NLNT, ATBX do Bộ KH&CN tổ chức; an toàn lao động.

Có thể thấy, hiện nay, các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng kỹ thuật hạt nhân và đồng vị của Bộ TN&MT đang thiếu nguồn nhân lực chất lượng cao, có khả năng làm chủ công nghệ, thiết bị, không đáp ứng được các yêu cầu nghiên cứu và ứng dụng công nghệ tiên tiến.

1.3. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành nông nghiệp

1.3.1. Lĩnh vực chọn tạo giống cây trồng

Theo thống kê đến cuối năm 2023, Việt Nam đã chọn tạo và đưa vào sản xuất 80 giống cây trồng đột biến, trong đó chủ yếu là sử dụng tia bức xạ gamma bao gồm 55 giống lúa, 15 giống đậu tương, 3 giống hoa, 2 giống ngô còn lại là các giống cây trồng khác như táo, đậu xanh (tăng 7 giống lúa và 2 giống đậu tương so với năm 2018). Các giống lúa được chọn tạo bằng phương pháp đột biến, sử dụng tia phóng xạ đã mang lại hiệu quả kinh tế to lớn trong đảm bảo an ninh lương thực, góp phần đưa Việt Nam trở thành nước xuất khẩu lương thực đứng thứ hai trên thế giới. Năm 2014, Việt Nam IAEA đánh giá là quốc gia đứng thứ tám thế giới trong lĩnh vực nghiên cứu đột biến tạo giống. Tổng hợp đóng góp của các giống lúa đột biến cho phát triển KT-XH giai đoạn 2000 - 2023 được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Tổng hợp đóng góp của giống lúa đột biến phóng xạ cho phát triển KT-XH

TT	Tên đơn vị	Tổng diện tích đã trồng	Tổng tăng sản lượng (tấn)	Tổng tăng giá trị so với đối chứng (Triệu VNĐ)	Tổng tăng giá trị so với đối chứng (Triệu USD)	Số nông dân hưởng lợi từ giống (người)
1	Viện Di truyền nông nghiệp	626.000	404.750	2.869.430	123,68	1.300.600
2	Viện Cây lương thực và Cây thực phẩm	187.500	169.500	1.291.500	55,67	200.000
3	Viện Khoa học nông nghiệp miền nam	520.530	236.301	1.655.010	71,34	104.180
4	Sở NN&PTNT Sóc Trăng	190.500	91.610	916.100	39,49	
5	Viện Lúa ĐBSCL	710.000	481.250	3.368.750	145,20	90.000
	Tổng	2.234.530	1.383.411	10.100.790	435,38	1.694.780
	Tỷ lệ diện tích trồng giống đột biến (%):	1,4%				

Giống lúa ST25 của Anh hùng Lao động, kỹ sư Hồ Quang Cua và các nhà khoa học đến từ tỉnh Sóc Trăng phát triển dựa trên nguồn vật liệu lúa đột biến thông qua chiếu xạ. Tại cuộc thi gạo ngon nhất thế giới năm 2019, 2023 giống lúa ST25 đã được vinh danh và trao tặng cúp gạo ngon nhất thế giới. Đến nay, ST25-ST24 đã được gieo trồng trên khoảng 238 nghìn ha với doanh thu khoảng 19.000 tỷ VNĐ/năm. Các kết quả nghiên cứu về chọn tạo giống đột biến đã tạo và đưa vào sản xuất các giống cây trồng mới có năng suất cao, tăng cường khả năng

chống chịu sâu bệnh, thích nghi với biến đổi khí hậu, góp phần bảo đảm an ninh lương thực và phát triển nông nghiệp bền vững.

1.3.2. Lĩnh vực bảo quản và chế biến

Tại Việt Nam, mạng lưới cơ sở chiếu xạ và năng lực làm chủ chiếu xạ đã đang được mở rộng và tăng cường để xử lý kiểm dịch trái cây tươi, hải sản xuất khẩu. Việc khuyến khích xã hội hóa đầu tư trong lĩnh vực chiếu xạ đã đem lại thành công, đóng góp trực tiếp cho phát triển KT-XH. Nhờ vậy, ngành công nghiệp chiếu xạ tạo được nhiều công việc mới, góp phần hình thành những sản phẩm có giá trị gia tăng, nâng cao chất lượng sản phẩm nông, thủy hải sản Việt Nam, phục vụ xuất khẩu. Đến nay, có 2/11 cơ sở nghiên cứu và ứng dụng chiếu xạ được cấp phép chiếu xạ kiểm dịch trái cây tươi xuất khẩu sang các nước có yêu cầu cao như Hoa Kỳ, Úc và New Zealand với công suất chiếu xạ lên đến 30 nghìn tấn quả/năm. Biện pháp xử lý chiếu xạ cho nông sản và trái cây tươi xuất khẩu của Việt Nam đã được các nước tiên tiến trên thế giới công nhận.

c) Lĩnh vực nông hóa, thổ nhưỡng

Ứng dụng NLNT trong lĩnh vực nông hóa thổ nhưỡng đã có một số kết quả nghiên cứu bước đầu về xói mòn đất canh tác nhằm giúp cho việc xây dựng các giải pháp khắc phục, quản lý và chống thoái hóa đất. Viện NLNTVN đã chủ trì, phối hợp với các đơn vị liên quan ứng dụng kỹ thuật Cesium-137 và Beryllium-7 trong nghiên cứu đánh giá xói mòn đất ở khu vực Tây Nguyên (Lâm Đồng) và Tây Bắc của Việt Nam. Ở nước ta, với diện tích 13 triệu ha đất dốc, chiếm khoảng 40% diện tích đất canh tác, tiềm năng áp dụng kỹ thuật này có thể mang lại hiệu quả, giúp tiết kiệm hàng trăm tấn phân bón nitơ và phốt pho với giá trị hàng trăm triệu USD mỗi năm.

Ngoài ra, Viện đã nghiên cứu ứng dụng công nghệ bức xạ chế tạo các chế phẩm dùng trong nông nghiệp bao gồm chất kích kháng bệnh thực vật, chất giữ nước giúp điều hòa độ ẩm đất và tăng hiệu suất sử dụng phân bón, chế phẩm kích thích tăng trưởng thực vật,... Viện nghiên cứu, sản xuất được phân vi lượng đất hiếm dùng cho cây chè, ớt, bưởi cam,... bước đầu cho kết quả tốt tại Nhà máy chè Sông Lô, tỉnh Tuyên Quang. Tuy nhiên, quy mô ứng dụng còn rất hạn chế. Do đó, cần tăng cường đầu tư, phối hợp giữa các cơ sở nghiên cứu, doanh nghiệp để có thể tiến tới quy mô thương mại.

1.3.3. Lĩnh vực bảo vệ thực vật

Trong lĩnh vực bảo vệ thực vật, với sự hỗ trợ của IAEA, kỹ thuật triệt sản côn trùng (SIT) đã được các nhà khoa học tại Viện Bảo vệ thực vật - Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam triển khai với Mô hình IPM kết hợp với SIT quản lý ruồi hại quả trên diện rộng tại 1.967 ha trồng thanh long tại xã Hàm Hiệp, huyện Hàm Thuận Bắc, tỉnh Bình Thuận trong giai đoạn 2020 - 2022. Mô hình đã khống chế tốt mật độ ruồi trên vườn quả thanh long tại xã Hàm Hiệp, theo đó tỷ lệ quả thanh long bị ruồi gây hại trung bình ba năm ở vườn vùng thực hành AW-IPM & SIT là 2,95%, trong khi tỷ lệ này ở vườn vùng đối chứng cao hơn và là 8,89%.

1.3.4. Lĩnh vực chăn nuôi, thú y

Trong giai đoạn từ năm 2016 - 2022, IAEA/FAO đã hỗ trợ Trung tâm Chẩn đoán Thú y Trung ương, Cục Thú y (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn) trong việc tăng cường năng lực phát hiện sớm, chẩn đoán nhanh, chính xác các bệnh động vật truyền qua biên giới và bệnh động vật lây sang người thông qua 03 dự án hợp tác, tập trung vào hoạt động tập huấn, cung cấp trang thiết bị, máy móc, vật tư và cử chuyên gia tư vấn cho phòng thí nghiệm. Ngoài ra, Trung tâm còn tham gia chương trình hỗ trợ chẩn đoán Covid-19 của IAEA trong đó đã tiếp nhận các thiết bị và vật tư chẩn đoán, tổ chức khóa đào tạo thực hành về việc sử dụng các kỹ thuật chẩn đoán xét nghiệm vi rút SARS-CoV-2, cụ thể đã thiết lập quy trình chẩn đoán và phòng chẩn đoán xét nghiệm SARS-CoV-2 được Bộ Y tế cấp giấy chứng nhận ngày 17/4/2020. Trung tâm đã ứng dụng phương pháp này phục vụ công tác chẩn đoán trong dịch Covid-19.

1.3.5. Lĩnh vực nuôi trồng thủy sản

Trong những năm qua, một số chế phẩm sinh học từ polysaccharide cắt mạch xích như oligo-chitosan, oligo- β -glucan đã được nghiên cứu thử nghiệm như tác nhân kích thích sinh trưởng và kích kháng bệnh cho tôm, cá. Đặc biệt, chế phẩm oligo- β -glucan đã được sử dụng trong nuôi tôm sạch chất lượng cao trong khuôn khổ Chương trình KC-05/16-20, và có thể triển khai thực tiễn trên quy mô lớn. gần đây, các sản phẩm kích thích sinh trưởng chứa đất hiếm cũng được nghiên cứu, phát triển. Năm 2021, Viện NLNTVN đã hợp tác với công ty Atom Feed để triển khai dự án nuôi tôm thẻ chân trắng tại cửa sông Cổ Chiên, huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre. Kết quả nghiên cứu ban đầu cho thấy 98 ngày, tỷ lệ tôm rớt của ao sử dụng đất hiếm là 5 con/kg, tăng 6-10 lần so với thông thường. Tôm thu hoạch trong ao sử dụng đất hiếm đạt khối lượng 24,8 con/kg, vào thời điểm thuận lợi có thể lên tới 15-22 con/kg.

1.4. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác

1.4.1. NDT

- Về các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng NDT, theo kết quả thống kê đã có hơn 80 cơ sở ứng dụng NDT-RT sử dụng khoảng 190 máy phát tia X và 470 nguồn phóng xạ (chủ yếu Ir-182) đang hoạt động ở Việt Nam, chủ yếu là các đơn vị/doanh nghiệp mà đa số có trụ sở tại Hà Nội (22 cơ sở), TP. Hồ Chí Minh (28 cơ sở), Hải Phòng (8 cơ sở), số còn lại ở Vũng Tàu, Bình Dương, Khánh Hòa, Quảng Ngãi và rải rác ở một vài địa phương khác.

- Về nhân lực, đội ngũ cán bộ hoạt động trong lĩnh vực NDT nhanh chóng tăng lên khoảng 1000 người và khoảng 40 người đạt trình độ cao (cấp III) theo các tiêu chuẩn quốc tế PCN, ISO-9712 và ASNT... Cộng đồng NDT của Việt Nam đã hình thành với nguồn nhân lực từng bước đáp ứng sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước.

- Về nghiên cứu - triển khai: Các phương pháp NDT đã được nghiên cứu triển khai, đưa vào ứng dụng thực tế và là công cụ chủ yếu trong công tác kiểm tra ở các đơn vị, nhà máy, dự án, công trình đòi hỏi chất lượng nghiêm ngặt hoặc chịu lực chịu tải lớn. Một số phương pháp mới như NDT kết hợp, phương pháp hạt nhân phân tích thành phần kim loại ... bước đầu được nghiên cứu trong phòng thí nghiệm cho chẩn đoán bệnh học công trình. Một số phương pháp NDT hiện đại đã được sử dụng trên một số công trình cho kiểm tra khảo sát nền móng công trình nhà cao tầng, cầu cảng, cọc khoan nhồi như thử cọc biến dạng nhỏ - PIT, siêu âm cọc khoan nhồi - CSL.

- Về xây dựng tiêu chuẩn, quy chuẩn:

Các cơ quan quản lý nhà nước ở một số ngành công nghiệp bước đầu đã xây dựng và ban hành một số tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật liên quan đến NDT: Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đã ban hành tiêu chuẩn về đào tạo và cấp chứng chỉ NDT (1996), Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội đã ban hành tiêu chuẩn kiểm tra an toàn thiết bị áp lực có phần liên quan đến NDT. Bộ Giao thông vận tải cũng đã ban hành tiêu chuẩn đăng kiểm tàu nội địa có phần liên quan đến NDT... Số tiêu chuẩn có liên quan đến NDT (TCVN) là 69 và hoàn toàn tương thích với các tiêu chuẩn tương ứng của hệ thống ISO, Châu Âu hay Mỹ. Tuy nhiên cần xây dựng, cập nhật các bộ tiêu chuẩn sát với yêu cầu thực tiễn/có quá nhiều tiêu chuẩn đã cũ, thiếu; Việt hóa và xây dựng tiêu chuẩn cho các phương pháp NDT tiên tiến như chụp ảnh kỹ thuật số/RT-D; Siêu âm mảng điều pha/PAUT; Kiểm tra bằng kỹ thuật nhiễu xạ thời gian bay/TOFD.; Cập nhật, xây dựng mới các tiêu chuẩn kiểm tra, đánh giá chất lượng cho đối tượng mới, vật liệu mới trong lĩnh vực năng lượng (điện gió, điện sinh khối) giao thông (cầu đường sắt trên cao, công trình ngầm,..) trên cơ sở tham khảo các tiêu chuẩn quốc tế, tiêu chuẩn ngành/lĩnh vực của IAEA.

1.4.2. Chiếu xạ

- Về cơ sở chiếu xạ: Đến ngày, ở nước ta có 15 cơ sở chiếu xạ (10 cơ sở chiếu xạ thực phẩm, 5 cơ sở chiếu xạ khác) và 23 thiết bị chiếu xạ công nghiệp (14 thiết bị chiếu xạ thực phẩm, 9 thiết bị chiếu xạ khác), trong đó có 15 thiết bị chiếu xạ sử dụng công nghệ gia tốc chùm điện tử/tia X và 8 thiết bị gắn nguồn Co-60.

- Về tiêu chuẩn, quy chuẩn: Thực tiễn chiếu xạ ở Việt Nam chủ yếu phục vụ xuất khẩu thực phẩm, đã đáp ứng TCVN về chiếu xạ (chủ yếu tiêu chuẩn chiếu xạ thực phẩm đã được ban hành, cần rà soát nghiên cứu xây dựng và ban hành bổ sung tiêu chuẩn chiếu xạ y tế), tiêu chuẩn của Mỹ, Nhật, Úc về chiếu xạ trái cây, thực phẩm xuất khẩu. Ngoài tiêu chuẩn ISO 9001:2015 để quản lý chất lượng hoạt động như các doanh nghiệp, việc tuân thủ các tiêu chuẩn quốc tế khác về chiếu xạ như ISO 13485:2016, ISO 11137 của các cơ sở chiếu xạ chưa được chú trọng mặc dù nhiều cơ sở chiếu xạ đáp ứng yêu cầu cho chiếu xạ xuất khẩu.

Việt Nam chưa có phòng chuẩn quốc gia về liều lượng bức xạ nói chung, và nhất là chiếu xạ liều cao. Do đó, các hệ đo liều cần phải được chuẩn tại các

phòng thí nghiệm quốc gia của Mỹ (NIST), Úc (ANSTO), Đan Mạch (RISO)... làm tăng chi phí. Thực tiễn tốt về đảm bảo yêu cầu quản lý ATBX; Cơ bản đáp ứng nhu cầu đào tạo vận hành, dịch vụ chiếu xạ.

- Về nhân lực: Nhân lực về chiếu xạ chủ yếu thuộc khối doanh nghiệp tư nhân và nhân lực nghiên cứu triển khai (R&D). Nhân lực khối doanh nghiệp tư nhân khoảng hàng trăm người, có năng lực phù hợp cho vận hành. Nhân lực khối nghiên cứu triển khai (R&D) khoảng 150 người trong đó: GS (1), TS (5), ThS (26), ĐH (44) và dưới ĐH (80).

1.4.3. NCS

NCS đã được ứng dụng trong nhiều ngành bao gồm: Dầu mỏ và khí đốt, Khai thác (quặng kim loại, than, khoáng sản, nguyên liệu thô), Ngành công nghiệp kim loại (sắt và kim loại màu), Ngành sản xuất giấy, dệt, nhựa và cao su, Ngành công nghiệp hóa chất, Ngành công nghiệp xi măng.

- Về cơ sở ứng dụng: Theo kết quả điều tra thống kê năm 2019 trên cơ sở báo cáo của 53 Sở KH&CN, có 623 cơ sở ứng dụng NCS và NG với 591 thiết bị tia X, 1879 nguồn phóng xạ tại 53 tỉnh/thành phố (thiếu số liệu của Bà Rịa - Vũng Tàu, Quảng Nam, Bình Dương, Đồng Nai, Trà Vinh, Bắc Ninh, Kon Tum, Hà Tĩnh, Lai Châu, Yên Bái). Theo báo cáo của Cục ATBXHN, đến tháng 12/2023, trong lĩnh vực ứng dụng công nghệ NCS và máy đo hạt nhân cả nước có khoảng 1267 cơ sở bức xạ, 3505 máy phát tia X và 1607 nguồn phóng xạ.

- Về cơ sở hạ tầng, các cơ sở ứng dụng NCS và máy đo hạt nhân đảm bảo yêu cầu quản lý an toàn bức xạ, quản lý QA/QC. Việt Nam không sản xuất được nguồn phóng xạ, hầu như không có cơ sở bảo dưỡng, thay thế nguồn phóng xạ trong nước; các doanh nghiệp phải nhập khẩu thiết bị và nguồn phóng xạ đồng bộ với xây dựng nhà máy.

- Về nguồn nhân lực: Trong các tổ chức R&D (chủ yếu thuộc Viện NLNTVN), số lượng nhân lực chuyên gia rất hiếm. Nhân lực vận hành do các doanh nghiệp chủ động và không đòi hỏi trình độ cao. Thiếu nhân lực bảo dưỡng, sửa chữa, thay thế nguồn, thiết bị. Trong những năm gần đây, phòng thí nghiệm về NCS và máy đo hạt nhân hầu như không được đầu tư thiết bị. Năng lực R&D và đào tạo tại các trường đại học còn hạn chế do ít được đầu tư và thiếu sự liên kết chặt chẽ với các ngành công nghiệp, thiếu nghiên cứu thị trường, hiếm có chuyên gia thiết kế, chế tạo thiết bị NCS và máy đo hạt nhân.

1.4.4. Đánh dấu (Tracer)

Trong 10 năm từ 2006 - 2015, năng lực KH&CN trong kỹ thuật đánh dấu đã phát triển mạnh mẽ tại Trung tâm Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp (CANTI) thuộc Viện NLNTVN. Kỹ thuật đánh dấu trong mỏ dầu không chỉ triển khai ứng dụng trên các mỏ ở Việt Nam như Bạch hổ, Rồng, Rạng Đông, Sư tử Đen, Chim sáo... mà còn xuất khẩu sang nước ngoài như Cô Oét, Angola và gần đây đang mở kênh dịch vụ sang Malaysia và các nước khác.

Trong vận chuyển và chế biến dầu khí, ứng dụng đáng kể nhất của kỹ thuật đánh dấu là xác định phân bố thời gian lưu và phát hiện rò rỉ. Các công nghệ này đã được phát triển ở Việt Nam từ những năm 2000 -2010 tại Trung tâm CANTI. Tuy nhiên số các ứng dụng kỹ thuật đánh dấu trên thực tế không nhiều.

1.4.5. Soi chiếu

- Về cơ sở: Theo kết quả ước tính, đến nay có khoảng 300 cơ sở bức xạ trên 1610 máy phát tia X và trên 350 nguồn phóng xạ trong lĩnh vực công nghệ soi chiếu. Lĩnh vực ứng dụng công nghệ soi chiếu đã có bước tăng trưởng khá nhanh chóng trong những năm gần đây, đồng nhịp và có phần nhanh hơn tốc độ phát triển kinh tế nói chung và phát triển các ngành công nghiệp, phát triển lĩnh vực an ninh hải quan nói riêng.

- Về nghiên cứu, đào tạo: Việt Nam hiện chưa có những hoạt động đáng kể về nghiên cứu, đào tạo trong lĩnh vực công nghệ soi chiếu.

- Quy mô và mức độ ứng dụng: Quy mô và mức độ ứng dụng công nghệ bức xạ trong lĩnh vực soi chiếu tại Việt Nam ngày càng tăng, đàn hồi với tốc độ tăng trưởng của nền kinh tế Việt Nam. Ứng dụng công nghệ soi chiếu tại các địa phương có sự tương quan với phát triển kinh tế - xã hội, thể hiện qua giá trị tổng sản phẩm trên địa bàn (GRDP).

Kết quả đánh giá năng lực ứng dụng công nghệ BX&ĐVPX trong công nghiệp của Việt Nam đạt 56,76% so với thế giới, trong đó Thiết bị đạt 63,35%; Nhân lực đạt 63,15%; Cơ sở hạ tầng đạt 67,87%; Kết quả ứng dụng đạt 50,28% và R&D đạt 45,57%. Nền công nghiệp của Việt Nam còn chưa phát triển mặc dù đã có sự tăng trưởng tương đối tốt trong nhiều năm qua và do đầu tư cho R&D, phát triển nguồn nhân lực và cơ sở hạ tầng còn hạn chế, chưa tập trung và thiếu sức đột phá.

Có thể nói rằng đóng góp của kết quả hoạt động R&D cho phát triển ứng dụng công nghệ BX&ĐVPX trong công nghiệp ở Việt Nam còn khá khiêm tốn. Điều đó cũng phản ánh đầu tư cho R&D cho lĩnh vực này còn hạn chế đặc biệt là trang thiết bị, phòng thí nghiệm và kinh phí các đề tài, dự án cấp quốc gia còn rất hạn chế và chưa có một chương trình R&D riêng cho lĩnh vực NLNT. Hay nói một cách khác là hoạt động R&D trong lĩnh vực này còn quá khiêm tốn so với nhu cầu thực tế phát triển ứng dụng công nghệ của các ngành công nghiệp.

Trang thiết bị công nghệ bức xạ và nguồn phóng xạ do các doanh nghiệp, tổ chức đầu tư từ nhập khẩu phục vụ ứng dụng thực tiễn. Hoạt động KH&CN thông qua chuyển giao kết quả R&D còn ít tiếp cận và rất hạn chế; một số lĩnh vực ứng dụng công nghệ cao hầu như chưa tiếp cận về hoạt động R&D và đào tạo sau đại học, như soi an ninh- hải quan bằng thiết bị gia tốc tiên tiến, soi chiếu công nghiệp điện tử 2D và 3D, phân tích nguyên tố bằng kỹ thuật PGNA. Chưa có đầu tư phát triển công nghệ gia tốc EB năng lượng thấp, trung bình cho xử lý bức xạ của doanh nghiệp chế tạo cáp điện, lớp ô tô, xử lý nước thải, xử lý khí thải nhiệt điện; chưa có chiến lược phát triển công nghệ chế tạo vật liệu bán dẫn và các vật liệu cao cấp ứng dụng máy gia tốc cây ion. Nhiều cấu phần năng lực ở

trình độ thấp với khoảng cách năng lực lớn hơn 40% như năng lực R&D các lĩnh vực kỹ thuật soi chiếu, NCS, NDT và xử lý bức xạ, năng lực trang thiết bị và nguồn nhân lực soi chiếu, NCS, Xử lý bức xạ, phản ánh mức độ làm chủ công nghệ của Việt Nam có nhiều hạn chế.

Một trong những nguyên nhân dẫn đến hạn chế việc lắp đặt thiết bị có nguồn bức xạ trong các cơ sở công nghiệp của Việt Nam như trong các nhà máy sản xuất xi măng, các nhà máy nhiệt điện than, là khả năng làm chủ thiết bị công nghệ cao còn hạn chế. Các cơ sở sản xuất sử dụng thiết bị gặp nhiều khó khăn trong việc nhập khẩu, lắp bổ sung nguồn, các thủ tục khai báo, cấp phép và trách nhiệm đảm bảo an ninh nguồn phóng xạ do đó hệ thiết bị chỉ sử dụng được một thời gian là phải dừng và chuyển nguồn phóng xạ về lưu giữ trong kho nguồn quốc gia (nhà máy xi măng Xuân Thành - năm 2022). Các cơ sở nghiên cứu chưa có sự kết nối với doanh nghiệp để giải quyết các khó khăn trong bài toán công nghệ của sản xuất.

2. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân, thăm dò, chế biến, khai thác quặng phóng xạ

Thực hiện Nghị quyết số 31/2016/QH14 về việc dừng thực hiện chủ trương đầu tư Dự án ĐHN Ninh Thuận, Thủ tướng Chính phủ đã có Quyết định số 545/QĐ-TTg ngày 20/4/2017 thành lập Ban Công tác liên ngành xử lý công việc sau khi dừng Dự án. Ban Công tác liên ngành xử lý công việc sau khi dừng Dự án đã triển khai các hoạt động để giúp Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ xử lý các vấn đề về kinh tế - tài chính và kỹ thuật khi dừng đầu tư Dự án điện hạt nhân Ninh Thuận.

Phương án phát triển đối với khu vực quy hoạch địa điểm xây dựng NMDHN Ninh Thuận 1 (xã Phước Dinh, huyện Thuận Nam) và 2 (xã Vĩnh Hải, huyện Ninh Hải) thực hiện theo định hướng tại Quy hoạch tỉnh Ninh Thuận thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 đã được Thủ tướng phê duyệt tại Quyết định số 1319/QĐ-TTg ngày 10/11/2023. Cụ thể, giữ các vị trí đã quy hoạch xây dựng các nhà máy điện hạt nhân Ninh Thuận 1 và 2 làm đất dự trữ chiến lược lâu dài cho năng lượng, đảm bảo thuận lợi để thu hồi sau này khi có yêu cầu thực hiện các dự án quan trọng quốc gia.

Hệ thống pháp luật trong lĩnh vực NLNT đã được hình thành và phát huy tác dụng trong thực tiễn. Hệ thống tổ chức và quản lý nhà nước đã được hình thành, bước đầu được quan tâm tăng cường năng lực và phát huy hiệu quả. Tuy nhiên, trong thực tiễn áp dụng còn có một số vướng mắc, bất cập; một số quy định chưa phù hợp với các khuyến cáo của IAEA và thông lệ quốc tế; một số lĩnh vực chưa có quy định trong Luật cần yêu cầu hoàn thiện trong dự án Luật NLNT sửa đổi. Để hoàn thiện hệ thống pháp luật về phát triển, ứng dụng NLNT, cần thiết bổ sung các quy định về phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong các ngành KT-XH trong Luật và các văn bản dưới Luật; các văn bản về chính sách ưu đãi, thu hút chuyên gia trình độ cao làm việc trong lĩnh vực NLNT; cơ chế, chính sách về đào

tạo phát triển nguồn nhân lực. Hiện nay, Bộ đã xây dựng và trình thẩm định hồ sơ đề nghị xây dựng Luật NLNT (sửa đổi).

Bên cạnh đó, thực hiện Nghị Quyết 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 của Bộ Chính trị, công tác đào tạo, bồi dưỡng nhân lực vẫn được duy trì tiếp tục thực hiện, chủ yếu thông qua các hội nghị, hội thảo, các khóa bồi dưỡng do IAEA và các tổ chức tài trợ.

3. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

3.1. Đánh giá về thực trạng về phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực

Chính sách về phát triển KH&CN trong lĩnh vực NLNT đã được quy định tại Điều 17 chương 2 của Luật NLNT: “Nhà nước có chương trình nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ đáp ứng yêu cầu nghiên cứu, phát triển, ứng dụng NLNT trong lĩnh vực kinh tế - xã hội”. Trong giai đoạn 2010-2020 có khoảng 150 đề tài cấp Nhà nước trong lĩnh vực NLNT đã được triển khai với tổng kinh phí khoảng 430 tỷ đồng đã được thực hiện thông qua Quỹ Phát triển KH&CN quốc gia (NAFOSTED), Chương trình “Nghiên cứu, ứng dụng và phát triển công nghệ năng lượng” (KC.05/11-15), Đề án “Phát triển ứng dụng BX&ĐVFX trong công nghiệp đến năm 2020” (do Bộ Công Thương chủ trì), “Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường đến năm 2020” (do Bộ TN&MT chủ trì) và các nhiệm vụ hợp tác theo Nghị định thư. Các kết quả nghiên cứu đạt được là nền tảng cho việc ứng dụng BX&ĐVFX trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, công nghiệp, TN&MT.

Về đào tạo, bồi dưỡng nhân lực: Nhân lực quản lý nhà nước, nghiên cứu - triển khai, ứng dụng NLNT đang đứng trước nguy cơ thiếu hụt chuyên gia, nhân lực trình độ cao, đặc biệt là nhân lực của Bộ KH&CN. Trong giai đoạn, 2014-2024, có trên 150 người đã nghỉ hưu, đa phần là những người có trình độ cao, kinh nghiệm xây dựng triển khai chiến lược, quy hoạch, chương trình, dự án trong lĩnh vực NLNT, giữ vị chủ chốt. Trong tình hình hiện nay, việc đào tạo, bồi dưỡng đội ngũ nhân lực nghiên cứu, ứng dụng trong lĩnh vực NLNT đặc biệt là đội ngũ chuyên gia trình độ cao là rất quan trọng và càng trở lên cấp thiết. Từ năm 2016 đến nay, các hoạt động đào tạo, bồi dưỡng này mới chủ yếu được tổ chức thông qua việc tự đào tạo, kinh phí hoạt động thường xuyên của các cơ quan, hỗ trợ của IAEA và các tổ chức quốc tế. Hầu hết các khóa bồi dưỡng sử dụng nguồn kinh phí thường xuyên, tài trợ của nước ngoài đều là các khóa ngắn hạn 1-2 tuần; số cán bộ được bồi dưỡng chuyên sâu dài hạn không đáng kể. Đặc biệt, việc tham gia các khóa bồi dưỡng ở nước ngoài thông qua hợp tác quốc tế phụ thuộc vào kế hoạch, kinh phí của đơn vị tổ chức, chưa tạo được sự chủ động trong việc tuyển chọn cán bộ và lập kế hoạch bồi dưỡng từ phía các cơ quan liên quan. Như vậy có thể thấy, các hình thức đào tạo, bồi dưỡng hiện có chưa thể đáp ứng được nhu cầu trên.

Vì vậy, cần thiết phải xây dựng kế hoạch quốc gia về bồi dưỡng nhân lực quản lý nhà nước, nghiên cứu - triển khai và hỗ trợ kỹ thuật trong lĩnh vực nghiên cứu, ứng dụng NLNT phục vụ phát triển KT-XH để đảm bảo tính thống nhất, chủ động, hiệu quả, có định hướng trọng tâm, lâu dài.

3.2. Về bảo đảm an toàn, an ninh

Từ năm 2020 đến nay, Cục ATBXHN đã đạt nhiều kết quả trong công tác xây dựng pháp luật, đặc biệt là tiếp tục hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật phục vụ công tác quản lý nhà nước về an toàn, an ninh và thanh sát hạt nhân. Việc xây dựng văn bản quy phạm pháp luật được tập trung ưu tiên cho rà soát, hoàn thiện các văn bản phục vụ cho quản lý nhà nước về ATBX, an ninh nguồn phóng xạ, ứng phó sự cố bức xạ, sự cố hạt nhân và đặc biệt trong giai đoạn này là phục vụ quản lý dự án lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu; đồng thời tiến hành rà soát, chuẩn bị thực hiện nhiệm vụ sửa đổi, bổ sung Luật NLNT năm 2008.

Cục ATBXHN đã triển khai công tác cấp phép, thanh tra xử lý vi phạm nhằm bảo đảm các hoạt động ứng dụng NLNT trong đời sống KT-XH được triển khai an toàn đối với con người, môi trường và hiệu quả trong phát triển kinh tế, an ninh trật tự xã hội.

Bên cạnh đó, các hoạt động triển khai các điều ước quốc tế mà Việt Nam là thành viên đã được Bộ KH&CN triển khai hàng năm. Với vai trò là cơ quan đầu mối, Cục ATBXHN tiếp tục triển khai các hoạt động hợp tác với IAEA về an ninh hạt nhân, hoàn thành các báo cáo thanh sát hạt nhân.

3.3 Đánh giá tình hình thực hiện Quy hoạch Mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia thời kỳ trước

Thực hiện Quyết định số 1636/QĐ-TTg ngày 31/8/2010 của Thủ tướng Chính phủ ban hành phê duyệt “Quy hoạch mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia đến năm 2020”. Bộ KH&CN đã chủ trì, phối hợp với các Bộ, địa phương triển khai xây dựng mạng lưới. Đến nay, Mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia đã dần được hình thành với Trạm điều hành và trạm vùng tại Hà Nội được đặt ở Viện Khoa học và kỹ thuật hạt nhân, các thiết bị online đo phóng xạ đã được lắp đặt tại 11 trạm địa phương¹². Hàng năm công tác cập nhật và bổ sung số liệu quan trắc phóng xạ môi trường tại các trạm được thực hiện nhanh chóng và chính xác, bảo đảm kịp thời phát hiện diễn biến bất thường về bức xạ trên lãnh thổ Việt Nam và hỗ trợ việc chủ động ứng phó sự cố bức xạ, sự cố hạt nhân. Hiện nay, các đơn vị của Bộ KH&CN tham gia thực hiện Dự án hỗ trợ các nước ASEAN thiết lập mạng lưới quan trắc, cảnh báo sớm phóng xạ khu vực ASEAN và tăng cường mạng lưới quốc gia giai đoạn 2020 - 2021 (được gia hạn đến tháng 4/2025) trong khuôn khổ hợp tác giữa các Cơ quan pháp quy hạt nhân khu vực Đông Nam Á (ASEANTOM) và Ủy ban Châu Âu (EC). Song song với đó, các nghiên cứu đánh giá khả năng phát tán và ảnh hưởng của phóng xạ từ các NMDHN gần biên giới

¹² Móng Cái, Bãi Cháy, Lạng Sơn, Hà Nội, Hải Phòng, Đảo Bạch Long Vĩ (Hải Phòng), Cao Bằng, Lào Cai, Sơn La, Nghệ An, Đà Nẵng

Việt Nam cũng được Viện NLNTVN tổ chức thực hiện.

4. Tổng hợp đánh giá hiện trạng phát triển, ứng dụng NLNT

(1) Về ứng dụng BX&ĐVPX

- Hoạt động nghiên cứu, ứng dụng NLNT phục vụ phát triển KT-XH đã đạt được nhiều thành tựu và kết quả nổi bật.

+ Ứng dụng BX&ĐVPX thu được nhiều kết quả có giá trị khoa học và thực tiễn trên nhiều lĩnh vực, đặc biệt trong lĩnh vực y tế đã đạt được nhiều thành tựu trong khám chữa bệnh sử dụng các trang thiết bị, kỹ thuật chẩn đoán và điều trị hiện đại bằng y học hạt nhân, các đồng vị phóng xạ và DCPX sản xuất trong nước bởi lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt và các máy gia tốc cyclotron giúp đáp ứng khoảng 50% nhu cầu trong nước.

Tuy nhiên, thiếu biên chế, thiếu đội ngũ cán bộ chuyên môn và thiếu kinh phí để đầu tư, thành lập mới các trung tâm, các khoa về y học hạt nhân, xạ trị, điện quang tại các vùng: Trung du và miền núi phía Bắc, Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung, Tây Nguyên, Đồng bằng sông Cửu Long.

Việc đào tạo, bổ sung nhân lực chưa đồng bộ với đầu tư trang thiết bị. Việt Nam hiện chưa xây dựng được năng lực về bảo dưỡng, sửa chữa, lắp ráp, chế tạo một số chủng loại thiết bị ghi đo hạt nhân, thiết bị laser và máy gia tốc của nước ta (ngoài một số thành công bước đầu về nghiên cứu, chế tạo, lắp ráp thiết bị X-quang y tế). Chưa làm chủ được các kỹ thuật liên quan đến kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế, các kỹ thuật chẩn đoán và can thiệp liều cao đối với phụ nữ và trẻ em.

Bên cạnh đó, việc phối hợp các ngành trong công tác kiểm tra, đảm bảo chất lượng, đảm bảo ATBX trong chẩn đoán và điều trị bệnh cũng chưa được thường xuyên. Để có thể tăng cường đầu tư cho ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế cần có cơ chế về tài chính phù hợp để huy động nguồn tài chính từ ngân sách Nhà nước và địa phương, cũng như chính sách khuyến khích đầu tư theo chủ trương xã hội hóa trong ngành y tế để phát triển về điện quang, xạ trị và y học hạt nhân. Ngoài ra, chúng ta cũng cần đẩy mạnh liên kết, phối hợp các Bộ, ngành trong đào tạo nguồn nhân lực, bác sỹ chuyên khoa xạ trị, bác sỹ y học hạt nhân, kỹ thuật viên xạ trị, y học hạt nhân, nhân viên VLYK.

+ Ứng dụng kỹ thuật đồng vị trong lĩnh vực TN&MT có những kết quả nhất định trong thăm dò, đánh giá tài nguyên urani, tài nguyên nước, dự báo và phòng ngừa thiên tai, bảo vệ môi trường. Phát triển, ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường chưa được thực hiện đồng bộ, thiếu đầu tư cho trang thiết bị và đào tạo nhân lực, thiếu sự liên kết, phối hợp chặt chẽ với các ngành khoa học, công nghệ khác để khai thác thế mạnh, đạt hiệu quả ứng dụng cao. Một số nhiệm vụ, đề án đã được triển khai có kết quả, tuy nhiên nguồn kinh phí được cấp còn chưa tương xứng với nhiệm vụ và kế hoạch, tiến độ đạt ra.

Trong thời gian tới, cần tích cực triển khai ứng dụng các kỹ thuật hạt nhân và đồng vị có hiệu quả trong các lĩnh vực của ngành TN&MT; nâng cấp các phòng

thí nghiệm và đào tạo cán bộ chuyên sâu; nghiên cứu tiếp cận các kỹ thuật, công nghệ mới tiến tới chủ động áp dụng trong lĩnh vực TN&MT.

+ Lĩnh vực nông nghiệp có những bước tiến đáng kể trong chọn tạo giống cây trồng bằng phương pháp đột biến chiếu xạ kiểm dịch nông sản, thủy sản. Việt Nam được IAEA đánh giá là quốc gia đứng thứ tám thế giới trong lĩnh vực nghiên cứu đột biến tạo giống. Tuy nhiên, các nghiên cứu triển khai ứng dụng NLNT trong lĩnh vực nông nghiệp chưa có được sự đầu tư về cơ sở vật chất, nhân lực tương xứng với tiềm năng và triển vọng. Trong thời gian tới, nâng cao năng lực nghiên cứu - triển khai, tiếp cận và làm chủ các kỹ thuật tiên tiến trong chọn giống cây trồng đột biến; kiểm soát côn trùng, dịch hại, bảo vệ thực vật; quản lý đất trồng, nước tưới tiêu và chế độ canh tác; chăn nuôi và thú y; chế biến và bảo quản thực phẩm; có được một số ứng dụng NLNT trong nông nghiệp đạt trình độ khu vực và quốc tế; tăng cường ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp nhằm nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả, bảo đảm an ninh lương thực, đẩy mạnh xuất khẩu, góp phần tích cực vào phát triển nền nông nghiệp bền vững, thích ứng biến đổi khí hậu.

+ Ứng dụng bức xạ trong công nghiệp cũng góp phần trực tiếp phục vụ nhu cầu sản xuất trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật quan trọng như dầu khí, hoá chất, giao thông, xây dựng. Trong giai đoạn tới, tăng cường ứng dụng kiểm tra không phá hủy, chiếu xạ công nghiệp, hệ điều khiển hạt nhân, soi chiếu và kỹ thuật đánh dấu trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác phục vụ kiểm soát và bảo đảm chất lượng các dự án, công trình, dây chuyền, sản phẩm; đẩy mạnh các hoạt động chuyển giao công nghệ BX&ĐVPX tiên tiến; bảo đảm phát triển bền vững, đa ngành, liên ngành.

Nhìn chung, ứng dụng BX&ĐVPX có nhiều tiềm năng, triển vọng, tuy nhiên đầu tư của Bộ, ngành và sự quan tâm của doanh nghiệp còn chưa tương xứng. Cơ chế xã hội hóa đã được áp dụng đặc biệt là trong lĩnh vực y tế, chiếu xạ quy mô công nghiệp, một số loại hình dịch vụ công nghệ hạt nhân, tuy nhiên cần có những giải pháp để phát huy hiệu quả.

(2) Về phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

- Các nghiên cứu ứng dụng BX&ĐVPX đã đạt được nhiều kết quả trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, công nghiệp, TN&MT. Tuy nhiên nội dung và đối tượng nghiên cứu có sự dàn trải, thiếu tập trung, thiếu quy hoạch định hướng, trùng lặp, chưa thực sự bám sát yêu cầu giải quyết các nhiệm vụ về phát triển KT-XH từ thực tiễn. Còn ít các đề xuất nghiên cứu mới có tính chất đột phá, có triển vọng ứng dụng hiệu quả và có khả năng tăng cường năng lực KH&CN ở một số lĩnh vực. Việc thương mại hóa các sản phẩm, thiết bị từ kết quả nghiên cứu còn nhiều hạn chế do những lý do khách quan từ thị trường và do đầu tư hoàn thiện công nghệ chưa đạt ngưỡng, thiếu sự liên kết thường xuyên với các doanh nghiệp, cơ sở ứng dụng. Mặc dù chưa có đánh giá về việc nâng cao trình độ KH&CN trực tiếp và gián tiếp từ các kết quả đầu tư trong giai đoạn vừa qua nhưng sơ bộ có thể

nhận thấy sự phát triển năng lực KH&CN ở các nhóm chuyên môn, phòng thí nghiệm chưa tăng lên đáng kể; việc hình thành các nhóm nghiên cứu mới còn hiếm; một số nhóm nghiên cứu có nguy cơ suy giảm về lực lượng rõ rệt.

- Đội ngũ cán bộ tuy đông đảo nhưng đang có nguy cơ thiếu hụt lực lượng chuyên gia.

- Đã hình thành hành lang pháp lý và hệ thống quản lý trong lĩnh vực NLNT, trong đó một hệ thống các văn bản quy phạm pháp luật và hàng loạt cơ chế, chính sách, đề án, kế hoạch, dự án đã được xây dựng và tổ chức thực hiện, tuy nhiên vẫn cần tiếp tục hoàn thiện trong vấn đề phát hiện phóng xạ trong sắt thép phế liệu, quản lý nguồn phóng xạ đã qua sử dụng, thu hút chuyên gia trong lĩnh vực NLNT,...

- Hạ tầng kỹ thuật phục vụ bảo đảm ATBX, an ninh hạt nhân và ứng phó sự cố chưa được hoàn thiện: chưa có kho quốc gia lưu giữ tập trung chất thải phóng xạ và nguồn phóng xạ đã qua sử dụng, mạng QT&CBPXMT quốc gia mới ở mức sơ khởi.

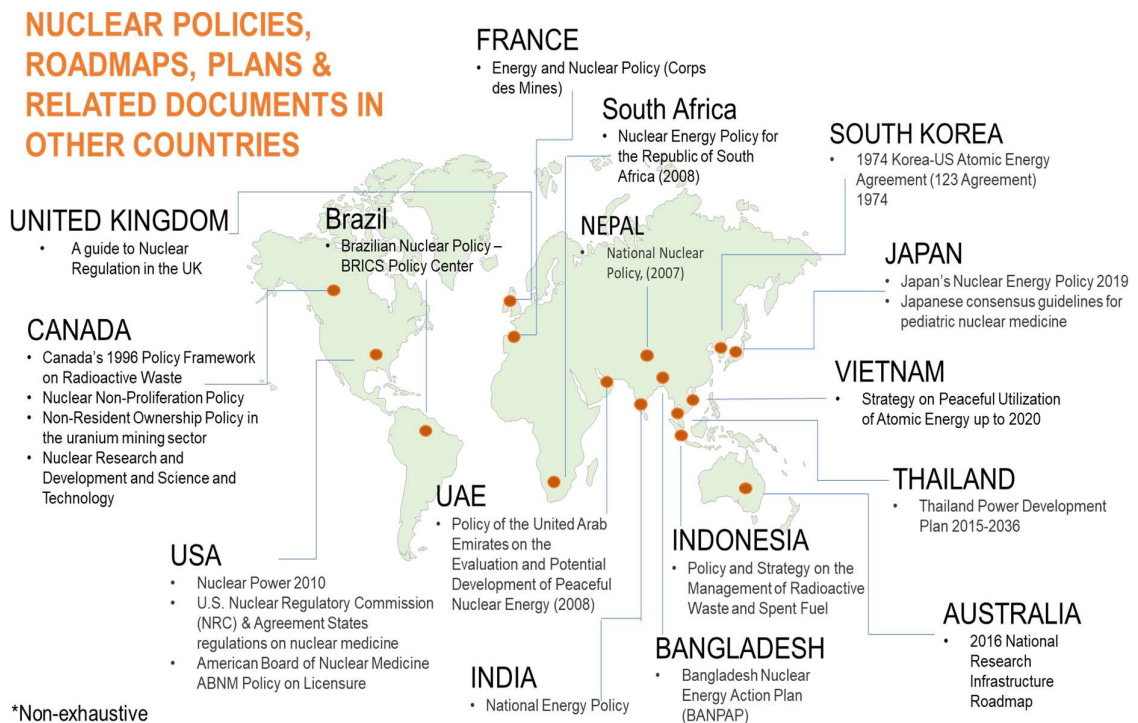
- Công tác phát triển cơ sở hạ tầng năng lực hạt nhân trong giai đoạn qua đã đạt được nhiều kết quả trên các lĩnh vực như xây dựng hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, đào tạo và phát triển nguồn nhân lực, lựa chọn địa điểm, nghiên cứu công nghệ và an toàn NMDHN... Tuy nhiên, vẫn cần triển khai một khối lượng công việc lớn để hoàn thiện cơ sở hạ tầng hạt nhân cho Dự án Trung tâm Khoa học và công nghệ hạt nhân. Cần thiết phải duy trì và phát huy kết quả công tác xây dựng cơ sở hạ tầng năng lực hạt nhân đã đạt được trong giai đoạn qua, bao gồm việc sử dụng hiệu quả nguồn nhân lực đã được đào tạo, tiếp tục phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, triển khai các cam kết quốc tế trong phát triển ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình.

CHƯƠNG III. DỰ BÁO TRIỂN VỌNG, NHU CẦU PHÁT TRIỂN, ỨNG DỤNG NLNT VÀ NGUỒN NHÂN LỰC TRONG THỜI KỲ QUY HOẠCH

I. Tình hình và xu thế phát triển, ứng dụng NLNT trên thế giới

1. Tổng quan về phát triển, ứng dụng NLNT trên thế giới

Ứng dụng NLNT được phát triển rộng rãi trên toàn thế giới với 2 lĩnh vực ĐHN và ứng dụng BX&ĐVPX.



Hình 4. Các chính sách về hạt nhân, lộ trình, kế hoạch và các tài liệu có liên quan trên thế giới

Xu hướng toàn cầu cho thấy NLNT là một trong những lĩnh vực tiên tiến then chốt, có khả năng cung cấp giải pháp cho các vấn đề lớn trong các lĩnh vực kinh tế- xã hội. Khi các nước láng giềng đang đạt được những tiến bộ vững chắc trong lĩnh vực này, Việt Nam cần tận dụng thế mạnh và lợi thế so sánh của mình để xây dựng, phát triển ứng dụng NLNT bền vững và tham gia vào chuỗi giá trị toàn cầu để NLNT có thể nâng cao chiến lược của Việt Nam trong quá trình hướng tới một quốc gia công nghệ cao, như mong muốn trong Chính sách quốc gia về khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo giai đoạn 2021-2030.

2. Tình hình và xu thế phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trên thế giới

2.1. Trong y tế

2.1.1. Tình trạng mắc bệnh không lây nhiễm và liệu bệnh nhân

Nhận thức được sự gia tăng tỷ lệ mắc bệnh ung thư trên toàn cầu và nhu cầu kiểm soát can thiệp ung thư hiệu quả, nhiều tổ chức quốc tế, cơ quan chuyên

môn đã đề xuất các chiến lược để cải thiện các lựa chọn điều trị và giảm tỷ lệ tử vong cùng với việc giảm thiểu tỷ lệ mắc bệnh. Bất chấp có những nỗ lực này, ước tính có khoảng 9,6 triệu ca tử vong trong năm 2018 là do căn bệnh không lây nhiễm này, khiến nó trở thành nguyên nhân gây tử vong đứng thứ hai trên toàn thế giới. Nếu không được kiểm soát, điều này sẽ tiếp tục gia tăng về quy mô, với ước tính khoảng **29,5 triệu ca mắc mới và 16,3 triệu ca tử vong xảy ra trên toàn thế giới vào năm 2040 (tỷ lệ tử vong chiếm 55%)**¹³. Mặc dù người ta đã biết và chấp nhận rộng rãi rằng các dịch vụ điều trị ung thư phải bao gồm xạ trị, việc tiếp cận như vậy vẫn còn rất hạn chế ở nhiều nơi trên thế giới, đặc biệt là ở các nước có thu nhập thấp và trung bình.

Theo số liệu thống kê của Cơ quan Nghiên cứu ung thư quốc tế (IACR, WHO) vừa công bố về tình hình ung thư hiệu chỉnh theo độ tuổi của 185 quốc gia, vùng lãnh thổ năm 2020 thì so với năm 2018, thế giới ghi nhận thêm hơn 2 triệu ca mắc mới ung thư, lên gần 19,3 triệu ca và số ca tử vong tăng từ 9,6 triệu ca (2018) lên 9,96 triệu ca (2020)¹⁴ (tỷ lệ tử vong do ung thư vào khoảng 51,6%).

Theo báo cáo mới nhất của tổ chức UNSCEAR 2020-2021, hơn 4,2 tỷ người thực hiện kiểm tra chẩn đoán X-quang hàng năm trên thế giới, trong tổng dân số 7,2 tỷ người. Bên cạnh đó, một trong những đóng góp to lớn và hiệu quả của bức xạ ion hóa trong lĩnh vực ung thư đó là xạ trị. Xạ trị trở thành một trong những công cụ quan trọng để điều trị cho các bệnh nhân ung thư.

Trong hơn 10 năm qua, trên thế giới đã có sự phát triển rất nhanh chóng trong nghiên cứu lâm sàng và ứng dụng xạ trị cắt bỏ lập thể hoặc xạ trị định vị cơ thể cho các vị trí khác nhau trên cơ thể. Với sự tiến bộ của công nghệ hướng dẫn bằng hình ảnh, việc sử dụng liệu pháp xạ trị cơ thể lập thể đã được mở rộng từ phổi, gan và cột sống đến đầu và cổ, thận, tuyến tiền liệt, tuyến thượng thận và đường sinh sản nữ. Có bằng chứng rõ ràng về hiệu quả kiểm soát tại chỗ cũng như giảm hoặc giữ nguyên độc tính trong điều trị di căn đa ổ. Với tỉ lệ kiểm soát (khối u) tại chỗ sau 3 năm đạt 88-100%, tỉ lệ sống thêm toàn bộ đạt 60-70% cũng như giảm thiểu tác dụng phụ, xạ trị lập thể nổi lên như một chuẩn điều trị mới cho ung thư phổi không tế bào nhỏ giai đoạn 1 không thể phẫu cũng như với các khối u phẫu thuật khó khăn.

Sử dụng bức xạ ion hóa trong y tế là một trong những ứng dụng lâu đời nhất của bức xạ ion hóa. Năm 2008, ước tính số lượng thủ tục chẩn đoán và can thiệp X-quang hàng năm trên toàn thế giới là 3,6 tỷ, số lượng thủ tục y học hạt nhân ước tính là hơn 30 triệu và số lượng thủ tục xạ trị ước tính là hơn 5 triệu. Số lượng các thủ tục như vậy đã tiếp tục tăng kể từ đó. Những ứng dụng y tế này mang lại lợi ích sức khỏe cộng đồng rất đáng kể. Có nhiều bằng chứng cho thấy khoảng một nửa số bệnh nhân được chẩn đoán mắc bệnh ung thư cần ít nhất một đợt xạ trị trong thời gian mắc bệnh và tỷ lệ này đạt 87% trong trường hợp ung thư vú. Điều này cho thấy nhu cầu sử dụng các kỹ thuật bức xạ và hạt nhân trong chẩn

¹³ Global Radiotherapy: Current Status and Future Directions - White Paper

¹⁴ <https://ykhoaphuocan.vn/thread/sukien/ngay-ung-thu-the-gioi-2021>

đoán và điều trị ngày càng cao, các kỹ thuật này đã trở thành những công cụ rất quan trọng và không thể thiếu trong một nền y tế hiện đại.

Bên cạnh đó, các bệnh lý lây nhiễm truyền thống và mới nổi đã và đang có thể, thậm chí có thể gây ra các bệnh lý mới như đại dịch Covid-19 vừa qua. Hơn nữa, hiện nay, các bệnh lý tim mạch, nội tiết và chuyển hoá... cũng gia tăng cùng với trong xã hội hiện đại đòi hỏi các phương pháp chẩn đoán phát hiện, dự phòng bệnh và điều trị bệnh kịp thời, trong đó có các ứng dụng các kỹ thuật sử dụng bức xạ ion hóa trong y tế.

2.1.2. Những thành tựu mới trong xạ trị, y học hạt nhân và điện quang

Xạ trị là một liệu pháp điều trị rất hiệu quả và là một trong những thành phần quan trọng của quá trình điều trị ung thư trên toàn thế giới. Với sự phát triển của khoa học và công nghệ, xạ trị đã có những bước phát triển vượt bậc với những kỹ thuật tiên tiến và công nghệ cao trong xạ trị sử dụng máy gia tốc như xạ trị điều biến cường độ chùm tia (Intensity-modulated radiation therapy -IMRT), liệu pháp điều biến thể tích hình cung (VMAT), liệu pháp xạ trị hướng dẫn bằng hình ảnh, còn được gọi là IGRT. Những kỹ thuật này làm cho liệu pháp xạ trị ngày càng chính xác, trúng đích hơn và giảm thiểu các tác động xấu đến các tế bào lành xung quanh khối u, đồng nghĩa với việc giảm thiểu tác dụng phụ đối với bệnh nhân, tăng hiệu quả điều trị. Bên cạnh xạ trị bằng gia tốc kể trên, xạ trị áp sát (brachyradiotherapy) và các phương pháp xạ trị tiên tiến khác như proton, ion nặng, xạ trị Boron bắt neutron cũng là các phương pháp đã và đang được phát triển và sử dụng trên thế giới.

Xạ trị dựa chủ yếu vào các lĩnh vực như vật lý, toán học, khoa học máy tính và kỹ thuật điện toán, cũng như sinh học bức xạ, khiến nó trở thành một lĩnh vực thực sự liên ngành, không thể so sánh với nhiều ngành lâm sàng khác, các liệu pháp trị liệu ung thư hiệu quả phải là sự kết hợp đa ngành: giữa xạ trị với miễn dịch học, giữa xạ trị với kỹ thuật ảnh phân tử.

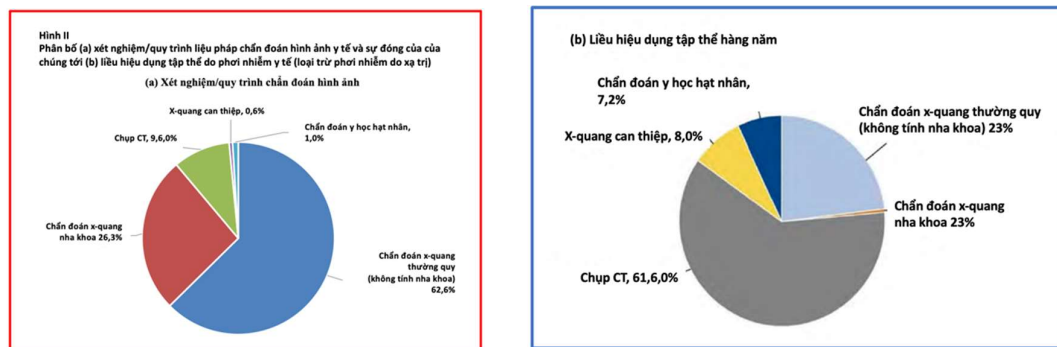
Một trong những hướng đi đầy hứa hẹn trong y học hạt nhân là sự phát triển liệu pháp kết hợp giữa chẩn đoán và điều trị (Theranostics) dựa trên nền tảng các kỹ thuật y học hạt nhân hiện đại như SPECT, PET, hình ảnh phân tử, hình ảnh lai ghép kết hợp với hoá mô miễn dịch, sinh học phân tử và miễn dịch học hiện đại. Song song với phát triển liệu pháp này chúng ta cần thúc đẩy nghiên cứu các dược chất phóng xạ mới và các dược chất khác phù hợp, tương ứng khác phù hợp với sự phát triển y học hạt nhân trong nước và thế giới.

Việc triển khai các giao thức chẩn đoán X-quang dựa trên trí tuệ nhân tạo (AI) ở các nước có thu nhập thấp và trung bình có thể nâng cao độ chính xác trong chẩn đoán, theo dõi, mô tả đặc điểm của bệnh và cung cấp các quy trình thu thập, xử lý, phân đoạn và phân tích hình ảnh hiệu quả, nhưng nó cũng có thể có những điểm yếu liên quan đến nhu cầu dữ liệu lớn, chi phí ban đầu và bảo trì lớn cũng như trình độ chuyên môn kỹ thuật của các chuyên gia cũng như số lượng chuyên gia không đầy đủ.

Để triển khai hiệu quả các kỹ thuật và công nghệ tiên tiến này ngoài việc đầu tư trang thiết bị, việc đào tạo đội ngũ chuyên gia cũng rất quan trọng. Việc này, không chỉ cần có kế hoạch liên quan tới đầu tư mà cần cả thời gian để đào tạo nguồn nhân lực đủ trình độ.

2.1.3. Phơi nhiễm bức xạ trong lĩnh vực y tế

Bên cạnh những đóng góp tích cực nêu trên, bức xạ ion hóa có thể gây hại và cần áp dụng cách tiếp cận có hệ thống để đảm bảo rằng cần có sự cân bằng giữa việc tận dụng những mặt có lợi từ việc sử dụng bức xạ ion hóa trong y tế và giảm thiểu nguy cơ ảnh hưởng bức xạ đối với bệnh nhân, nhân viên và thành viên công chúng. Phơi nhiễm bức xạ trong y tế hiện đã trở thành nguồn phơi nhiễm lớn nhất hiện nay.



Hình 5. Phân bố phơi nhiễm y tế (liều tập thể)

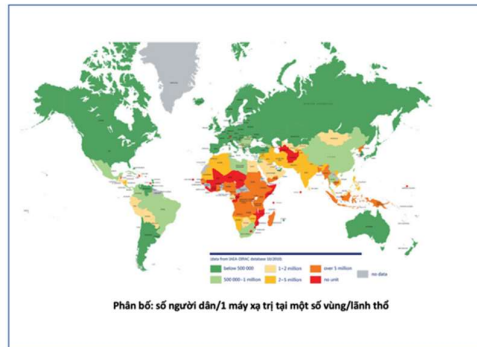
Cũng theo báo cáo 2020-2021 của tổ chức UNSCEAR thế giới - Ủy ban khoa học Liên hiệp quốc, tỷ lệ chụp CT chỉ chiếm 9,6%, can thiệp chiếm 0,8% y học hạt nhân chiếm 1% và X-quang thường quy chiếm 62,8% nhưng liều tập thể do chụp CT chiếm 61,6%, can thiệp chiếm 8% y học hạt nhân chiếm 7,2% và X-quang thường quy chiếm 23% (xem hình 1). Có thể thấy đóng góp liều từ X-quang can thiệp đứng thứ nhất sau đó là chụp CT. Tuy nhiên đóng góp liều từ chụp CT là lớn nhất. Trong công bố mới đây, các tác giả đã tổng kết và đánh giá liều bệnh nhân đã tái chụp CT nhiều lần ở 35 nước trong Khối Thị trường chung Châu Âu (OECD). Kết quả cho thấy có khoảng 2,5 triệu bệnh nhân ước tính nhận được liều tích lũy hiệu dụng $CED \geq 100$ mSv trên tổng dân số khoảng 1,2 tỷ người của các quốc gia này, tức là chiếm 0,21% dân số. IAEA đã ghi nhận được rằng có hơn 1% trong tổng số 2,5 triệu bệnh nhân chụp CT tái chụp nhiều lần trong thời gian từ 1-5 năm đã nhận được liều tích lũy $CED \geq 100$ mSv. Có trường hợp bệnh nhân nhận 100 mSv chỉ trong một ngày.

Sách trắng của Hiệp hội Điện quang Hoa kỳ (The American College of Radiology (ACR) White Paper noting đã lưu ý: “Sự phát triển nhanh chóng của kỹ thuật chụp CT và một số nghiên cứu y học hạt nhân nhất định có thể

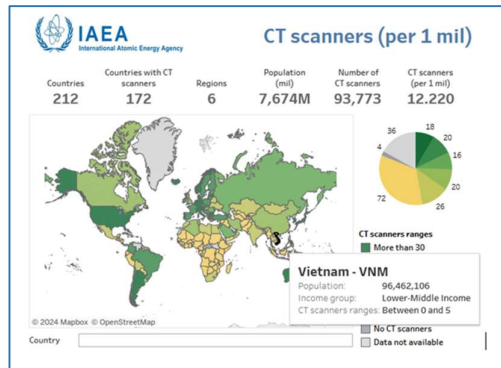
sẽ làm tăng tỷ lệ mắc bệnh ung thư liên quan đến bức xạ trong một tương lai không xa”^{15,16}.

2.1.4. Mạng lưới xạ trị trên thế giới

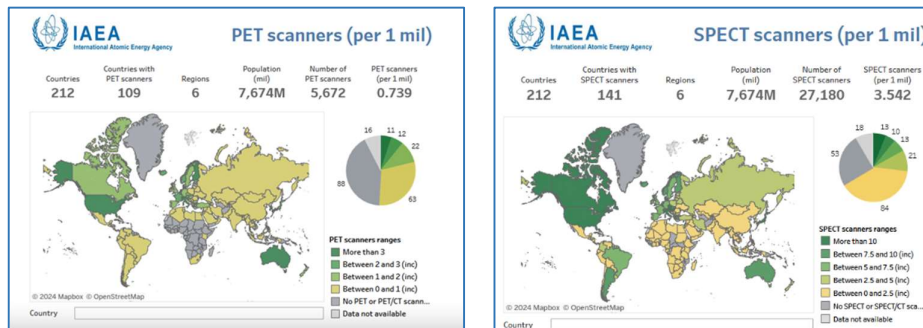
Từ Hình 6 có thể thấy các nước có thu nhập cao và trung bình có tỉ số máy xạ trị/triệu dân lớn hơn 2 máy/triệu dân (các nước có màu xanh). Theo thống kê của IAEA¹⁷, Việt Nam thuộc nhóm cỡ từ 2-5 triệu dân/1 đầu máy (các nước có màu vàng) tại thời điểm 2017.



Hình 6. Phân bố số người/máy xạ trị tại một số vùng và lãnh thổ trên thế giới



Hình 7. Phân bố số máy CT /triệu người tại một số vùng và lãnh thổ trên thế giới



Hình 8. Phân bố số máy PET & SPECT/triệu người tại một số vùng và lãnh thổ trên thế giới

¹⁵ <https://www.jacr.org/action/showPdf?pii=S1546-1440%2807%2900108-1>

¹⁶ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3479887/>

¹⁷ **RADIOTHERAPY IN CANCER CARE: FACING THE GLOBAL CHALLENGE, 2017, p.18)**

Từ Hình 6 và 7, theo thống kê của IAEA năm 2024, Việt Nam có số CT trên 1 triệu dân nằm trong khoảng từ 0-5 máy/triệu dân. Số máy PET trên 1 triệu dân nằm trong khoảng 0-1 máy/ triệu dân và số máy SPECT: 0-2.5 máy/ triệu dân.

2.1.5. Dự báo nhu cầu nguồn nhân lực bác sĩ chuyên khoa, kỹ thuật viên y học bức xạ và nhân viên vật lý y khoa

Bảng ... dưới đây trình bày thực trạng nguồn nhân lực VLYK tại 6 vùng trên thế giới (số nhân viên vật lý y khoa/triệu dân). Mật độ nhân viên vật lý khoa (VLYK) cao nhất là ở Mỹ và Canada (24,5 nhân viên VLYK/triệu dân), thấp nhất là ở Châu Phi (0,62 nhân viên VLYK/triệu dân) ở vùng Châu Á Thái bình dương (2,67 nhân viên VLYK/triệu dân).

Bảng 6. Phân bố nguồn nhân lực VLYK trên thế giới

STT	Vùng/Nước	Số nhân viên VLYK	Dân số, triệu	Nhân viên VLYK/triệu dân
01	Bắc Mỹ (USA& Canada)	9000	338+38=368	24,46
02	EFOMP	9000	750	12,00
03	FAMPO	800	1300	0,62
04	ALFIN	1400	700	2,00
05	MEFOMP	600	400	1,5
06	AFOMP	11051	4132	2,67

EFOMP Hiệp hội Vật lý y khoa Châu Âu, FAMPO Hiệp hội Vật lý y khoa Châu Phi, ALFIN Hiệp hội Vật lý y khoa Châu Mỹ La Tinh, MEFOMP Hiệp hội Vật lý y khoa Trung Cận Đông, AFOMP Hiệp hội Vật lý y khoa Châu Á Châu Đại dương, VLYK nhà vật lý y khoa

Mật độ nhân viên VLYK ở Nhật Bản hiện nay là 16,6/triệu dân.

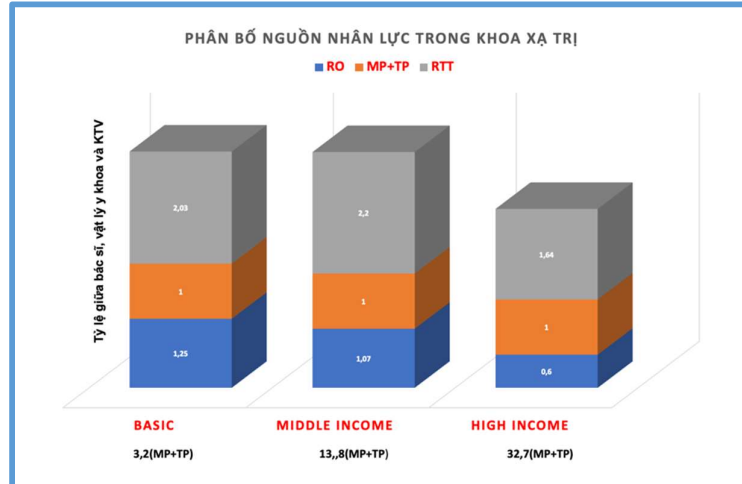
Nguồn nhân lực VLYK mới ước tính, chỉ dành cho nhu cầu xạ trị đến năm 2035, được đào tạo trên toàn cầu sẽ vào khoảng:

- 17.200 (đối với các quốc gia có thu nhập cao);
- 12.500 (đối với các nước có thu nhập trung bình cao);
- 7.200 (đối với các nước có thu nhập trung bình thấp);
- 2.400 (đối với các nước có thu nhập thấp).

Việc bổ sung thêm nhu cầu nguồn nhân lực VLYK đối với chẩn đoán hình ảnh y tế sẽ dẫn đến việc tăng gấp ba số lượng nhân viên VLYK trong hai thập kỷ tới (205-2035)¹⁸.

Hình 9 trình bày phân bố nguồn nhân lực bác sĩ chuyên khoa, kỹ thuật viên xạ trị và nhân viên VLYK tại cơ sở xạ trị theo 3 mô hình khác nhau:

¹⁸ <http://www.mpijournal.org/pdf/2016-02/MPI-2016-02.pdf>



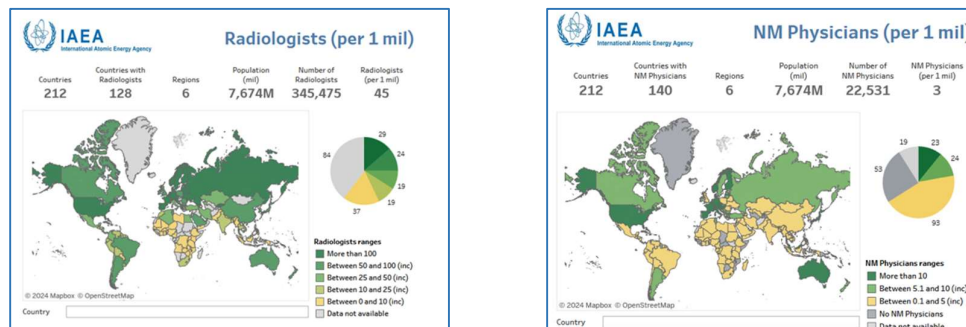
Hình 9. Phân bố nguồn nhân lực trong khoa xạ trị¹⁹

1/ Mô hình cơ sở xạ trị cơ bản (ngoài các thiết bị phụ trợ, mỗi cơ sở có từ 1-2 máy xạ trị đơn giản, đơn giải năng lượng).

2/ Mô hình cơ sở xạ trị đào tạo lớn ở nước có thu nhập trung bình (ngoài các thiết bị phụ trợ, mỗi cơ sở có từ 2-6 máy xạ trị đa giải năng lượng và có thể có thêm một số máy xạ trị đơn giản).

3/ Mô hình cơ sở xạ trị đào tạo lớn ở nước có thu nhập cao (ngoài các thiết bị phụ trợ, mỗi cơ sở có từ 6-8 máy máy xạ trị đa giải năng lượng và có thể có thêm một số máy đơn giản).

Trục tung của Hình 10 mô tả tỷ lệ nhu cầu nguồn nhân giữa bác sĩ chuyên khoa, kỹ thuật viên xạ trị so với nguồn nhân lực VLYK tương ứng với 3 mô hình khoa xạ trị nêu trên.



Hình 10. Phân bố nguồn nhân lực bác sĩ điện quang và y học hạt nhân tại một số vùng trên thế giới

Theo thống kê của IAEA năm 2024, Việt Nam có số bác sĩ điện quang trong khoảng từ 25-50 bác sĩ điện quang/triệu dân và 0,1-5 bác sĩ y học hạt nhân/triệu dân (xem Hình 10).

¹⁹https://indico.cern.ch/event/661597/contributions/2731062/attachments/1548469/2431674/PUB1705_HHR13.pdf

2.2. Trong ngành TN&MT

a) Khí tượng thủy văn

* Kỹ thuật neutron tia vũ trụ hỗ trợ quan trắc độ ẩm đất

Áp dụng phương pháp sử dụng tia neutron vũ trụ, người ta xác định được độ ẩm đất trung bình trong vùng không gian có bán kính đến 260 m, với độ sâu lên tới vài decimet, cung cấp một quy mô giám sát độ ẩm đất chưa từng có. Đây có lẽ là phương pháp hiện trường mạnh nhất để tự động quan sát độ ẩm của đất. Phương pháp này đã được IAEA hướng dẫn sử dụng và được triển khai phổ biến ở Châu Âu.

* Kỹ thuật đồng vị đánh giá thay đổi đường bờ, vùng ven biển, truy xuất nguồn gốc trầm tích

Bằng cách phân tích các đồng vị đánh dấu trong vùng nước ven biển, các nhà khoa học có thể theo dõi nguồn gốc của khối nước, xác định các nguồn gây ô nhiễm và đánh giá sức khỏe hệ sinh thái ven biển; tìm hiểu động lực trầm tích, tốc độ xói mòn và nguồn gốc trầm tích. IAEA đã có các ấn phẩm hướng dẫn sử dụng kỹ thuật hạt nhân đánh giá mức độ hòa trộn nước từ đất liền đổ ra biển; vị để xác định nguồn gốc trầm tích.

* Quan trắc, đánh giá thay đổi chế độ mưa và phân bố mưa khu vực bằng kỹ thuật thủy văn

Trên thế giới, có nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu và công bố kết quả về ứng dụng kỹ thuật thủy văn đồng vị đánh giá thay đổi lượng nước mưa trong khu vực.

b) Quản lý tài nguyên nước

Thủy văn đồng vị đã được sử dụng để nghiên cứu và quản lý tài nguyên nước ngày càng rộng rãi trên thế giới nói chung và khu vực ASEAN nói riêng với độ tin cậy và tính đặc thù cao. Kỹ thuật đồng vị thủy văn có thể cung cấp thông tin nguồn gốc và sự thay đổi các nguồn hơi ẩm, sự thay đổi về lượng mưa, phân bố mưa, lưu lượng các dòng chảy mặt và bổ cấp cho nước dưới đất ở điều kiện bình thường cũng như trong điều kiện bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu. Kỹ thuật đồng vị thủy văn cũng rất hiệu quả để xác định nguồn gốc hình thành của nước dưới đất, động học các tầng chứa nước; nguồn gốc chất ô nhiễm, hướng và tốc độ lan truyền ô nhiễm trong tầng chứa nước... ; cải tiến kỹ thuật tưới tiêu, sử dụng phân bón; tối ưu hóa công đoạn có sử dụng nước trong công nghiệp.

IAEA đã hỗ trợ và phổ biến ứng dụng kỹ thuật đồng vị thủy văn trong quản lý và bảo vệ tài nguyên và môi trường nước. Hiện nay, đã có những trung tâm, cơ sở nghiên cứu và ứng dụng thủy văn đồng vị lớn, hiện đại mang tính dẫn dắt tại các nước rất phát triển (Mỹ, Trung Quốc). Tại khu vực Châu Á-Thái Bình Dương, ngoài các nước tiên phong với tiềm lực khoa học công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực này như Trung Quốc, Australia, Pakistan, kỹ thuật đồng vị thủy văn cũng đang ngày càng được ứng dụng rộng rãi, hiệu quả tại các nước trong khu vực, kể cả Việt Nam để quản lý bền vững tài nguyên nước và môi trường nước.

c) Bảo vệ môi trường

- Nghiên cứu ô nhiễm môi trường sử dụng các kỹ thuật phân tích hạt nhân và liên quan cho phép theo dõi biến động của tình trạng ô nhiễm môi trường không khí, đất, nước và biển trên một số địa bàn trong nước. Kỹ thuật hạt nhân và đồng vị được sử dụng đánh giá khả năng lưu trữ carbon của đại dương, tác động của quá trình axit hóa đối với các sinh vật biển, những thay đổi trong quá khứ về độ axit của đại dương và những tác động đến các kịch bản khí hậu trong tương lai.

Từ năm 2020, IAEA đã xây dựng các phương pháp tiếp cận chiến lược theo 4 giai đoạn cho các giải pháp xử lý rác thải nhựa. Hiện nay, một mạng lưới giám sát rác thải nhựa đã được hình thành và triển khai ở có 55 Phòng thí nghiệm.

- Đối với chất hữu cơ khó phân hủy: IAEA hỗ trợ phát triển, trình diễn và triển khai công nghệ bức xạ để xử lý các chất ô nhiễm công nghiệp, điều tra sự phân hủy các chất hữu cơ do bức xạ như nước thải từ ngành công nghiệp dệt nhuộm, có thể được sử dụng để biến đổi các chất ô nhiễm khác nhau thành các chất ít độc hại hơn hoặc giảm chúng xuống mức dưới nồng độ cho phép. Thông qua một quá trình gọi là 'vệ sinh', chúng cũng được sử dụng để xử lý bùn thải phù hợp cho ứng dụng nông nghiệp. Một số quốc gia thành viên cũng đang tham gia vào các dự án thí điểm xử lý polychlorin biphenyls (PCB) trong dầu biến áp bằng máy gia tốc chùm tia điện tử.

- Xử lý khí thải công nghiệp: Ô nhiễm không khí là một vấn đề quan trọng trong môi trường toàn cầu, trong đó, nhà máy nhiệt điện đốt than là nguồn gây ô nhiễm không khí nghiêm trọng nhất. Trên thế giới có nhiều nhà máy nhiệt điện đã lắp đặt các máy gia tốc điện tử để xử lý các khí thải nhờ bức xạ ion hóa và kết hợp nước amôniac để tạo ra sản phẩm phụ là phân bón, ví dụ như tại Indianapolis (Hoa Kỳ), Karlsruhe (Badenwerk, Đức), Nagoya (Nhật Bản), Kaweczyn (Ba Lan), Chengdu, Beijing (Trung Quốc)...

Bên cạnh đó, người ta cũng đã sử dụng các kỹ thuật đồng vị để thu thập được dữ liệu để xác định, quan trắc và quản lý các nguồn phát thải khí nhà kính.

* Quản lý tài nguyên đất: Kỹ thuật sử dụng các đồng vị phóng xạ rơi lắng tự nhiên và nhân tạo hỗ trợ quản lý tài nguyên đất, đánh giá tình trạng xói mòn đất, nhận diện sớm các vùng canh tác có nguy cơ suy thoái đất cao; đánh giá hiệu quả các giải pháp bảo vệ đất hiện hữu trên quy mô lưu vực, từ đó xây dựng chiến lược bảo tồn đất, giảm thiểu xói mòn với các mô hình canh tác tối ưu. Bên cạnh đó, kỹ thuật địa vật lý giếng khoan cung cấp thông tin quan trọng trong việc đánh giá đặc tính vật lý của sự hình thành địa chất.

* Trong địa chất khoáng sản

Các kỹ thuật hạt nhân (Phân tích kích hoạt neutron, phân tích phổ gamma, huỳnh quang tia X, carota,...) hỗ trợ nghiên cứu, điều tra, thăm dò, khai thác khoáng sản và ứng dụng các đồng vị phóng xạ xác định tuổi địa chất đã được triển khai phổ biến trên thế giới.

2.3. Trong ngành nông nghiệp

a) Lĩnh vực chọn tạo giống cây trồng

Chiếu xạ tạo giống cây trồng đột biến đã được sử dụng trong nhiều thập kỷ và khoảng 3.200 giống cây trồng mới đã được phát triển theo cách này. Chiếu xạ gamma hoặc neutron thường được sử dụng kết hợp với các kỹ thuật khác để tạo ra các dòng di truyền mới của cây lấy củ, ngũ cốc và cây lấy hạt có dầu. Các loại giống cao lương, kê vàng, chuối, ớt, đậu... mới đã được phát triển có khả năng kháng sâu bệnh tốt hơn và thích nghi hơn với điều kiện khí hậu khắc nghiệt.

Các quốc gia sử dụng phương pháp này đã nhận được những lợi ích kinh tế xã hội to lớn như: Ở Mali, chiếu xạ đã tạo ra những giống cao lương có năng suất cao hơn và có giá trị thương mại cao hơn. Ở Bangladesh, các giống lúa mới được sản xuất thông qua nhân giống đột biến đã tăng sản lượng gấp ba lần trong vài thập kỷ qua. Trong thời kỳ dân số tăng nhanh, việc sử dụng kỹ thuật hạt nhân đã giúp Bangladesh và phần lớn châu Á nói chung đạt được an ninh lương thực tương đối và cải thiện dinh dưỡng. Ở Namibia, nhân giống đột biến đã tạo ra hạt giống của các loại cây trồng quan trọng nhất của đất nước như đậu đũa, cao lương và kê vàng, có năng suất tăng 10-20%. Các giống mới có khả năng chống chịu hạn hán, stress nhiệt độ và sâu bệnh tốt hơn - những đặc tính thiết yếu trong môi trường phát triển khó khăn của Namibia. Tại nhiều quốc gia thành viên IAEA, cây cà phê đang bị đe dọa bởi một loại bệnh nấm có tên là bệnh gỉ sắt lá cà phê. IAEA, cùng với FAO và Quỹ Phát triển Quốc tế OPEC (OFID), đang đào tạo các nhà khoa học từ khu vực trồng cà phê chính là Nam Mỹ để thực hiện chọn tạo giống đột biến.

Trong xu thế hiện nay, phương pháp chọn tạo giống đột biến được kết hợp với công nghệ sinh học để rút ngắn thời gian chọn lọc và đưa vào sản xuất nhiều loại giống cây trồng năng suất cao, phẩm chất tốt. Trước những yêu cầu ngày càng cao trong xuất khẩu gạo, trái cây (hàng rào kỹ thuật trong thương mại, truy xuất nguồn gốc...) và nhu cầu sử dụng các giống cây trồng, đặc biệt là giống lúa có khả năng chống chịu bệnh, thích nghi với biến đổi khí hậu, có giá trị thương mại cao. Tuy nhiên, kỹ thuật đột biến phóng xạ thường tạo ra nhiều đột biến ngẫu nhiên với tính ổn định không cao, do đó cần nghiên cứu sử dụng các bức xạ năng lượng cao hơn như chùm ion để tạo ra các đột biến ổn định như đột biến chuyên đoạn, cũng như kết hợp các kỹ thuật đánh dấu phân tử để chỉnh sửa gen nhằm tạo ra các đột biến định hướng, giảm thiểu thời gian chọn lọc và nhanh chóng đưa các giống mới này vào sản xuất nông nghiệp để nâng cao chất lượng nông sản, đảm bảo an ninh lương thực.

b) Lĩnh vực bảo quản và chế biến

Chiếu xạ kiểm dịch: Theo IAEA, hiện nay trên thế giới có khoảng 300 máy chiếu xạ gamma và máy gia tốc điện tử ở quy mô công nghiệp. Đã có nhiều chương trình, dự án nghiên cứu được tài trợ IAEA đã được triển khai liên quan đến lĩnh vực này, ví dụ gần đây nhất như dự án nghiên cứu phối hợp “Xử lý kiểm dịch thực vật đối với hàng hóa thực phẩm và xúc tiến thương mại” (CRP D61026).

Các loài côn trùng thường gây lo ngại trong thương mại sản phẩm tươi đã được nghiên cứu bao gồm là ruồi đục quả (họ Tephritida), bướm và bướm đêm (bộ Lepidoptera) và rệp sáp (họ Pseudococcidae). Ngoài ra, các nhóm quan trọng khác là côn trùng có vảy, mọt, bướm trắng, bọ trĩ và nhện. Gần đây, loài bán sên *Parmarion martensi* (Stylommatophora: Ariophantidae) cũng là mối nguy hại cần kiểm soát khi xuất khẩu.

Liều chung được thường sử dụng trong chiếu xạ kiểm dịch là tối thiểu 400 Gy đối với tất cả các loài côn trùng ngoại trừ nhộng và trưởng thành thuộc bộ Lepidoptera (bướm và bướm đêm), được chấp thuận cho tất cả các sản phẩm xuất khẩu sang Hoa Kỳ. New Zealand có liều chung tương tự là 400 Gy cho tất cả các loài côn trùng ngoại trừ con trưởng thành và nhộng của Lepidoptera, bao gồm cả họ Tetranychidae (nhện). Liều 400 Gy được New Zealand phê duyệt chỉ áp dụng cho xoài, vải thiều, cà chua và ớt chuông. Liều chung 500 Gy đã được phê duyệt ở New Zealand cho các loài nhện khác ngoài Tetranychidae. Liều chung 250 Gy để nhập khẩu vải thiều và xoài vào New Zealand đã được phê duyệt để chống lại các loài gây hại thuộc diện điều chỉnh bao gồm nhiều loài côn trùng thuộc các bộ côn trùng Coleoptera (bọ cánh cứng), Diptera (ruồi), Hemiptera (rầy, rệp sáp), Lepidoptera (bướm) và Thysanoptera (bọ trĩ). Liều chung 300 Gy dành cho xoài Australia xuất khẩu sang Malaysia bao gồm nhiều loại dịch hại thuộc diện điều chỉnh tương tự đối với New Zealand, bao gồm cả mọt hạt xoài. Gần đây, liều 150 Gy chống lại tất cả mọt đã được khuyến nghị.

Chiếu xạ bảo quản thực phẩm: Khoảng 25-30% thực phẩm thu hoạch bị thất thoát do hư hỏng trước khi được tiêu thụ. Ở mọi nơi trên thế giới, việc sử dụng công nghệ chiếu xạ để bảo quản thực phẩm ngày càng tăng. Ngoài việc ngăn chặn sự hư hỏng, chiếu xạ có thể làm chậm quá trình chín của trái cây và rau quả để giúp chúng có thời hạn sử dụng lâu hơn. Khả năng kiểm soát sâu bệnh và giảm thời gian cách ly cần thiết là yếu tố chính khiến nhiều quốc gia áp dụng các biện pháp chiếu xạ thực phẩm. Hơn 60 quốc gia trên toàn thế giới đã đưa ra các quy định cho phép sử dụng chiếu xạ đối với các sản phẩm thực phẩm bao gồm gia vị, ngũ cốc, trái cây, rau và thịt. Phương pháp này có thể thay thế các chất khử trùng hóa học có hại được sử dụng để loại bỏ côn trùng khỏi trái cây và ngũ cốc khô, các loại đậu và gia vị.

Cùng với việc giảm hư hỏng sau khi thu hoạch, việc tăng cường sử dụng chiếu xạ thực phẩm còn được thúc đẩy bởi những lo ngại về các bệnh lây truyền qua thực phẩm cũng như thương mại quốc tế ngày càng tăng đối với những thực phẩm phải đáp ứng các tiêu chuẩn nghiêm ngặt về chất lượng. IAEA và FAO đang hợp tác với Công ước Bảo vệ Thực vật Quốc tế (IPPC) và Ủy ban Codex Alimentarius để tiêu chuẩn hóa việc sử dụng chiếu xạ đối với thực phẩm trên toàn thế giới.

c) Lĩnh vực nông hóa, thổ nhưỡng

Việc sử dụng hiệu quả phân bón là mối quan tâm của cả các nước đang phát triển và đang phát triển. Tối ưu việc sử dụng phân bón là rất cần thiết, giúp giảm

lượng phân bón đó bị thất thoát ra môi trường. Phân bón được “dán nhãn” với một đồng vị cụ thể, chẳng hạn như N-15 hoặc P-32, giúp tìm hiểu xem cây trồng đã hấp thụ bao nhiêu và mất đi bao nhiêu, cho phép quản lý việc bón phân tốt hơn. Sử dụng N-15 cũng cho phép đánh giá lượng nitơ được cố định trong không khí bởi đất và bởi vi khuẩn rễ trong cây họ đậu. Một số xu hướng ứng dụng hiện nay gồm có:

- Sử dụng đồng vị đánh dấu để nghiên cứu tương tác giữa cây trồng và môi trường, đặc biệt là ảnh hưởng của điều kiện thời tiết, đất đai, và các tác động khác lên hấp thụ dinh dưỡng; tăng cường sử dụng đồng vị bền như C-13, N-15, O-18 cùng với đồng vị phóng xạ như P-32 để nghiên cứu sâu hơn về quá trình chuyển động và chuyển hóa dinh dưỡng trong cây trồng, theo dõi đồng thời sự chuyển động của nhiều chất dinh dưỡng khác nhau trong cây; nghiên cứu cách cây trồng phản ứng với và xử lý chất dinh dưỡng dư thừa và ô nhiễm trong đất đai;

- Sử dụng đồng vị để nghiên cứu tác động của các chất dinh dưỡng ở cấp độ phân tử và cấp độ cả cây, giúp hiểu rõ hơn về cơ chế và đáp ứng của cây trồng đối với các chất dinh dưỡng; kết hợp sử dụng đồng vị với các kỹ thuật hình ảnh như tomography để theo dõi chính xác vị trí và động học chuyển động của dinh dưỡng trong cây trồng;

- Sử dụng kỹ thuật phổ đồng vị (isotope ratio mass spectrometry - IRMS) để phân tích sự biến đổi của tỷ lệ đồng vị trong cây trồng, giúp đưa ra thông tin chính xác và chi tiết về nguồn gốc và quá trình sử dụng dinh dưỡng.

d) Lĩnh vực bảo vệ thực vật

Ước tính thiệt hại cây trồng do côn trùng là khác nhau nhưng thường rất đáng kể. Mặc dù thuốc trừ sâu được sử dụng nhiều nhưng thiệt hại cây trồng vẫn có thể lên tới 10% trên toàn cầu và thường cao hơn đáng kể ở các nước đang phát triển. Kỹ thuật tiết sinh côn trùng (SIT) được sử dụng để kiểm soát dịch hại một cách hiệu quả và thân thiện với môi trường. SIT được phát triển lần đầu tiên ở Mỹ và đã được sử dụng thành công trong hơn 60 năm qua. Hiện tại, SIT được áp dụng trên khắp sáu châu lục. Kỹ thuật SIT thân thiện với môi trường và đã chứng tỏ là một phương pháp quản lý dịch hại hiệu quả ngay cả khi việc sử dụng thuốc trừ sâu hàng loạt không thành công. Kể từ khi được giới thiệu, SIT đã kiểm soát thành công quần thể của một số loài côn trùng nổi tiếng, bao gồm muỗi, bướm đêm, giun vít, ruồi xê xê và nhiều loài ruồi giấm khác nhau (ruồi giấm Địa Trung Hải, ruồi giấm Mexico, ruồi giấm phương Đông và ruồi dưa). IAEA, FAO, WHO cùng với các chính phủ các nước liên quan đang thúc đẩy các chương trình SIT mới ở nhiều quốc gia.

Chương trình chung của IAEA và FAO đã triển khai tổng cộng 53 dự án hợp tác kỹ thuật, 45 dự án nghiên cứu phối hợp, trong đó có 5 dự án đang được thực hiện. Nhìn chung, tất cả các dự án này đều tập trung vào hướng như nghiên cứu kiểm soát côn trùng gây hại bằng SIT như kiểm soát ruồi đục quả Địa Trung Hải, ruồi đục quả Mexico, ruồi đục quả phương Đông, ruồi tsetse, ruồi đing vít, muỗi và một số loài sâu và bướm đêm bằng kỹ thuật SIT có/không có kết hợp với

các kỹ thuật mới (như hệ thống thông tin địa lý (GIS), sử dụng vi khuẩn cộng sinh, kỹ thuật tiêu diệt quần thể các thể đực, kỹ thuật sinh học phân tử...); nghiên cứu và triển khai sản xuất số lượng lớn và kiểm soát chất lượng côn trùng tiết sinh. Các kết quả nghiên cứu trên các đối tượng côn trùng này cũng đã được triển khai ứng dụng trên diện rộng thông qua hơn 55 các dự án tài trợ cho hơn 35 nước và vùng lãnh thổ. Ở Đông Nam Á, kết quả của các dự án này cũng đã được làm nền tảng cơ sở phát triển nghiên cứu cũng như được chính IAEA/FAO hoặc WHO tài trợ để tiến hành thử nghiệm kiểm soát quần thể muỗi hoặc ruồi hại quả trên diện rộng ở Việt Nam, Thái Lan, Campuchia, Myanmar, Malaysia, Singapore, Indonesia.

đ) Lĩnh vực chăn nuôi, thú y

Ngày nay, các dịch bệnh trên động vật đã trở thành một vấn nạn, đặc biệt khi chúng có nguy cơ lây lan qua đường biên giới hoặc thậm chí có thể lây từ động vật sang người. Chúng không chỉ gây ra sụt giảm sản lượng vật nuôi, gây hại đến sức khỏe con người mà còn ảnh hưởng nghiêm trọng tới tình hình giao thương của ngành chăn nuôi. Điều này gây ảnh hưởng tới an ninh lương thực, đặc biệt là các khu vực nghèo đói. Biến đổi khí hậu và việc di chuyển của con người và vật nuôi tăng lên cũng tạo ra những điều kiện thuận lợi cho việc lây lan bệnh dịch và làm vấn đề trầm trọng hơn.

Các kỹ thuật hạt nhân và kỹ thuật phân tử, miễn dịch liên quan là những công cụ quan trọng để giúp phát hiện sớm, chính xác và nhanh chóng những dấu hiệu của dịch bệnh. Các kỹ thuật này có thể ứng dụng dễ dàng, nhanh chóng, với độ nhạy cao hơn hẳn so với những phương pháp khác. Việc áp dụng các kỹ thuật này sẽ hỗ trợ rất hiệu quả cho các chức trách và cả người nông dân để kiểm soát và loại bỏ các dịch bệnh gây ảnh hưởng đến sản xuất và sức khỏe vật nuôi.

Các kỹ thuật hạt nhân đã được ứng dụng hiệu quả trong kiểm soát dịch bệnh cúm gia cầm và lở mồm long móng ở châu Phi và châu Á. Đây là hai dịch bệnh khá phổ biến và ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng và số lượng đàn gia súc, gia cầm. IAEA và Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên hợp quốc (FAO), đã hỗ trợ nhiều nước ở các khu vực có điều kiện tự nhiên thuận lợi cho dịch bệnh bùng phát như châu Phi và châu Á sử dụng kỹ thuật hạt nhân để kiểm soát các dịch bệnh này. Bên cạnh đó, dịch tả loài nhai lại nhỏ (PPR) là một loại bệnh rất dễ lây lan, giết chết hàng ngàn con cừu và dê mỗi năm và gây thiệt hại kinh tế hàng năm ước tính trên 1,4 tỷ USD. Một nỗ lực toàn cầu hiện đang được tiến hành để xóa bỏ PPR vào năm 2030 bằng kỹ thuật hạt nhân thông qua Chiến lược kiểm soát và diệt trừ PPR toàn cầu, được hình thành sau khi chương trình diệt trừ toàn cầu thành công đối với dịch tả trâu bò, một loại virus có liên quan chặt chẽ với PPR. Các phòng thí nghiệm chẩn đoán bệnh động vật quốc gia của 44 nước châu Phi và 19 nước châu Á hiện đang tham gia vào Mạng lưới các Phòng thí nghiệm chẩn đoán thú y (VETLAB) của Phòng Kỹ thuật Hạt nhân trong thực phẩm và nông nghiệp của FAO/IAEA và sẽ sớm mở rộng sang các khu vực khác.

Kỹ thuật định lượng miễn dịch phóng xạ (Radioimmunoassay-RIA) sử dụng đồng vị phóng xạ I-125 giúp phân tích hàm lượng hormone trong sữa, máu và tinh dịch động vật với độ chính xác cao, hỗ trợ cải thiện kết quả của quá trình thụ tinh nhân tạo. Kỹ thuật chiếu xạ bằng nguồn Cobalt-60 được sử dụng để xây dựng các bảng lai tạo bức xạ trong việc lập bản đồ gen. Kỹ thuật đánh dấu đồng vị phóng xạ kết hợp sinh học phân tử được sử dụng để kiểm chứng chẩn đoán mang thai sớm.

Kỹ thuật hạt nhân đã và đang được ứng dụng và có đóng góp hiệu quả trong tăng sản lượng của ngành chăn nuôi ở nhiều quốc gia trên thế giới. Tại Myanmar, được sự hỗ trợ của IAEA và FAO, Cục Thú y và Chăn nuôi Myanmar đã tổ chức triển khai thực hiện việc đưa ứng dụng kỹ thuật hạt nhân vào trong quy trình lựa chọn di truyền đối với đàn bò sữa. Các phòng thí nghiệm đã được IAEA và FAO hỗ trợ thiết bị, hỗ trợ công tác đào tạo và tư vấn thực hành nhằm sử dụng các kỹ thuật hạt nhân để có thể xác định đặc tính di truyền và sản xuất tinh dịch của gia súc, giúp sản sinh ra những đàn bò có phẩm chất tốt hơn.

Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân và các công nghệ liên quan có thể tối ưu hóa việc sử dụng thức ăn chăn nuôi nhằm tiết kiệm chi phí đầu vào cho người nuôi. Bằng cách kết hợp phân tích các phân tử n-ankan với hàm lượng Carbon-14 được sử dụng để xác định mối quan hệ giữa việc hấp thu purin (một hợp chất hữu cơ) và bài tiết dẫn xuất purin trong nước tiểu, phản ánh hiệu quả của việc tiêu hóa vi sinh vật trong dạ cỏ (khoảng đầu tiên trong hệ thống tiêu hóa của động vật nhai lại). Đồng vị đánh dấu cũng có thể sử dụng trong xử lý chất thải và kiểm soát ô nhiễm môi trường chăn nuôi.

e) Lĩnh vực nuôi trồng thủy sản

Việc phát hiện và xử lý sớm môi trường nước ao nuôi thủy sản bị nhiễm khuẩn là vô cùng cần thiết và liên quan đến sản lượng, tránh gây thiệt hại về kinh tế. Công nghệ bức xạ giúp chế tạo các chế phẩm, sản phẩm có hoạt tính sinh học cao, có thể sử dụng để diệt vi sinh vật gây bệnh nhiễm trong nước nuôi thủy sản, các chế phẩm có khả năng kích kháng bệnh, kích thích tăng trưởng vật nuôi. Các chế phẩm này có ưu điểm là độ tinh khiết cao do không dùng hóa chất để khâu mạch cũng như cắt mạch.

2.4. Trong ngành công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác

a) Lĩnh vực NDT

Theo số liệu ước tính từ Viện Kiểm tra không phá hủy Vương quốc Anh (BINDT) và Hội Kiểm tra không phá hủy Hoa Kỳ (ASNT), doanh số toàn cầu của công nghiệp NDT năm 2012 khoảng 5,6 tỷ USD, đến năm 2019, đã tăng lên tới 16,72 tỷ USD. Với tốc độ tăng trưởng trung bình tích lũy hàng năm (CAGR) khoảng 6,7% trong giai đoạn 2020-2025, doanh số này dự kiến sẽ đạt 24,65 tỷ USD vào năm 2025. Ước tính có hơn 120 nghìn kiểm tra viên NDT đang hoạt động trên toàn thế giới. Cộng đồng này có cơ chế chính thức để phát triển kỹ năng từ những thực hành viên đến cấp độ tiến sỹ.

Tại Anh, ước tính có khoảng 25.000 công việc kiểm tra, giám định được thực hiện hàng ngày nhằm phát hiện các khuyết tật và hư hại trong các kết cấu công trình, các sản phẩm và trong nhà máy. Hiệu quả của việc áp dụng NDT có thể thấy qua số liệu thống kê sau: trước năm 1998, hàng năm có hơn 900 tai nạn trật đường ray ở Anh, sau khi áp dụng phương pháp kiểm tra siêu âm, đặc biệt là các kỹ thuật tiên tiến như NDT, đến năm 2012, số vụ trật đường ray đã giảm xuống còn hơn 100, trong khi cường độ chạy tàu tăng lên.

Tại Hoa Kỳ, các số liệu thống kê cho thấy những ứng dụng của NDT phục vụ trực tiếp đời sống, cụ thể như sau: Khoảng 127 triệu đai ốc bánh xe của khoảng 7,9 triệu ô tô mới sản xuất được trong năm 2014 được kiểm tra NDT; 215 triệu lượt xe hàng ngày chạy qua 61 nghìn chiếc cầu được kiểm tra khiếm khuyết, khuyết tật bằng NDT để tránh các sự cố diễn ra... NDT hiện được đánh giá là một nghề có sức hấp dẫn lớn, với mức lương cao, tốc độ tăng lương nhanh, với hiệu quả đầu tư cao (chi phí đào tạo nghề thấp), độ ổn định công việc lớn (tỷ lệ thất nghiệp rất thấp) so với mặt bằng chung của xã hội.

Các số liệu thống kê cũng cho thấy, nhu cầu ứng dụng NDT tăng nhanh và liên tục, trong đó thị trường NDT chiếm tỷ trọng lớn nhất trên thế giới là Bắc Mỹ. Hiện nay, khu vực Châu Á Thái Bình Dương đang nổi lên là thị trường có tốc độ tăng trưởng NDT nhanh chóng và đầy tiềm năng trong thời gian tới.

Để đảm bảo hiệu quả, chất lượng của ứng dụng NDT, các hệ thống đánh giá, chứng nhận cá nhân thực hiện dịch vụ NDT cùng các chương trình đào tạo tương ứng đã được xây dựng và phát triển. Đến nay đã hình thành và vận hành song song hai hệ thống chính trên thế giới: hệ thống chứng nhận công ty (nội bộ), được sử dụng phổ biến tại Hoa Kỳ, dựa trên tiêu chuẩn SNT-TC-1A, và hệ thống chứng nhận trung tâm (độc lập), phổ biến tại Châu Âu và nhiều nước khác, dựa theo tiêu chuẩn ISO 9712. Hai hệ thống chứng nhận có mục tiêu, yêu cầu, điều kiện về cơ bản là tương đồng nhưng có cách thức thực hiện (chứng nhận) khác nhau, và mỗi hệ thống đều có những ưu điểm, nhược điểm riêng, không có hệ thống nào là hoàn hảo hay vượt trội tuyệt đối. Đây là lý do giải thích xu hướng và yêu cầu ngày một tăng về việc hài hòa hóa (harmonization) và công nhận đa phương (mutual recognition) chứng chỉ cá nhân NDT trên phạm vi toàn cầu.

b) Chiếu xạ

** Chiếu xạ khử trùng*

- Tiệt trùng sản phẩm y tế: Hiện nay trên thế giới có khoảng 160 nhà máy chiếu xạ gamma trên khắp thế giới đang hoạt động để khử trùng các thiết bị y tế. Khoảng 12 triệu m³ thiết bị y tế được khử trùng bằng bức xạ hàng năm. Hơn 40% thiết bị y tế sử dụng một lần được sản xuất trên toàn thế giới được khử trùng bằng chiếu xạ gamma. IAEA giúp các Quốc gia Thành viên thiết lập các cơ sở bức xạ và cung cấp hướng dẫn sử dụng các ứng dụng khử trùng sử dụng bức xạ.

- Khử trùng bảo quản thực phẩm - nông sản: Chiếu xạ thực phẩm đã được chấp nhận sử dụng ở hơn 60 quốc gia. Theo ước tính có khoảng 150 cơ sở chiếu xạ ở trên 40 quốc gia, trong đó có 55 cơ sở tiến hành chiếu xạ thực phẩm và nghiên

cứu các vấn đề liên quan đến chiếu xạ thực phẩm. Thị trường chiếu xạ thực phẩm toàn cầu có tổng trị giá đạt 250 triệu đô la Mỹ và đang phát triển với tốc độ tăng trưởng kép hàng năm (CAGR) là 5%. Tốc độ tăng trưởng này là do sự chấp nhận ngày càng tăng của người tiêu dùng kể từ khi Cục Quản lý Thực phẩm và Dược phẩm Hoa Kỳ (FDA) phê duyệt việc xử lý kiểm dịch thực vật đối với trái cây và rau tươi bằng cách chiếu xạ. Thị trường chiếu xạ thực phẩm ở châu Á cũng đang phát triển rất nhanh nhờ sự chấp thuận của các cơ quan chính phủ ở Ấn Độ và các nước khác. Hiện tại, hơn 40 quốc gia đã chấp thuận đơn xin chiếu xạ hơn 40 loại thực phẩm khác nhau. Hơn nửa triệu tấn thực phẩm được chiếu xạ trên toàn thế giới hàng năm.

- *Biến tính vật liệu:* Biến tính vật liệu sử dụng công nghệ chiếu xạ đã được thực hiện trên các vật liệu khác nhau và được triển khai ở quy mô công nghiệp và thương mại hóa sản phẩm như: sản xuất dây và cáp cách điện, lớp ô tô hoặc mũ cao su tự nhiên cho các mặt hàng y tế, chẳng hạn như găng tay, là ống co nhiệt, màng bọc thực phẩm và máy sưởi tự điều chỉnh. Ở Nhật Bản, theo ước tính quy mô kinh tế về công nghệ bức xạ năm 2000, sản xuất lốp xe ô tô ứng dụng xử lý bức xạ trong khâu mạch cao su bằng máy gia tốc điện tử chiếm 92.4% tổng sản lượng, đạt tổng doanh thu hơn 10 tỉ đô la, chủ yếu là các công ty Bridgestone Corp., Yokohama Rubber Co. Ltd., Sumitomo Rubber Industries Ltd., Toyo Tire & Rubber Co. Ltd. và Ohtsu Tire & Rubber Co. Ltd. Trong những năm gần đây, ứng dụng công nghệ bức xạ trong xử lý polyme tự nhiên bao gồm polysacarit được đánh giá là rất triển vọng với ứng dụng quy mô lớn.

c) Kỹ thuật đánh dấu

Kỹ thuật đánh dấu đã được ứng dụng để khảo sát công nghiệp trên nhiều lĩnh vực như: hóa chất, phân bón, chế biến quặng, khai thác, vận chuyển và chế biến dầu khí, mỏ địa nhiệt, xử lý thải và khai thác nước ngầm... trong đó, ứng dụng trong công nghiệp dầu khí được phát triển phong phú và đa dạng nhất. Kỹ thuật đánh dấu phóng xạ ngày càng đóng vai trò quan trọng trong công nghiệp. Nó được sử dụng để chẩn đoán các nguyên nhân cụ thể gây ra sự kém hiệu quả trong hoạt động của nhà máy hoặc quy trình và để điều tra tổng thể các quy trình trong các ngành công nghiệp và các môi trường liên quan nơi có thể thu được tỷ lệ chi phí-lợi ích lớn từ việc tối ưu hóa quy trình và khắc phục sự cố, chẳng hạn như trong việc vận chuyển trầm tích. Hiện nay, phương pháp đánh dấu phóng xạ cũng gặp trở ngại đối với các công trình cần quan trắc dài ngày, đây cũng chính là hạn chế của phương pháp do thời gian sống của đồng vị khá ngắn, dài nhất là của I-131 cũng chỉ có 8 ngày.

d) Kỹ thuật soi chiếu

Kỹ thuật soi chiếu được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như soi chiếu an ninh-hải quan tại các sân bay, bến cảng, soi chiếu kiểm tra lỗi sản phẩm trong các ngành công nghiệp như điện tử, đồ uống, thực phẩm. Có thể thấy rõ 2 xu hướng ứng dụng của kỹ thuật soi chiếu đó là soi chiếu trong an ninh-hải quan và soi chiếu trong sản xuất công nghiệp.

Thị trường máy quét tia X kiểm tra an ninh được định giá 2,73 tỷ USD vào năm 2019 và dự kiến đạt 4,07 tỷ USD vào năm 2025, với tốc độ CAGR là 6,88% trong giai đoạn dự báo 2020 - 2025. Khi số lượng sân bay và trung tâm giao thông tăng lên trên toàn cầu, bất kỳ mối đe dọa nào trong hệ thống tàu điện ngầm hoặc đường sắt và hệ thống giao thông công cộng có thể dẫn đến việc sửa chữa tốn kém, chậm trễ trong hoạt động, thiệt hại đáng kể về doanh thu. Do đó, thị trường máy quét tia X kiểm tra an ninh dự kiến sẽ phát triển theo cấp số nhân trong thời gian tới. Ngoài ra, sự xuất hiện và sử dụng khả năng hình ảnh 3D trong máy quét tia X đã cải thiện hơn nữa nhu cầu về khả năng nâng cao hiệu quả của máy quét tia X và dự kiến sẽ là một yếu tố quan trọng, quyết định cho nhu cầu máy quét tia X trên thị trường. Cùng với đó, thương mại hàng hóa dự kiến sẽ tiếp tục phát triển và dự báo sẽ thúc đẩy nhu cầu đối với máy quét an ninh bằng tia X trên thị trường. Thương mại ở Bắc Mỹ, Châu Âu và khu vực Châu Á - Thái Bình Dương vẫn ở mức cao do các hiệp định thương mại khác nhau. Ngoài ra, các cuộc tấn công khủng bố gia tăng, trên toàn cầu, đang thúc đẩy thị trường máy quét tia X kiểm tra an ninh. Hơn nữa, chi tiêu cho an ninh sân bay tăng, thúc đẩy sự phát triển của máy quét hành lý, tích hợp công nghệ tia X. Gần đây, Cơ quan Quản lý Sân bay Ấn Độ (AAI) đã ký một thỏa thuận trị giá hàng triệu đô la với một công ty toàn cầu để cung cấp máy quét hành lý, sẽ được lắp đặt tại chín sân bay ở Ấn Độ, bao gồm Kolkata và Chennai. Khoảng 400 tỷ USD đang được đầu tư vào Châu Á - Thái Bình Dương cho các dự án sân bay trong những năm tới, tiếp theo là Bắc Mỹ và Châu Âu.

e) Hệ điều khiển hạt nhân

Ngành công nghiệp trên toàn thế giới sử dụng công nghệ này để kiểm soát và cải thiện chất lượng sản phẩm bằng cách tối ưu hóa quy trình và tiết kiệm năng lượng cũng như nguyên liệu.

Từ những năm 1960, Trung Quốc bắt đầu phát triển máy đo hạt nhân công nghiệp nội địa hóa. Hiện tại, có hơn 180 công ty ở Trung Quốc phát triển và sản xuất máy đo hạt nhân với trên 40 loại máy đo hạt nhân đang được sản xuất cho đến nay. Thiết bị đo đặc hạt nhân trong công nghiệp bao gồm máy đo mật độ, máy đo trọng lượng và độ dày, máy đo độ ẩm, máy phân tích hàm lượng và một số hệ thống điều khiển hạt nhân đơn giản. Những máy đo này đóng một vai trò quan trọng trong quá trình hiện đại hóa công nghiệp thông thường. Trung Quốc đã thành công trong việc giảm tiêu thụ năng lượng, tăng số lượng hàng hóa và kiểm soát chất lượng sản phẩm. Với sự phát triển của nghiên cứu trong lĩnh vực hệ thống điều khiển hạt nhân, ngày càng nhiều máy đo hạt nhân được sử dụng trong việc giám sát và điều khiển các quá trình sản xuất công nghiệp.

Tại Nhật Bản, trong lĩnh vực công nghiệp, các máy đo hạt nhân đã trở nên phổ biến trong thời kỳ kinh tế Nhật Bản tăng trưởng cao trước đây. Tuy nhiên, sau đó, việc sản xuất một số lượng lớn máy đo hạt nhân đã giảm xuống do sự bão hòa sử dụng ở các tập đoàn công nghiệp lớn. Thời đại của các ngành công nghiệp lớn được coi là đã chấm dứt vào thời điểm đó trong quá trình phát triển và sản xuất ngoại trừ một số loại thiết bị quy mô lớn, ví dụ như các hệ thống chụp cắt

lớp vi tính lớn. Thay vào đó, các công ty nhỏ đang được kỳ vọng sẽ triển khai việc phát triển và sản xuất đồng hồ đo hạt nhân nhỏ nhưng độc đáo, thường sử dụng các nguồn phóng xạ thấp.

Một trong những thay đổi quan trọng nhất của kỹ thuật NCS là sự ra đời của quá trình xử lý nhanh, tức thời, hiển thị được nhiều thông số theo thời gian thực, đặc biệt được ưa thích với các thiết bị đo trực tuyến nguyên vật liệu trên băng tải. Công nghệ phân tích trực tuyến theo thời gian thực thành phần nguyên liệu công nghiệp là công nghệ phân tích chính xác đối với thành phần nguyên liệu trong quá trình cung cấp và/hoặc trong phối trộn công nghiệp.

3. Khoa học và phát triển công nghệ hạt nhân, đảm bảo an toàn, an ninh

Hiện nay, trên thế giới có 437 tổ máy điện hạt nhân đang vận hành ở 32 quốc gia/vùng lãnh thổ với tổng công suất là 389.5 GW(e), cung cấp 10% sản lượng điện toàn cầu, chiếm 1/4 sản lượng điện được tạo ra bằng công nghệ carbon thấp. Hiện có 50 quốc gia đang quan tâm đến phát triển điện hạt nhân, trong đó 24 quốc gia đã quyết định chủ trương và tiến hành các hoạt động liên quan. Trong số 26 nước còn lại thì 10 nước đã có chủ trương và đang xây dựng các cơ sở hạ tầng cần thiết cho phát triển điện hạt nhân, 16 nước khác đang trong quá trình chuẩn bị xin chủ trương của lãnh đạo quốc gia về phát triển điện hạt nhân. IAEA dự báo, đến năm 2035 số nước có điện hạt nhân sẽ tăng hơn 30% so với hiện nay (32 nước), tức là thêm khoảng 10-12 nước nữa sẽ có điện hạt nhân. Về công nghệ, loại lò nước nhẹ cải tiến công suất lớn vẫn sẽ là lựa chọn trong 3 thập kỷ tiếp theo để đáp ứng nhu cầu năng lượng tăng cao và giảm phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính. Các nghiên cứu phát triển công nghệ lò loại này vẫn được các nước quan tâm để nâng cao mức độ an toàn và hiệu quả sử dụng.

Theo đánh giá của Liên minh châu Âu, khoa học và công nghệ hạt nhân đang trải qua thời kỳ phục hưng với sự nổi lên của Lò phản ứng mô-đun nhỏ (SMR) nhiều ưu việt về an toàn và yêu cầu hạ tầng, dẫn đến nhiều công ty khởi nghiệp sử dụng các công cụ kỹ thuật số trong lĩnh vực hạt nhân. Hiện có 70 loại thiết kế các lò SMR trên thế giới đang được phát triển với các ứng dụng khác nhau, trong đó có cả nhà máy điện hạt nhân nổi. Một số nước vẫn tiếp tục phát triển công nghệ lò neutron nhanh như Nga, Trung Quốc, Ấn Độ... Ngoài cấp điện, lò hạt nhân (61 lò) còn được dùng cho các mục đích phi điện như cung cấp nhiệt cho sưởi ấm (48 lò chuyên dụng và 3 lò vừa cấp nhiệt cho sưởi ấm, vừa cấp nhiệt cho công nghiệp), ngọt hóa nước biển (5 lò) và cấp nhiệt cho các quá trình công nghiệp (5 lò).

Việc áp dụng các công nghệ và phương pháp thiết kế mới cũng sẽ giúp ngành công nghiệp hạt nhân đáp ứng sự phụ thuộc ngày càng tăng vào cơ sở hạ tầng kỹ thuật số. Bên cạnh đó, năng lượng hạt nhân là một giải pháp hữu ích nhằm giảm phát thải khí nhà kính. Công nghệ hạt nhân cũng có thể được tích hợp vào mô hình kinh tế tuần hoàn để giải quyết các thách thức về chất thải phóng xạ.

Lò phản ứng nghiên cứu vẫn có nhu cầu rất lớn phục vụ cho các nghiên cứu, phát triển và ứng dụng NLNT trong các ngành KT-XH trên thế giới. Hiện

nay, trên thế giới có 235 lò phản ứng nghiên cứu đang hoạt động ở 53 nước, trong đó có lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt (Viện NLNTVN). Thống kê cho thấy, có 11 dự án lò phản ứng nghiên cứu mới đang được xây dựng ở 10 nước, 14 nước đã có kế hoạch xây dựng lò phản ứng nghiên cứu mới trong đó có Việt Nam và 16 nước đang xem xét chủ trương xây dựng lò phản ứng nghiên cứu mới. Do hạn chế việc sử dụng nhiên liệu độ giàu cao (HEU) theo yêu cầu của quốc tế về giảm thiểu rủi ro phổ biến vũ khí hạt nhân nên các lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu sẽ bị hạn chế trong việc tạo ra các chùm neutron thông lượng cao phục vụ cho các nghiên cứu tán xạ neutron. Vì vậy, gần đây nguồn neutron dựa trên cơ sở máy gia tốc là một lựa chọn tốt hơn cho việc phát triển kỹ thuật tán xạ neutron.

Hướng phát triển công nghệ máy gia tốc thứ 2 là sử dụng trong lĩnh vực phân tích hạt nhân (Khối phổ kế dựa trên máy gia tốc - Accelerator Mass Spectroscopy - AMS) với độ nhạy siêu cao có khả năng đếm được từng nguyên tử riêng lẻ. Chúng được áp dụng trong nhiều lĩnh vực của đời sống hiện đại như khảo cổ, y sinh, nghiên cứu biến đổi khí hậu, thủy văn, đại dương học.... Trong lĩnh vực pháp quy hạt nhân, kỹ thuật AMS được sử dụng để kiểm soát chất thải phóng xạ và bảo vệ môi trường với khả năng xác định được nhiều loại hạt nhân phóng xạ mà các kỹ thuật phân tích khác gặp khó khăn, xác định thành phần bê tông dùng trong các lò hạt nhân. Một hướng ứng dụng máy gia tốc khác nữa là nâng cao độ nhạy của kỹ thuật phân tích huỳnh quang tia X được tạo ra trên máy gia tốc Synchrotron với cường độ cao. Năng lượng được chọn lựa và độ hội tụ cao về không gian của chùm tia X phục vụ nghiên cứu phân bố nguyên tố trong vật chất, phân tích gần bề mặt và phân tích siêu vết áp dụng trong các lĩnh vực khác nhau của khoa học vật liệu như vật liệu nano, vật liệu sinh học và các loại vật liệu năng lượng.

II. Phân tích, đánh giá các tác động từ các chủ trương, định hướng phát triển, các quy hoạch, kế hoạch có liên quan, xu thế phát triển KT-XH, biến đổi khí hậu trong thời kỳ quy hoạch

1. Trong ngành y tế

Chiến lược quốc gia bảo vệ, chăm sóc và nâng cao sức khỏe nhân dân giai đoạn đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 đã được phê duyệt tại Quyết định số 89/QĐ-TTg ngày 23/01/2024. Ngày 27/02/2024, quy hoạch mạng lưới cơ sở y tế thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt (Quyết định số 201/QĐ-TTg).

Một số những định hướng chính được tổng hợp như sau:

- Về phát triển các cơ sở y tế: Phát triển mạng lưới cơ sở khám bệnh, chữa bệnh đủ năng lực cung ứng dịch vụ y tế có chất lượng đáp ứng nhu cầu chăm sóc sức khỏe nhân dân. Bảo đảm mỗi vùng đều có bệnh viện đa khoa đảm nhận chức năng vùng; phát triển các trung tâm chuyên khoa trong các bệnh viện đa khoa; nâng cấp một số bệnh viện chuyên khoa cấp tỉnh có khả năng cung cấp các dịch vụ kỹ thuật chuyên sâu đáp ứng nhu cầu chăm sóc sức khỏe cho người dân trong vùng. Phát triển một số bệnh viện chuyên sâu kỹ thuật cao, hiện đại ngang tầm

các nước tiên tiến trong khu vực và quốc tế. Củng cố, phát triển hệ thống cấp cứu ngoại viện. Phát triển các bệnh viện tư nhân chuyên sâu và chuyên sâu kỹ thuật cao cung ứng các dịch vụ chất lượng cao, kỹ thuật tiên tiến, trong đó một số bệnh viện ngang tầm quốc tế.

- Về nâng cao chất lượng khám chữa bệnh: Hoàn thiện phác đồ, quy trình, hướng dẫn điều trị y học hiện đại, y học cổ truyền, chuẩn hóa mã bệnh theo quốc tế; hướng dẫn sử dụng thuốc an toàn hợp lý, chống kháng thuốc. Ban hành tiêu chí đánh giá, thực hiện kiểm định độc lập chất lượng bệnh viện phù hợp với thông lệ quốc tế. Tăng cường chỉ đạo, chuyển giao kỹ thuật chuyên môn trong trường hợp vượt quá khả năng điều trị tại chỗ. Tiếp tục thực hiện đồng bộ các giải pháp về giảm quá tải bệnh viện tuyến trên.

- Đối với bệnh ung thư: Chiến lược quốc gia phòng, chống bệnh ung thư, tim mạch, đái tháo đường, bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính, hen phế quản và các bệnh không lây nhiễm khác, giai đoạn 2015 - 2025 (Quyết định số 376/QĐ-TTg ngày 20/3/2015) đã được ban hành trong đó có các mục tiêu về chống bệnh ung thư: (1) Nâng cao nhận thức của các cấp chính quyền và hiểu biết của người dân trong phòng, chống bệnh ung thư; (2) Hạn chế sự gia tăng tỷ lệ người tiền bệnh, mắc bệnh, tàn tật và tử vong sớm tại cộng đồng do các bệnh ung thư; (3) Nâng cao năng lực và hiệu quả trong dự phòng, giám sát, phát hiện, điều trị, quản lý bệnh ung thư.

Chỉ tiêu cụ thể đến năm 2025 là 40% số người mắc một số bệnh ung thư được phát hiện ở giai đoạn sớm (đối với những bệnh ung thư nếu được phát hiện sớm có giá trị nâng cao hiệu quả điều trị); Giảm 20% tỷ lệ tử vong trước 70 tuổi do các bệnh ung thư, tim mạch, đái tháo đường và bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính so với năm 2015.

2. Trong ngành TN&MT

Trong ngành TN&MT nhiều quy hoạch, chiến lược đã được phê duyệt bao gồm: Quy hoạch mạng lưới trạm khí tượng thủy văn thời kỳ 2021-2030 tầm nhìn đến năm 2050, Quy hoạch bảo vệ môi trường thời kỳ 2021-2030 tầm nhìn đến năm 2050, Quy hoạch cơ bản địa chất về khoáng sản, quy hoạch mạng lưới quan trắc môi trường, Chiến lược địa chất, khoáng sản và công nghiệp khai khoáng đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045,... đã được phê duyệt, trong đó các nội dung về nghiên cứu ứng dụng KH&CN, cụ thể như sau:

- Khí tượng thủy văn: đẩy mạnh ứng dụng công nghệ tự động hóa, AI, dữ liệu lớn trong quan trắc, xử lý, truyền tin và hoạt động của mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn quốc gia; nghiên cứu các nhiệm vụ KH&CN để khai thác hiệu quả dữ liệu từ mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn. Ứng dụng công nghệ quan trắc từ xa tại các khu vực trồng dữ liệu hoặc không thể lắp đặt được các trạm cố định, trọng tâm là công nghệ đo không tiếp xúc cho mạng lưới quan trắc thủy văn và hải văn. Ứng dụng công nghệ tiên tiến, hiện đại, nâng cấp hạ tầng để thu nhận thông tin, dữ liệu khí tượng thủy văn, tăng cường tích hợp, lồng ghép khai thác số

liệu từ các trạm khí tượng thủy văn chuyên dùng; khai thác hiệu quả các kênh viễn thông để đảm bảo thông tin liên lạc thông suốt trong mọi tình huống.

- Tài nguyên nước: ưu tiên đối với các hoạt động quan trắc, dự báo, cảnh báo; sử dụng nước tiết kiệm, hiệu quả; ứng dụng công nghệ tiên tiến, hiện đại, tăng cường công tác điều tra cơ bản phục vụ quản lý bền vững các nguồn tài nguyên nước, nghiên cứu, xây dựng chương trình trọng điểm cấp quốc gia về an ninh nguồn nước; nghiên cứu xây dựng bộ bản đồ số cảnh báo mức độ hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn theo thời gian thực.

- Địa chất khoáng sản: tăng cường ứng dụng khoa học công nghệ tiên tiến, hiện đại và hợp tác quốc tế về địa chất, khoáng sản và công nghiệp khai khoáng.

- Bảo vệ môi trường: bảo vệ môi trường theo hướng tích hợp các hoạt động gồm quản lý, kiểm soát ô nhiễm môi trường, thiết lập hệ thống giám sát chất lượng môi trường. Phát triển và nhân rộng các mô hình thích ứng với biến đổi khí hậu dựa vào tự nhiên, hệ sinh thái và dựa vào cộng đồng.

3. Trong ngành nông nghiệp

Mục tiêu đến năm 2030 đặt ra trong Chiến lược phát triển nông nghiệp và nông thôn bền vững giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quyết định số 150/QĐ-TTg ngày 28/01/2022) là phát triển nền nông nghiệp xanh, thân thiện với môi trường, thích ứng với biến đổi khí hậu, giảm ô nhiễm môi trường nông thôn, phấn đấu giảm phát thải khí nhà kính 10% so với năm 2020. Bên cạnh đó, các chiến lược đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 cho các ngành cụ thể cũng đã được phê duyệt bao gồm: Chiến lược phát triển chăn nuôi, Chiến lược phát triển trồng trọt, Chiến lược phát triển khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo ngành NN&PTNT, Chiến lược phát triển cơ giới hóa và công nghiệp chế biến nông sản,....

Một số định hướng phát triển trong ngành nông nghiệp được tóm tắt như sau:

- Về trồng trọt: Ưu tiên phát triển các cây trồng có lợi thế so sánh và nhu cầu lớn (cây công nghiệp, cây ăn quả nhiệt đới, lúa gạo chất lượng cao...), có bước đi phù hợp để thúc đẩy phát triển các cây trồng mới có triển vọng. Tiếp tục phát huy lợi thế ngành lúa gạo Việt Nam nhưng với những đổi mới về tư duy, chính sách quản lý, sử dụng đất trồng lúa và sản xuất lúa gạo - từ tập trung phát triển về sản lượng sang coi trọng chất lượng, vừa đảm bảo an ninh lương thực quốc gia trong mọi tình huống, vừa khai thác, sử dụng tài nguyên đất, nước một cách hiệu quả cao nhất. Phát triển một số cây trồng chủ lực: lúa gạo, ngô, sắn, cà phê, hồ tiêu, điều, chè, cao su, cây ăn quả (ưu tiên phát triển một số cây ăn quả có lợi thế, có thị trường tiêu thụ như xoài, chuối, thanh long, dứa,...), hoa, cây cảnh, cây dứa và định hướng theo các vùng sinh thái. Tăng cường quản lý chất lượng từ khâu giống, canh tác đến thu hoạch, bảo quản, chế biến đảm bảo sản phẩm trồng trọt đạt các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về chất lượng sản phẩm hàng hóa, an toàn thực phẩm trong nước và quốc tế. Áp dụng truy xuất nguồn gốc trong kinh doanh tiêu thụ nông sản. Tập trung xây dựng các chương trình, đề tài nghiên cứu khoa

học, công nghệ, ưu tiên các lĩnh vực: Chọn tạo các giống lúa mới, giống cây công nghiệp, cây ăn quả, rau, hoa chủ lực có năng suất, chất lượng cao, chống chịu sâu bệnh và điều kiện bất thuận, sử dụng tiết kiệm nước và phân bón đáp ứng các yêu cầu canh tác giảm phát thải khí nhà kính.

- Về phân bón thuốc bảo vệ thực vật: Sản xuất phân bón, thuốc bảo vệ thực vật vi sinh, hữu cơ và các chế phẩm sử dụng trong trồng trọt thân thiện với môi trường, giảm phụ thuộc vào nguồn nhập khẩu, từng bước chủ động nguồn cung ứng vật tư nông nghiệp khi có thiên tai, dịch bệnh xảy ra; khuyến khích người sản xuất sử dụng phân bón hữu cơ, phân bón vi sinh, thuốc bảo vệ thực vật sinh học, sử dụng sinh vật có ích trên cây trồng nhằm nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm. Nghiên cứu sản xuất các loại phân bón công nghệ cao, chế phẩm sinh học, tác nhân phòng trừ sinh học, KIT chẩn đoán bệnh, phát hiện dư lượng chất cấm, thuốc bảo vệ thực vật. Nghiên cứu, chuyển giao vào sản xuất các loại phân bón công nghệ cao, chế phẩm sinh học, tác nhân phòng trừ sinh học, KIT chẩn đoán bệnh, phát hiện dư lượng chất cấm, thuốc bảo vệ thực vật để sử dụng trong trồng trọt, bảo vệ thực vật, an toàn thực phẩm và môi trường nông nghiệp.

- Về chăn nuôi, thú y: Phát triển chăn nuôi gia súc, gia cầm, vật nuôi bản địa, đặc sản có giá trị cao, đảm bảo an toàn thực phẩm, bền vững môi trường, an toàn sinh học, và dịch bệnh, trong đó có chủ công nghệ giống, thức ăn, thuốc thú y, chế biến,... đối với các ngành hàng quan trọng như lợn, gia cầm, bò sữa. Nâng cao năng lực kiểm soát chất lượng vật tư và an toàn thực phẩm sản phẩm chăn nuôi, nhất là vấn đề kiểm soát ô nhiễm vi sinh vật, tồn dư chất cấm, lạm dụng kháng sinh và hóa chất trong chăn nuôi, thú y, giết mổ, chế biến thực phẩm.

Đẩy mạnh nghiên cứu bao gồm: nghiên cứu, sản xuất các loại vắc xin, thuốc, chế phẩm thú y phục vụ công tác kiểm soát, khống chế dịch bệnh, nhất là các dịch bệnh nguy hiểm trong chăn nuôi; nghiên cứu chọn tạo giống vật nuôi chủ lực có năng suất, chất lượng cao, thích ứng với điều kiện chăn nuôi công nghiệp, áp dụng công nghệ cao; nghiên cứu ứng dụng công nghệ cao, đặc biệt là công nghệ sinh học, công nghệ gen để phát triển các loại vắc xin thế hệ mới, cải tiến các vắc xin cũ bằng phương pháp sinh học phân tử; các chế phẩm chẩn đoán, xét nghiệm bệnh trên động vật; các KIT phát hiện nhanh chất cấm, tồn dư hóa chất, kháng sinh, vi sinh vật ô nhiễm thực phẩm phục vụ giám sát an toàn thực phẩm.

Nghiên cứu, làm chủ các quy trình sản xuất thuốc, hóa chất, vaccine dùng trong nông nghiệp để chủ động nguồn cung, ứng phó kịp thời khi xảy ra dịch bệnh.

- Thủy sản: Phát triển ngành thủy sản thành ngành sản xuất chiến lược, đảm bảo nhu cầu trong nước và phục vụ xuất khẩu. Phát triển sinh thái đa dạng thích ứng với biến đổi khí hậu. Phát triển nuôi trồng thủy sản theo hướng sinh thái, ứng dụng công nghệ cao.

- Về nông hóa, thổ nhưỡng: bảo vệ môi trường đất để phát triển nông nghiệp bền vững, hiệu quả cao đáp ứng xu thế mới kiểm soát mức độ suy thoái đất, bảo vệ “sức khỏe” đất, sức khỏe con người, động vật và môi trường sinh thái.

Nghiên cứu, đánh giá độ phì nhiêu của đất canh tác và giải pháp quản lý, sử dụng, bổ sung dinh dưỡng, phục hồi đất, giảm phát thải khí nhà kính phục vụ sản xuất nông nghiệp bền vững.

- Công nghệ chế biến, sau thu hoạch: Đẩy mạnh phát triển công nghiệp chế biến nông, lâm sản.

4. Trong ngành công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác

Phát triển các ngành công nghiệp có thể mạnh về ứng dụng NLNT đã được tổng hợp từ: Chiến lược phát triển KT-XH 10 năm 2021-2030, Chiến lược khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo phục vụ phát triển ngành Công Thương đến năm 2030, Quy hoạch tổng thể quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Nghị quyết số 81/2023/QH15 ngày 09/01/2023 của Quốc hội), Quy hoạch sử dụng đất quốc gia (Nghị quyết số 39/2021/QH15 ngày 13/11/2021 của Quốc hội); Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050,...

Định hướng phát triển và phân bố không gian ngành công nghiệp: Phát triển nền công nghiệp có sức cạnh tranh quốc tế cao, có khả năng tham gia sâu vào mạng sản xuất và chuỗi giá trị toàn cầu; thực hiện mục tiêu đến năm 2030 là nước đang phát triển có công nghiệp hiện đại, nâng cao tính tự chủ của nền kinh tế. Tập trung phát triển một số ngành công nghiệp nền tảng đáp ứng nhu cầu về tư liệu sản xuất cơ bản của nền kinh tế, trong đó có công nghiệp năng lượng, cơ khí chế tạo, luyện kim, hóa chất, phân bón, vật liệu. Ưu tiên phát triển các ngành công nghiệp công nghệ số, công nghệ mới, công nghiệp công nghệ cao, nhất là điện tử, sản xuất chip bán dẫn, công nghiệp sinh học. Chú trọng phát triển công nghiệp công nghệ thông tin, công nghiệp chế biến, chế tạo phục vụ nông nghiệp. Đẩy mạnh phát triển công nghiệp hỗ trợ, tăng cường liên kết giữa doanh nghiệp Việt Nam và doanh nghiệp đầu tư nước ngoài. Phát triển các ngành công nghiệp xanh, gắn với mô hình kinh tế tuần hoàn, sản xuất sạch hơn, sử dụng tiết kiệm, hiệu quả tài nguyên, năng lượng; phát triển các khu công nghiệp sinh thái và giảm dần các khu công nghiệp và cụm công nghiệp, cơ sở sản xuất công nghiệp có nguy cơ ô nhiễm môi trường cao.

Bố trí không gian công nghiệp theo hướng gắn với hệ thống đô thị, trung tâm dịch vụ để hình thành các hành lang kinh tế, các vùng động lực. Mở rộng không gian phát triển công nghiệp về khu vực phía Tây của đường cao tốc Bắc - Nam phía Đông, vùng trung du để giảm sức ép sử dụng quỹ đất tại vùng đồng bằng và giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu. Phát triển công nghiệp khai thác, chế biến gắn với các vùng nguyên liệu, tài nguyên; mở rộng các cụm công nghiệp gắn với các trung tâm phát triển ở khu vực nông thôn. Phân bố các khu, cụm công nghiệp với quy mô hợp lý, tập trung chuyên ngành, gắn kết sản xuất với dịch vụ công nghiệp; phát triển các tổ hợp công nghiệp chuyên sâu trong các lĩnh vực. Hình thành các khu công nghiệp - dịch vụ - đô thị hiện đại; bảo đảm sự kết nối đồng bộ giữa khu công nghiệp với hệ thống các công trình kết cấu hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội.

* Định hướng phát triển một số ngành công nghiệp có thể mạnh ứng dụng NLNT được tổng hợp như sau:

- Ngành dầu khí: Đẩy mạnh công tác điều tra cơ bản và tìm kiếm thăm dò dầu khí ở trong nước nhằm gia tăng trữ lượng dầu khí. Tập trung đẩy mạnh công tác tìm kiếm, thăm dò các Bể Cửu Long, Nam Côn Sơn, Mã Lai - Thổ Chu, Sông Hồng; song song với công tác tận thăm dò, thăm dò mở rộng đối tượng truyền thống; Tiếp tục mở rộng thăm dò tại khu vực nước sâu, xa bờ như khu vực các Bể Phú Khánh, Tư Chính - Vũng Mây; Tiếp tục đo đạc khảo sát, thu thập các số liệu địa chấn - địa vật lý trong và ngoài nước để nghiên cứu đặc điểm cấu trúc địa chất và đánh giá tiềm năng dầu khí.

- Công nghiệp chế biến, chế tạo: Tập trung phát triển công nghiệp chế biến, chế tạo, nâng cao năng lực cạnh tranh trên thị trường thế giới. Đến năm 2030, tỷ trọng công nghiệp chế biến, chế tạo chiếm tỷ lệ là 90 - 92% giá trị sản xuất công nghiệp, giá trị sản phẩm công nghiệp công nghệ cao và sản phẩm ứng dụng công nghệ cao đạt khoảng trên 50% GDP.

* Định hướng phát triển công nghiệp theo vùng cụ thể như sau:

- Phát triển các ngành công nghiệp chế biến, chế tạo có hàm lượng công nghệ cao, giá trị gia tăng lớn, tham gia sâu vào chuỗi giá trị toàn cầu; trung tâm kinh tế biển với các ngành vận tải biển và dịch vụ cảng biển, du lịch biển - đảo và công nghiệp đóng tàu tại vùng động lực phía Bắc.

- Thu hút đầu tư các ngành công nghiệp công nghệ cao, các công viên phần mềm, AI. Phát triển các ngành kinh tế biển như dịch vụ logistics, khai thác, chế biến dầu khí, du lịch biển tại vùng động lực phía Nam.

- Tiếp tục hình thành, phát triển trung tâm công nghiệp lọc hóa dầu quốc gia, công nghiệp ô tô, phụ trợ ngành cơ khí, khu công nghệ cao tại vùng động lực miền Trung.

- Phát triển công nghiệp chế biến nông sản, cơ khí, hóa chất phục vụ nông nghiệp tại vùng động lực đồng bằng sông Cửu Long.

Trong Chiến lược phát triển hải quan đến năm 2030, mục tiêu đến năm 2030 có ghi rõ 100% cảng, cửa khẩu quốc tế trọng điểm được triển khai hệ thống quản lý giám sát hàng hóa tự động, trang bị hệ thống soi chiếu hàng hóa, hành lý, hệ thống giám sát camera và các thiết bị hỗ trợ trong công tác kiểm tra, giám sát hải quan. Kết quả, hình ảnh, thông tin được truyền trực tiếp về trung tâm xử lý tập trung của cơ quan Hải quan và chia sẻ thông tin với các bộ, ngành và các đơn vị có liên quan tại cửa khẩu.

5. KH&CN hạt nhân, phát triển nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

Nghị quyết 55-NQ/TW năm 2020 về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 đã được Bộ Chính trị ban hành ngày 11/02/2020, trong đó có ghi rõ:

- Khoản 7 mục III: Tiếp tục triển khai Chương trình KH&CN trọng điểm quốc gia về nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ năng lượng giai đoạn 2021 - 2030, trọng tâm là nghiên cứu chế tạo thiết bị năng lượng và ứng dụng các dạng năng lượng mới, năng lượng tái tạo, năng lượng thông minh, tiết kiệm năng lượng. Sử dụng có hiệu quả nguồn nhân lực đã được đào tạo về năng lượng hạt nhân đi đôi với đào tạo nâng cao.

- Khoản 3 mục IV: khẩn trương triển khai các cam kết quốc tế trong việc nghiên cứu ứng dụng năng lượng hạt nhân cho mục đích hoà bình.

Điểm g khoản 3 mục III của Chiến lược khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo phục vụ phát triển đến năm 2030 (Quyết định số 569/QĐ-TTg ngày 11/5/2022 của Thủ tướng Chính phủ): Nghiên cứu và ứng dụng NLNT, công nghệ hạt nhân và bức xạ trong các ngành, lĩnh vực KT-XH; các giải pháp bảo đảm ATBX và an toàn hạt nhân, đặc biệt là trong y tế, nông nghiệp, công nghiệp và môi trường.

Trong Chiến lược khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo phục vụ phát triển ngành Công Thương đến năm 2030, đã ghi rõ mục tiêu đến năm 2030: Nâng cao đóng góp của khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo vào tăng trưởng chung của ngành, lĩnh vực công nghiệp và thương mại thông qua các hoạt động nghiên cứu phát triển, ứng dụng, chuyển giao, đổi mới, làm chủ và nội địa hóa công nghệ, thiết bị tiên tiến, hiện đại, nâng cao năng lực tổ chức, quản trị doanh nghiệp; Khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo đóng vai trò quan trọng phục vụ phát triển công nghiệp, trọng tâm là các ngành công nghiệp nền tảng, công nghiệp chế biến, chế tạo, góp phần dịch chuyển cơ cấu nội ngành lên các công đoạn sản xuất có giá trị gia tăng cao trong chuỗi giá trị sản xuất; thúc đẩy phát triển các ngành công nghiệp mới, công nghiệp công nghệ cao; phấn đấu có khoảng 10 phòng thí nghiệm, thử nghiệm chuyên ngành có cơ sở vật chất, thiết bị nghiên cứu hiện đại, đạt tiêu chuẩn ISO/IEC 17025:2017; khoảng 10 đơn vị nghiên cứu KH&CN có cơ sở sản xuất thực nghiệm, trung tâm tư vấn, chuyển giao công nghệ hoặc hình thành công ty khởi nghiệp trực thuộc để thương mại hóa các kết quả nghiên cứu; Hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia trong ngành Công Thương.

III. Phân tích, dự báo về các yếu tố, điều kiện, nguồn lực, bối cảnh, nhu cầu phát triển KT-XH

1. Ngành y tế

a) Tình trạng mắc bệnh ung thư và liệu bệnh nhân

Mỗi năm tại Việt Nam có 183 nghìn ca mới mắc bệnh ung thư và 123 nghìn người tử vong do ung thư,²⁰ (tỷ lệ tử vong do ung thư là 67,2%). Theo số liệu báo cáo của Bộ Y tế trong Báo cáo tổng hợp quy hoạch mạng lưới cơ sở y tế thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến 2050, năm 2020 trong nhóm bệnh không lây nhiễm, ung thư gây ra 20,2% tỉ lệ tử vong cả nước, chỉ đứng sau nhóm bệnh tim mạch. Đối

²⁰ <https://www.pharmacy.vn/ty-le-mac-ung-thu-o-viet-nam-tang-cao-va-nhung-dieu-can-biet.htm>

với gánh nặng gộp chung cho cả bệnh tật và tử vong, mô hình bệnh tật tương tự cũng được ghi nhận; trong đó, gánh nặng của các bệnh không lây nhiễm chiếm tới 73,7% tổng số DALY²¹ do mọi nguyên nhân tại Việt Nam năm 2019, trong đó, trong đó bệnh tim mạch chiếm 20,5% và ung thư chiếm 13,3%. Theo dự báo của Bộ Y tế, trong những năm tiếp theo tỷ lệ tử vong do ung thư vẫn tiếp tục tăng (chiếm 22%) vào năm 2030.

Tỷ lệ tử vong do ung thư tại Việt Nam với con số đáng báo động là 67.3%, trong khi tỉ lệ của cả thế giới chỉ ở mức 59.7% (ở các quốc gia đang phát triển là 67,9%). Theo số liệu này, Tổ chức Y tế thế giới xếp Việt Nam nằm trong 50 nước thuộc Nhóm 2 của bản đồ ung thư (50 nước cao nhất thuộc Nhóm 1)²².

Tỷ lệ mắc mới bệnh nhân ung thư tăng lên 9 bậc (xếp thứ 90/185 quốc gia) và tỷ lệ tử vong do ung thư tăng 6 bậc (xếp thứ 50/185 quốc gia) so với ghi nhận năm 2018. Đáng chú ý hơn, số lượng người mắc bệnh ung thư tại Việt Nam đã tăng gấp 3 lần sau 30 năm và các ca mắc mới ngày càng có xu hướng trẻ hóa²³.

Tại Việt Nam, theo thống kê của Bộ Y tế mỗi năm có khoảng 200.000 người tử vong vì bệnh tim mạch²⁴, chiếm 33% ca tử vong. Theo thống kê của Viện Tim Mạch năm 2015, tỷ lệ tăng huyết áp ở người trưởng thành trong độ tuổi 18- 65 chiếm 25%, vậy cứ 4 người trưởng thành thì có một người tăng huyết áp.

Theo thống kê của Bộ Y tế, hàng năm, chúng ta có khoảng gần 30 triệu lượt người làm xét nghiệm X-quang. Trong đó có khoảng từ 2-3 triệu người chụp CT và MRI. So với năm 2010, số lượt chụp CT trong năm 2018 tăng lên hơn gấp 3 lần sau gần 1 thập kỷ.

Ước tính sơ bộ theo cách đánh giá nêu trên của IAEA, thì hàng năm ở Việt Nam có khoảng 20.000 đến 30.000 người nhận được liều tích lũy (CED) cỡ 100 mSv trở lên. Hiện nay ở Việt Nam chúng ta chưa có các số liệu thống kê về phơi nhiễm bức xạ trong y tế. Điều này sẽ ít nhiều ảnh hưởng đến tiến trình triển khai mô hình y tế cá thể hoá trong y học bức xạ ở Việt Nam. Trong khi đó, vấn đề đảm bảo an toàn cho bệnh nhân trong chẩn đoán hình ảnh và can thiệp phải được đẩy mạnh hơn nữa.

b) Khả năng cung ứng dịch vụ khám chữa bệnh của các bệnh viện theo 6 vùng KT-XH

Phân bố giường bệnh tuyến trung ương (TW) hiện đang tập trung vào vùng Đồng bằng sông Hồng (53%), tiếp đó là vùng Bắc Trung bộ và duyên hải Miền Trung (22%), Đông Nam bộ (19%), Đồng bằng sông Cửu long và vùng Trung du và miền núi phía Bắc (chiếm dưới 5%). Tuy nhiên, tình hình cung ứng dịch vụ lại có sự dịch chuyển đáng kể, tập trung chủ yếu ở vùng Đồng bằng sông Hồng (49%) và Đông Nam bộ (34%). Vùng Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung có quy mô

²¹ DALY là số năm sống được điều chỉnh theo mức độ bệnh tật, là thước đo gánh nặng bệnh tật tổng thể, được biểu thị bằng số năm bị mất đi do sức khỏe kém, khuyết tật hoặc chết sớm. Chỉ số được phát triển vào những năm 1990 như một cách so sánh sức khỏe tổng thể với tuổi thọ kỳ vọng của các quốc gia khác nhau.

²² <https://vov.vn/xa-hoi/ty-le-tu-vong-do-ung-thu-tai-viet-nam-trong-top-dau-the-gioi-post1035903.vov>

²³ <https://www.pharmacy.vn/ty-le-mac-ung-thu-o-viet-nam-tang-cao-va-nhung-dieu-can-biet.htm>

²⁴ <https://isofhcare.com/bao-dong-ty-le-benh-tim-mach-o-viet-nam-0>

giường bệnh lớn thứ 2 cả nước nhưng tổng số lượt khám chữa bệnh chỉ chiếm 11%. Vùng Trung du và miền núi phía Bắc và Vùng Đồng bằng sông Cửu Long chỉ chiếm 3% tổng số lượt khám chữa bệnh tuyến Trung ương trên toàn quốc. Tây Nguyên hiện là vùng duy nhất không có bệnh viện tuyến Trung ương. Như vậy, có thể thấy các đơn vị khám chữa bệnh tuyến Trung ương tại khu vực Đồng bằng sông Hồng (11 tỉnh), Đông Nam bộ (6 tỉnh) không chỉ phục vụ cho người dân các tỉnh trong vùng mà còn phục vụ cho các tỉnh lân cận thuộc khu vực khác như: Trung du và miền núi phía Bắc - 14 tỉnh; Đồng bằng sông Cửu Long - 13 tỉnh; Tây Nguyên - 5 tỉnh, thậm chí người dân thuộc vùng Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung (14 tỉnh) cũng sẽ về Hà Nội hoặc TP. Hồ Chí Minh để khám chữa bệnh.

Các bệnh viện hạng đặc biệt, bệnh viện đầu ngành như Bệnh viện Bạch Mai, Bệnh viện Chợ Rẫy, Bệnh viện K, các dịch vụ kỹ thuật của các bệnh viện cũng được phát triển theo hướng chuyên sâu và được tổ chức thành các Viện/Trung tâm trực thuộc các Trung tâm/Viện thuộc các bệnh viện này đều được đầu tư cơ sở vật chất, trang thiết bị, máy móc hiện đại để phát triển các dịch vụ kỹ thuật cao ngang tầm quốc tế. Việc thành lập các Viện/Trung tâm trực thuộc cũng tạo cơ hội cho các đơn vị chủ động mở rộng và phát triển các chuyên khoa sâu đáp ứng nhu cầu điều trị, ứng dụng kỹ thuật cao và đào tạo chuyển giao kỹ thuật cho tuyến dưới.

Xu hướng phát triển của các Bệnh viện tư nhân hiện nay sẽ tập trung vào nâng cao chất lượng dịch vụ, cung ứng các dịch vụ cao cấp, kỹ thuật chuyên sâu nhằm thu hút và đáp ứng nhu cầu chăm sóc sức khỏe của người dân có khả năng chi trả.

Sự tham gia của khối tư nhân trong cung cấp dịch vụ khám chữa bệnh đã tạo ra nhiều sự lựa chọn cho người bệnh, tạo ra sự cạnh tranh lành mạnh với khối cơ sở y tế công lập. Việc tham gia vào khám chữa bệnh và khám chữa bệnh bảo hiểm y tế của các cơ sở y tế tư nhân đã đóng góp nhiều vào việc đạt mục tiêu bao phủ chăm sóc sức khỏe của nhiều nước trên thế giới cũng như của Việt Nam. Do vậy, phát huy thế mạnh của tư nhân, Chính phủ đã ban hành nhiều chính sách xã hội hóa công tác y tế, khuyến khích tư nhân đầu tư, đặc biệt đầu tư ở phân khúc cao, theo yêu cầu, tiến tới phát triển mô hình du lịch kết hợp khám chữa bệnh trong và ngoài nước.

c) Tác động của cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (CMCN 4.0)

Trong bối cảnh đó, CMCN 4.0 làm thay đổi phương thức khám chữa bệnh, chăm sóc sức khỏe y tế thông qua các ứng dụng của nó trong y học. Điện toán đám mây cho phép cung cấp không giới hạn và theo nhu cầu của từng đơn vị theo kiểu cung cấp dịch vụ, bao gồm dịch vụ hạ tầng lưu trữ, dịch vụ nền tảng phát triển và dịch vụ phần mềm. Điều này cho phép các đơn vị y tế có thể sử dụng điện toán đám mây cho quản lý, lưu trữ, ứng dụng dữ liệu lớn, phức tạp mà không mất quá nhiều thời gian, công sức để quản lý, mở rộng, tối ưu. Đối với dữ liệu lớn (Big Data), khả năng xử lý dữ liệu lớn, AI đã hỗ trợ đắc lực cho ngành y tế trong

nhiều hoạt động khác nhau như theo dõi, kiểm soát dịch bệnh, thống kê y tế, khám chữa bệnh, quản trị y tế. Ứng dụng của AI trong ngành y tế như hỗ trợ chẩn đoán hình ảnh bệnh lý, hỗ trợ phân tích, đánh giá kết quả xét nghiệm, phẫu thuật bằng robot. Internet kết nối vạn vật trong y tế là các thiết bị y tế thông minh kết nối dữ liệu một cách chủ động, liên tục tới các hệ thống phần mềm, ứng dụng. Công nghệ chuỗi khối cho phép đảm bảo không thay đổi hay giả mạo liên quan đến “an toàn” cho cả hệ thống. Công nghệ chuỗi khối gần đây được coi như là một công nghệ hiệu quả trong việc đảm bảo an toàn, tính riêng tư trong hồ sơ sức khỏe người dân, bệnh án điện tử. Công nghệ in 3D trong lĩnh vực y tế và chăm sóc sức khỏe, công nghệ in 3D giúp tạo ra nhiều sản phẩm như các dụng cụ y tế, các mô hình trong khám chữa bệnh, các phụ tùng giả, xương, sụn tai, van tim, các mô, mô hình cơ thể người,..., được sử dụng khá phổ biến trong những năm gần đây.

CMCN 4.0, đặc biệt là chuyển đổi số dẫn đến sự thay đổi tích cực của toàn bộ hệ thống y tế trong chăm sóc sức khỏe nhân dân. Thứ nhất, tác động đến cách thức quản lý, chỉ đạo điều hành trong nội bộ của các cơ quan quản lý, hướng đến cách thức quản lý công việc và ra quyết định trên nền tảng công nghệ số. Thứ hai, tác động đến trực tiếp đến các đối tượng và các dịch vụ cung cấp của ngành y tế: thay đổi cách tiếp nhận các dịch vụ y tế truyền thống sang các dịch vụ y tế số mà nền tảng là dữ liệu số. Thứ ba, cách thức thực hiện các hoạt động chuyên môn, nghiệp vụ, thay đổi cách thức làm việc của cán bộ, nhân viên ngành y tế.

2. Ngành TN&MT

- Khí tượng thủy văn: Việc lồng ghép tối đa mạng lưới trạm khí tượng thủy văn quốc gia với mạng lưới quan trắc TN&MT và mạng lưới quan trắc khác có liên quan trên cơ sở ứng dụng mạnh mẽ công nghệ mới và hạ tầng sẵn có đã tạo cơ hội để đưa ứng dụng kỹ thuật hạt nhân vào xác định độ ẩm của đất trên diện rộng.

- Bảo vệ môi trường: Mạng lưới quan trắc môi trường quốc gia được phân bố theo các khu vực chịu tác động, gồm: các lưu vực sông liên tỉnh, các vùng kinh tế trọng điểm, các hồ lớn với nguồn nước được bảo vệ nghiêm ngặt theo phân vùng trong quy hoạch bảo vệ môi trường, các khu vực có tính chất liên vùng, liên tỉnh, các khu vực đầu nguồn, khu vực tập trung nhiều nguồn thải lớn, các khu vực biển, khu vực có các điều kiện thủy văn phức tạp cần được quan trắc. Việc ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong quan trắc môi trường ở các mỏ khoáng sản tiếp tục được triển khai, đồng thời kỹ thuật hạt nhân cùng các kỹ thuật khác áp dụng trong phân tích các dạng tai biến do vận động địa chất, xác định các vùng có nguy cơ sụt lún.

Nhu cầu nước ngày càng tăng do dân số phát triển, công nghiệp - nông nghiệp phát triển, đặc biệt lối sống của con người cũng thay đổi và lượng nước sạch dùng càng tăng cao. Một máy gia tốc chùm tia điện tử (0,3-1,5 MeV) tại liều 2-5 kGy tại 01 nhà máy giấy, có thể xử lý nước thải và đạt COD: 25 ppm. Một nhà máy dewater có 03 máy EB (Công suất 300 kW) tại liều 1 kGy có thể xử lý 15.000 m³/ngày. Tùy thuộc vào quy mô xử lý (m³/ngày) mà lựa chọn máy gia

tốc điện tử công suất phù hợp. Chiều xạ xử lý nước thải dệt nhuộm kết hợp với xử lý sinh học đã làm giảm chi phí hóa chất và giảm thời gian lưu lắng nước thải.

Việt Nam đang đối mặt với tình trạng ô nhiễm môi trường diễn biến phức tạp, với nhiều điểm nóng. Chất lượng môi trường suy giảm mạnh tại nhiều nơi. Sự cố môi trường gia tăng, ảnh hưởng đến sức khỏe người dân và trật tự an ninh xã hội. Chất lượng không khí ở các đô thị, đặc biệt là Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, có xu hướng giảm và ngày càng nghiêm trọng. Chất thải rắn sinh hoạt chưa được phân loại tại nguồn và tỷ lệ chôn lấp chiếm hơn 70%, chủ yếu là không hợp vệ sinh; vẫn còn gần 36,5% chất thải sinh hoạt khu vực nông thôn chưa được thu gom, xử lý...

- Tài nguyên nước: Cùng với việc phát triển kinh tế và đời sống xã hội lượng nước khai thác cũng ngày càng tăng và đã có dấu hiệu khai thác quá mức từ các nguồn nước, đặc biệt là nước dưới đất. Bảo đảm an ninh nguồn nước là vấn đề thiết yếu, cấp bách, là trách nhiệm và nghĩa vụ của cả hệ thống chính trị và của toàn dân trong bối cảnh nguồn nước ngày càng bị ô nhiễm, suy thoái, cạn kiệt và chịu tác động mạnh của quá trình phát triển kinh tế - xã hội, biến đổi khí hậu và phụ thuộc lớn vào nguồn nước từ bên ngoài lãnh thổ Việt Nam. Việc quản lý chặt chẽ, thống nhất về trữ lượng và chất lượng nước; giữa nước mặt và nước dưới đất; nước trên đất liền và nước vùng cửa sông, nội thủy, lãnh hải; giữa thượng lưu và hạ lưu, kết hợp với quản lý các nguồn tài nguyên thiên nhiên khác. Việc đó đòi hỏi phải đẩy mạnh việc áp dụng tiến bộ khoa học, công nghệ về khai thác, xử lý và lưu trữ nguồn nước trong bối cảnh gia tăng nhu cầu sử dụng và tác động của biến đổi khí hậu, trong đó có kỹ thuật hạt nhân.

- Địa chất khoáng sản: Việt Nam có nguồn tài nguyên khoáng sản tương đối phong phú và đa dạng về chủng loại gồm các nhóm khoáng sản nhiên liệu. Do tính chất và mục đích sử dụng của từng nhóm khoáng sản, đối với một số loại khoáng sản quan trọng và có tiềm năng lớn, Chính phủ Việt Nam giao cho một số doanh nghiệp nhà nước đảm nhận vai trò nòng cốt. Trong những năm qua, ngành công nghiệp khai khoáng đã đóng vai trò quan trọng và tích cực trong sự nghiệp phát triển công nghiệp Việt Nam và nền kinh tế đất nước. Để đảm bảo khai thác tài nguyên bền vững, trong giai đoạn tới, ưu tiên thực hiện các nhiệm vụ lập bản đồ địa chất khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 phần đất liền; điều tra địa chất khoáng sản biển; điều tra, đánh giá khoáng sản ẩn, sâu, khoáng sản có nhu cầu sử dụng cao; điều tra tại biển địa chất phục vụ ứng phó với biến đổi khí hậu. Kỹ thuật hạt nhân có thể tham gia giải quyết các vấn đề ưu tiên nói trên.

3. Ngành nông nghiệp

Nông nghiệp Việt Nam có vai trò quan trọng góp phần bảo đảm an ninh lương thực thế giới, kim ngạch xuất khẩu nông sản chiếm tỷ trọng cao. Về giá trị xuất khẩu của Việt Nam so với giá trị xuất khẩu của thế giới năm 2020: gạo chiếm 11,3%, rau quả chiếm 2,1%, hồ tiêu chiếm 24%, chè chiếm 2,2%, tôm chiếm 17%, cá tra chiếm 95%,... Diện tích một số cây trồng xuất khẩu chính của Việt Nam so với thế giới (năm 2020): hồ tiêu đứng thứ 3; cà phê và chè đứng thứ 5; nuôi trồng

thủy sản và lúa gạo đứng thứ 6. Kim ngạch xuất khẩu một số nông sản chính của Việt Nam so với thế giới (năm 2020): cá tra, hồ tiêu và điều đứng thứ nhất (giá trị xuất khẩu hồ tiêu đạt 660 triệu USD, bằng 42,3% so với thế giới); cà phê và gỗ nội thất đứng thứ 2 (giá trị xuất khẩu cà phê đạt 2,74 tỷ USD, bằng 8,8% so với thế giới); gạo và cao su đứng thứ 3 (giá trị xuất khẩu gạo đạt 3,12 tỷ USD, bằng 12,2% so với thế giới). Trong trồng trọt, cây ăn quả có mức tăng nhanh nhất, kim ngạch xuất khẩu rau quả đã tăng từ 1,095 tỷ USD năm 2013 lên 1,84 tỷ USD năm 2015 và 3,27 tỷ USD năm 2020.

Đã hình thành nhiều vùng sản xuất tập trung quy mô lớn các sản phẩm trồng trọt chủ lực, bao gồm:

- Lúa gạo: Đồng bằng sông Cửu Long là vùng sản xuất lúa và xuất khẩu gạo trọng điểm của cả nước với diện tích gần 4 triệu ha, sản lượng 23,8 triệu tấn và cung cấp 90% sản lượng gạo xuất khẩu của cả nước,

- Cây ăn quả: Trên phạm vi cả nước đã hình thành các vùng sản xuất cây ăn quả tập trung quy mô lớn, trong đó có các vùng cây ăn quả theo tiêu chuẩn Vietgap, Global Gap cũng như mã chỉ dẫn địa lý cho hiệu quả cao. Hiện đã quy hoạch 12 loại quả chủ lực trồng tập trung ở Nam Bộ là thanh long, xoài, chôm chôm, sầu riêng, vú sữa, bưởi, nhãn, chuối, dứa, cam, măng cầu và quýt,

- Đồng bằng sông Cửu Long là vùng nuôi tôm lớn nhất cả nước với diện tích 675,9 nghìn ha, sản lượng 836,3 nghìn tấn (chiếm 91,8% về diện tích và 83,5% về sản lượng tôm cả nước). Hai tỉnh nuôi tôm lớn nhất là Bạc Liêu và Cà Mau (hai tỉnh này chiếm 60% về diện tích và 43,7% về sản lượng tôm toàn vùng ĐBSCL).

- Cá tra được nuôi và phát triển ở 10 tỉnh vùng Đồng bằng sông Cửu Long, trong đó tập trung chủ yếu tại các tỉnh Cần Thơ, An Giang và Đồng Tháp là những tỉnh nuôi cá tra lớn nhất, chiếm hơn 71% sản lượng cá tra cả nước, cung cấp trên 87% sản lượng cá tra chế biến của cả nước.

Một số vấn đề đặt ra đối với nông nghiệp, bao gồm áp dụng KH&CN chưa mạnh, chưa tạo được đột phá về giá trị gia tăng cho sản phẩm, công tác chọn tạo giống chưa đạt yêu cầu; quản lý việc sử dụng phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật còn nhiều bất cập; Dịch bệnh trên vật nuôi phức tạp và gây ảnh hưởng lớn, đóng góp của công nghiệp chế biến vào gia tăng giá trị chưa cao.

Cách mạng công nghiệp lần thứ tư (CMCN 4.0) gắn với quá trình số hóa nền kinh tế sẽ làm xuất hiện các mô hình kinh doanh mới: CMCN 4.0 nhanh chóng thâm nhập vào tất cả các lĩnh vực sản xuất, kinh doanh từ nông nghiệp đến dịch vụ, tạo ra các mô hình kinh doanh mới hoặc chuyển đổi các mô hình kinh doanh truyền thống trở nên có hiệu suất và giá trị gia tăng rất cao.

4. Ngành công nghiệp

Cùng với sự phát triển của công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước, ngành công nghiệp đã được đẩy mạnh và ngày càng phát triển, trong đó có các ngành có nhu cầu ứng dụng NLNT ngày càng cao, cụ thể:

- Ngành dầu khí (bao gồm công nghiệp khai thác dầu, khí đốt tự nhiên cả nước và hoạt động dịch vụ hỗ trợ khai khoáng của tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu) trong giai đoạn 2016-2020 suy giảm mạnh, trong đó đã hình thành trung tâm công nghiệp lọc hóa dầu, khí tại Thanh Hóa, Quảng Ngãi, Bà Rịa - Vũng Tàu, Cà Mau.

- Ngành cơ khí là ngành công nghiệp lớn thứ hai trong cơ cấu giá trị gia tăng các ngành công nghiệp cả nước. Trong thời kỳ 2011-2020, ngành cơ khí cả nước đạt tốc độ tăng trưởng trung bình 10,06%/năm, đóng góp 1,28 điểm % vào tăng trưởng chung của toàn ngành công nghiệp trong cùng thời kỳ. Tính riêng vùng Đồng bằng sông Hồng và vùng Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung, ngành cơ khí đã có mức tăng trưởng tốt (tương ứng đạt bình quân 10%/năm và 15,3%/năm) nên đã đưa tỷ trọng của 02 vùng có xu hướng tăng dần; và tỷ trọng ngành cơ khí của vùng Đông Nam Bộ có xu hướng giảm dần (giảm đến 4,7 điểm %). Tính theo giá trị tăng thêm (giá hiện hành), đến năm 2020, các sản phẩm của ngành cơ khí tập trung nhiều nhất ở 02 vùng Đồng bằng sông Hồng và vùng Đông Nam Bộ với giá trị tương đương nhau và cùng chiếm khoảng 42- 43% mỗi vùng. Đã hình thành trung tâm công nghiệp cơ khí chế tạo, điện tử tại khu vực Bắc Đồng bằng sông Hồng và khu vực TP. Hồ Chí Minh.

- Ngành công nghiệp chế biến thực phẩm, đồ uống: ngành chế biến thực phẩm và đồ uống cả nước có tốc độ tăng trưởng thấp, trung bình đạt 6,91%/năm, chỉ đóng góp khoảng 0,81 điểm % vào tăng trưởng chung của toàn ngành công nghiệp trong cùng thời kỳ.

- Ngành công nghiệp vật liệu: Hiệu ứng khâu mạch thường cải thiện tính chất của polyme và có những ứng dụng thực tế rất rộng rãi. Các ứng dụng khâu mạch bức xạ quan trọng và đã được thương mại hóa ở nhiều nước như: lưu hóa cao su chế tạo vỏ xe hơi ở Nhật bản; khâu mạch bức xạ latex cao su ở khu vực Châu Á - Thái Bình Dương hiện tại có các nước Indonesia, Ấn Độ, Malaysia và Thái Lan.

Việc tận dụng được xu hướng phát triển của CMCN 4.0 gắn với chuyên đổi số đang diễn ra trên thế giới cũng rất quan trọng bởi đây là cơ sở cho thúc đẩy quá trình đổi mới mô hình tăng trưởng, nâng cao chất lượng thể chế, cơ cấu lại nền kinh tế, cùng với đó là thúc đẩy chuyển đổi số quốc gia, trọng tâm là phát triển kinh tế số, xây dựng đô thị thông minh, chính quyền điện tử, tiến tới chính quyền số, thay đổi phương thức, tư duy quản lý nhà nước. CMCN 4.0 sẽ tạo ra nhiều cơ hội cho Việt Nam nâng cao trình độ công nghệ, nâng cao năng lực sản xuất và cạnh tranh để tham gia sâu vào mạng sản xuất và các chuỗi giá trị toàn cầu. Sự lan tỏa của công nghệ mới và sự phát triển kinh tế số sẽ đem lại cơ hội để bắt kịp và nhảy vọt về công nghệ cũng như phát triển một số ngành công nghiệp mũi nhọn, công nghệ mới, công nghệ cao, chuyển dịch cơ cấu nội ngành công nghiệp theo hướng tăng các ngành công nghiệp có công nghệ, giá trị gia tăng cao và dịch chuyển lên các công đoạn có giá trị gia tăng cao trong chuỗi giá trị của từng ngành công nghiệp. Đối với các doanh nghiệp, CMCN 4.0 sẽ mang đến cơ hội kinh doanh và các phương thức kinh doanh mới như thương mại điện tử,

truyền thông online, xúc tiến du lịch trực tuyến,... và là cơ hội tốt cho các doanh nghiệp khởi nghiệp sáng tạo.

5. Lĩnh vực KH&CN hạt nhân, bảo đảm an toàn, an ninh

a) Các yếu tố có thể tác động đến phát triển khoa học và công nghệ hạt nhân, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân

- Về chính sách: Các chủ trương, chính sách lớn của Đảng, Nhà nước về phát triển KH&CN cùng với hệ thống pháp luật về KH&CN, NLNT được hoàn thiện đã tạo cơ sở và tiền đề cho KH&CN hạt nhân phục vụ hiệu quả tăng trưởng kinh tế, cải thiện an sinh xã hội và chất lượng cuộc sống nhân dân, góp phần củng cố quốc phòng, an ninh quốc gia.

- Về KT-XH: Bối cảnh KT-XH giai đoạn từ năm 2011 đến nay tạo ra những áp lực đòi hỏi phải đổi mới mạng lưới tổ chức KH&CN công lập, nâng cao năng lực, hiệu quả hoạt động của tổ chức KH&CN công lập nói chung và các cơ sở nghiên cứu KH&CN hạt nhân nói riêng trong giai đoạn tiếp theo.

- Về KH&CN: Đầu tư cho KH&CN trong những năm qua đánh dấu sự chuyển biến mạnh mẽ trong đóng góp của xã hội, nhất là từ khu vực doanh nghiệp. Trình độ phát triển KH&CN của quốc gia tuy đang thấp nhưng dự báo sẽ có những bước phát triển sắp tới; Năng lực nghiên cứu, sáng tạo của đội ngũ cán bộ KH&CN cũng được quan tâm thông qua các Chương trình nghiên cứu cấp Bộ và cấp quốc gia.

- Về GD&ĐT: Chất lượng GD&ĐT, đặc biệt là đào tạo nguồn nhân lực KH&CN đang được khuyến khích, có nhiều cơ hội hợp tác quốc tế để đào tạo nguồn nhân lực. Bên cạnh đó, năng lực của các cơ sở GD&ĐT trong nước đang tăng dần. Tuy nhiên, do dự án điện hạt nhân Ninh Thuận tạm dừng từ tháng 11/2016 nên các trường có đào tạo về lĩnh vực hạt nhân không có sinh viên theo học, đó là bất lợi về đào tạo nguồn nhân lực hạt nhân, hiện có một số trường chuyển sang đào tạo về VLYK (Đại học Nguyễn Tất Thành, Đại học Khoa học tự nhiên TP. Hồ Chí Minh, Đại học Bách Khoa Hà Nội), một số trường nhập chung với đào tạo vật lý kỹ thuật (Đại học Đà Lạt),... Đó là yếu bất lợi để chuẩn bị nguồn nhân lực cho Trung tâm Nghiên cứu KH&CN hạt nhân sắp tới. Vì vậy, rất cần có một Đề án về đào tạo nguồn nhân lực, cả về chuyên môn lẫn quản lý.

b) Các điều kiện có thể tác động đến phát triển KH&CN hạt nhân, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân

- Về cơ sở vật chất: Hệ thống cơ sở hạ tầng, trang thiết bị phục vụ cho nghiên cứu, sáng tạo và đào tạo hiện tại còn hạn chế, nhưng dự báo sẽ có đột phá trong giai đoạn sau năm 2030 theo tinh thần của Nghị quyết Đại hội Đảng khóa XIII. Khả năng tiếp cận các nguồn thông tin KH&CN hiện nay dễ dàng hơn trong thời kỳ thế giới phẳng và hợp tác quốc tế của Việt Nam ngày càng mở rộng và có uy tín. Việc phê duyệt đầu tư Dự án Trung tâm Nghiên cứu KH&CN hạt nhân, dự kiến đưa vào vận hành khoảng năm 2032 là yếu tố quan trọng để phát triển tiềm lực KH&CN, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân.

- Về nguồn nhân lực: Đội ngũ cán bộ KH&CN hạt nhân có trình độ chuyên môn cao, giàu kinh nghiệm đang giảm, nhưng thay vào đó, đội ngũ cán bộ trẻ hiện nay được đào tạo bài bản qua các kênh hợp tác khác nhau.

- Về hợp tác quốc tế: Hợp tác quốc tế trong lĩnh vực KH&CN hạt nhân qua các kênh hợp tác song phương và đa phương ngày càng mở rộng. Một trong các kênh hợp tác để đào tạo nguồn nhân lực là Viện Liên hợp nghiên cứu hạt nhân Dubna. Bên cạnh đó, các trường đại học kỹ thuật tại Liên bang Nga vẫn là kênh đào tạo tốt cả về chuyên môn và ngoại ngữ, nhất là khi Dự án Trung tâm Nghiên cứu KH&CN hạt nhân đang hợp tác với Liên bang Nga.

c) Bối cảnh có thể tác động đến phát triển KH&CN hạt nhân, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân

- Bối cảnh toàn cầu: Phát triển KH&CN hạt nhân trên thế giới đang có xu hướng được quan tâm, nhiều nước cho rằng quay lại điện hạt nhân là tất yếu để giải quyết an ninh về năng lượng, ưu tiên năng lượng sạch, năng lượng tái tạo.

- Bối cảnh khu vực: Trình độ phát triển KH&CN hạt nhân của các quốc gia trong khu vực tuy còn thấp so với các nước phát triển, nhưng nhiều nước đang có kế hoạch phát triển hoặc đang mong muốn điện hạt nhân như Philippines, Indonesia, Thái Lan,... là tác động tốt đến Việt Nam. Một số chương trình hợp tác khu vực trong lĩnh vực KH&CN hạt nhân đã được thiết lập và hoạt động.

- Bối cảnh quốc gia: Tình hình kinh tế, xã hội, chính trị của quốc gia đang ổn định là yếu tố quan trọng để phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực.

Phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực là một quá trình phức tạp, chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố, điều kiện, bối cảnh khác nhau. Do đó, cần có sự phối hợp chặt chẽ giữa các đơn vị trong ngành NLNT, cũng như các tổ chức liên quan để tạo môi trường thuận lợi cho phát triển bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân.

d) Xu hướng phát triển KT-XH có thể tác động đến phát triển khoa học và công nghệ hạt nhân, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân

- Nhu cầu năng lượng: Nhu cầu năng lượng của Việt Nam dự kiến sẽ tăng cao trong những năm tới do KT-XH phát triển. Năng lượng hạt nhân được xem là một nguồn năng lượng tiềm năng để đáp ứng nhu cầu này, là yếu tố quan trọng của “cách mạng xanh” trong tương lai gần.

- Chuyển đổi số: Chuyển đổi số, AI góp phần thúc đẩy ứng dụng KH&CN hạt nhân trong nhiều lĩnh vực như y tế, nông nghiệp, công nghiệp. Điều đó dẫn đến phải đầu tư tiềm lực về hạ tầng cơ sở, công nghệ và đào tạo nguồn nhân lực để đáp ứng với những yêu cầu mới.

- Nền kinh tế tri thức: Vai trò ngày càng quan trọng của KH&CN trong phát triển kinh tế, trong đó kinh tế tri thức cần được đặt lên hàng đầu. Muốn vậy, nhu cầu về nguồn nhân lực chất lượng cao ngày càng cao.

- Phát triển bền vững: Quan tâm đến bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu; cần chú trọng nền kinh tế xanh để phát triển bền vững.

đ) Biến đổi khí hậu tác động đến phát triển KH&CN hạt nhân

Việc xây dựng và triển khai các giải pháp trên nền tảng KH&CN với tầm nhìn dài hạn, bền vững nhằm thích ứng với những biến đổi khí hậu mang tính cấp thiết và là chìa khóa giải quyết các thách thức đối với biến đổi khí hậu. KH&CN hạt nhân là một trong những ngành tham gia ứng phó biến đổi khí hậu trên các mặt như điện hạt nhân giảm phát thải nhà kính; chọn tạo giống đột biến phóng xạ và cải thiện công nghệ canh tác thích ứng với biến đổi khí hậu; ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong dự báo biến đổi khí hậu.

Nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội, biến đổi khí hậu là những yếu tố thúc đẩy phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, và phát triển nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân của Việt Nam.

IV. Tổng hợp đánh giá triển vọng, nhu cầu phát triển, ứng dụng NLNT, đánh giá liên kết ngành, liên kết vùng trong việc phát triển hệ thống các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo trong lĩnh vực NLNT;

1. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực y tế

1.1. Nhu cầu và triển vọng ứng dụng y học hạt nhân

Việc so sánh mức độ phát triển y học hạt nhân của các quốc gia có thu nhập trung bình và cao với hiện trạng y học hạt nhân ở nước ta trong tương quan với phát triển KT-XH là cần thiết khi xây dựng mục tiêu phát triển ứng dụng công nghệ y học hạt nhân. Với dự báo tăng trưởng GDP khoảng 7,05%/năm ở Việt Nam, có thể đặt ra mục tiêu phát triển 30-50% các tỉnh có khoa y học hạt nhân. Mạng lưới các cơ sở/khoa y học hạt nhân tại các vùng: Trung du và miền núi phía Bắc, Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung, Tây Nguyên, Đồng bằng Sông Cửu Long đạt 0,3-0,5 máy SPECT hoặc PET/triệu dân. Căn cứ kết quả trong nghiên cứu này, có thể dự báo nhu cầu thiết bị, nhân lực, DCPX và từ đó xây dựng kế hoạch phát triển phù hợp. Về nhân lực, cần đạt 5 bác sỹ chuyên khoa y học hạt nhân/triệu dân, 10 nhân viên VLYK/triệu dân phục vụ trong điện quang và y học hạt nhân.

Dự báo Đến năm 2050, 100% thành phố, tỉnh có khoa y học hạt nhân được trang bị từ 1-1,1 máy (SPECT, SPECT/CT hoặc PET/CT, PET/MRI) /1 triệu dân.

1.2. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng xạ trị

Việc so sánh mức độ phát triển xạ trị của các quốc gia có thu nhập trung bình và cao với hiện trạng xạ trị ở nước ta trong tương quan với phát triển KT-XH là cần thiết khi xây dựng mục tiêu phát triển đối với xạ trị. Với dự báo tăng trưởng GDP khoảng 7,05%/năm ở Việt Nam, có thể đặt ra mục tiêu phát triển 50 - 60% các tỉnh có khoa xạ trị. Mạng lưới các cơ sở/khoa xạ trị nhân tại các vùng Trung du và miền núi phía Bắc, Vùng Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung, Tây Nguyên và Đồng bằng Sông Cửu Long đạt 0,5 - 0,7 máy xạ trị/triệu dân. Về

nhân lực phục vụ trong xạ trị, cần đạt 5 bác sĩ chuyên khoa xạ trị/triệu dân, 5 nhân viên vật lý y khoa/triệu dân.

Dự báo đến năm 2050, 80% thành phố, tỉnh có khoa xạ trị với số lượng đạt 1-1,1 máy xạ trị/triệu dân. Việc so sánh mức độ phát triển xạ trị của các quốc gia có thu nhập trung bình và cao với hiện trạng xạ trị ở nước ta trong tương quan với phát triển KT-XH là cần thiết khi xây dựng mục tiêu phát triển đối với xạ trị. Với dự báo tăng trưởng GDP khoảng 7,05%/năm ở Việt Nam, có thể đặt ra mục tiêu phát triển 50 - 60% các tỉnh có khoa xạ trị. Mạng lưới các cơ sở/khoa xạ trị nhân tại các vùng: Trung du và miền núi phía Bắc, Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung, Tây Nguyên, Đồng bằng sông Cửu Long đạt 0,5-0,7 máy xạ trị trên triệu dân. Về nhân lực, cần đạt 5 bác sĩ chuyên khoa xạ trị/triệu dân, 5 nhân viên VLYK/triệu dân phục vụ trong xạ trị.

Dự báo đến năm 2050, 80% thành phố, tỉnh có khoa xạ trị với số lượng đạt 1-1,1 máy xạ trị/triệu dân. Việc so sánh mức độ phát triển xạ trị của các quốc gia có thu nhập trung bình và cao với hiện trạng xạ trị ở nước ta trong tương quan với phát triển KT-XH là cần thiết khi xây dựng mục tiêu phát triển đối với xạ trị. Với dự báo tăng trưởng GDP khoảng 7,05%/năm ở Việt Nam, có thể đặt ra mục tiêu phát triển 50 - 60% các tỉnh có khoa xạ trị. Mạng lưới các cơ sở/khoa xạ trị nhân tại các vùng: Trung du và miền núi phía Bắc, Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung, Tây Nguyên, Đồng bằng sông Cửu Long đạt 0,5-0,7 máy xạ trị trên triệu dân. Về nhân lực, cần đạt 5 bác sĩ chuyên khoa xạ trị/triệu dân, 5 nhân viên VLYK/triệu dân phục vụ trong xạ trị. Dự báo đến năm 2050, 80% thành phố, tỉnh có khoa xạ trị với số lượng đạt 1-1,1 máy xạ trị/triệu dân.

1.3. Triển vọng và nhu cầu phát triển điện quang

Theo xu hướng chung của thế giới, dự báo đến năm 2030, có 30-50 bác sĩ điện quang /triệu dân và số kỹ thuật viên gấp 2-3 lần bác sĩ điện quang. Đến năm 2050, đạt tỷ lệ 10-20 máy CT/triệu dân, khuyến khích đầu tư loại CT hiện đại, có chế độ vận hành ở liều thấp; đảm bảo các bệnh viện tuyến trung ương, tuyến tỉnh, thành phố và khu vực có máy chụp mạch, máy chụp X-quang nhũ ảnh.

Hiện nay AI đang được nghiên cứu và đưa vào ứng dụng ở các nước cũng như ở Việt Nam. Việc triển khai các giao thức chẩn đoán X-quang dựa trên AI ở các nước có thu nhập thấp và trung bình có thể nâng cao độ chính xác trong chẩn đoán, theo dõi, mô tả đặc điểm của bệnh và cung cấp các quy trình thu thập, xử lý, phân đoạn và phân tích hình ảnh hiệu quả, nhưng nó cũng có thể có những điểm yếu liên quan đến nhu cầu dữ liệu lớn, chi phí ban đầu và bảo trì lớn cũng như trình độ chuyên môn kỹ thuật của các chuyên gia cũng như số lượng chuyên gia không đầy đủ. Để triển khai hiệu quả các kỹ thuật và công nghệ tiên tiến này ngoài việc đầu tư trang thiết bị, việc đào tạo đội ngũ chuyên gia cũng rất quan trọng. Việc này, không chỉ cần có kế hoạch liên quan tới đầu tư mà cần cả thời gian để đào tạo nguồn nhân lực đủ trình độ. Vì vậy, đến năm 2030, cần từng bước xây dựng bộ dữ liệu lớn quốc gia nhằm triển khai kỹ thuật, công nghệ AI trong chẩn đoán hình ảnh, y học hạt nhân; triển khai chiến lược chuyển đổi số

trong quản lý và xử lý dữ liệu chẩn đoán hình ảnh, quản lý liều bệnh nhân và kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế.

1.4. Nhu cầu về DCPX

Dự báo nhu cầu một số đồng vị phóng xạ dùng trong y tế được trình bày trong Bảng 7. Theo đó nhu cầu DCPX đến năm 2030 là 8.300Ci, DCPX từ lò phản ứng nghiên cứu Đà Lạt (với điều kiện đảm bảo có đủ nhiên liệu) là 3.530Ci, đáp ứng được 42%.

Bảng 7. Hiện trạng và dự báo nhu cầu DCPX đến năm 2030

ĐVPX	Hoạt độ (Ci)/năm Hiện nay ⁽¹⁾ (Cả nước)	Hoạt độ (Ci)/năm Hiện nay ⁽²⁾ (Đà Lạt)	Hoạt độ (Ci)/năm dự kiến 2030 ⁽³⁾ (cả nước)	Hoạt độ (Ci)/năm dự kiến 2030 ⁽⁴⁾ (Đà Lạt)	Hoạt độ (Ci)/năm dự kiến 2050 ⁽⁵⁾ (CNST)
Mo-99/Tc-99m	350	Không	700	20	1.000
I-131	2.500	1.275	7.500	3.500	10.000
Lu-177, Sm-153, Y-90, Ho-166, I-125	50	Không	100	10	1.000
Co-60, Ir-192, Se-75	Không biết	0	Không biết	0	30.000
Tổng	2.900	1.275	8.300	3.530	42.000

2. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực TN&MT

2.1. Khí tượng, thủy văn

Nghiên cứu áp dụng công nghệ quan trắc từ xa trong hoạt động quan trắc phục vụ giám sát, dự báo trên diện rộng là một trong những mục tiêu về phát triển mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn quốc gia và trạm quan trắc của các Bộ, ngành, địa phương đặt ra trong Đề án hiện đại hóa ngành khí tượng thủy văn đến năm 2025, thời kỳ 2026-2030. Kỹ thuật neutron tia vũ trụ là một trong những giải pháp khoa học và công nghệ hữu hiệu hỗ trợ quan trắc độ ẩm đất, lập bản đồ độ ẩm đất, giám sát cảnh báo xâm nhập mặn trên diện rộng. Đặc biệt, việc ứng dụng kỹ thuật này còn góp phần dự báo những khu vực có yếu tố địa hình và địa chất không ổn định, cảnh báo thiên tai và đánh giá, quản lý nguồn nước bằng phương pháp xác định độ ẩm của đất.

Diễn biến khí tượng thủy văn phụ thuộc rất nhiều vào diễn biến của thời tiết và điều kiện hải văn. Quản lý và thực thi các mô hình dự báo số trị một cách có hiệu quả sẽ góp phần nâng cao chất lượng dự báo khí tượng thủy văn đáp ứng yêu cầu của KT-XH trong điều kiện diễn biến phức tạp của thời tiết, thủy văn và biến đổi khí hậu. Ứng dụng kỹ thuật đồng vị trong nghiên cứu về khí tượng (bao gồm cả cổ khí tượng và khí tượng hiện đại) mô hình mô phỏng nhận định các quá trình xảy ra trong khí quyển giúp xây dựng cơ sở dữ liệu đầu vào, phân tích thông tin phục vụ công tác dự báo thời tiết, thiên tai và biến đổi khí hậu.

Dưới tác động của biến đổi khí hậu, lượng mưa và phân bố mưa ở các vùng thay đổi và có những hiện tượng dị thường. Chế độ mưa thay đổi ảnh hưởng đến

nguồn cung cấp cho nông nghiệp, nhất là hạn hán cũng như gây ra hiện tượng sạt lở, xói mòn đất. Việc ứng dụng kỹ thuật thủy văn đồng vị trong đó thiết lập các trạm quan trắc xây dựng các đường đồng vị bên nước hệ thống các sông lớn Việt Nam cho phép đánh giá thay đổi chế độ mưa và phân bố mưa khu. Kỹ thuật đồng vị có những ưu thế như nhanh chóng và hiệu quả hơn so với các phương pháp khác trong nghiên cứu về thủy văn, quá trình xâm nhập mặn, xói mòn, bồi lắng của các lòng sông, hồ chứa, đập thủy điện, cửa sông, ven biển và bến cảng

2.2. Tài nguyên nước

Tăng cường nghiên cứu, hợp tác chuyển giao KH&CN nhằm xây dựng các biện pháp, giải pháp phù hợp để thực hiện các nội dung, nhiệm vụ đảm bảo an ninh nguồn nước quốc gia; ưu tiên đối với các hoạt động quan trắc, dự báo, cảnh báo; sử dụng nước tiết kiệm, hiệu quả là một trong những giải pháp trọng tâm đã được đưa ra nhằm triển khai quy hoạch tài nguyên nước. Với tình trạng khả năng khai thác cũng như chất lượng nguồn nước hiện tại, cần phải đẩy mạnh ứng dụng kỹ thuật hạt nhân và đồng vị trong khai thác và sử dụng tài nguyên nước trong thời gian tới.

Đối với vùng Trung du và miền núi phía Bắc định hướng khai thác, sử dụng tài nguyên nước đã chỉ ra phải tăng cường điều tra, tìm kiếm nguồn nước dưới đất phục vụ cấp nước sinh hoạt ở những vùng khan hiếm nước.

Đối với vùng Đồng bằng sông Hồng phải kiểm soát ô nhiễm nguồn nước mặt do nước thải sinh hoạt, nước thải công nghiệp và hoạt động sản xuất nông nghiệp, đặc biệt là kiểm soát chất lượng nước của các sông tại khu vực nội thị. Ưu tiên phục hồi, cải thiện sông, đoạn sông bị suy thoái, cạn kiệt và ô nhiễm, nhất là đối với sông Cầu, sông Nhuệ, sông Đáy, các sông chảy qua khu đô thị lớn. Hạn chế gia tăng lượng khai thác nước dưới đất ở khu vực đô thị vùng Đồng bằng sông Hồng có nguy cơ hạ thấp mực nước quá mức, sụt lún đất. Thực hiện bổ cập nguồn nước dưới đất tại một số khu vực, đặc biệt là tại các nhà máy nước hiện hữu nơi có các túi chứa nước dưới đất đã khai thác, góp phần đảm bảo nguồn nước phục vụ mục đích sinh hoạt trong mùa khô hạn.

Đối với vùng Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung phải tăng cường công tác điều tra, đánh giá tiềm năng bổ cập nước dưới đất, đặc biệt là khu vực đồng bằng ven biển và khu vực thường xuyên bị thiếu nước, góp phần giải quyết vấn đề thiếu nước sinh hoạt vào mùa khô hạn.

Đối với vùng Tây Nguyên phải tăng cường công tác điều tra, đánh giá tiềm năng bổ cập nước dưới đất, góp phần cung cấp nước sinh hoạt trong mùa khô hạn.

Đối với vùng Đông Nam Bộ phải kiểm soát ô nhiễm nguồn nước mặt do nước thải sinh hoạt, nước thải công nghiệp và hoạt động sản xuất nông nghiệp.

Đối với vùng Đồng bằng sông Cửu Long phải tăng cường công tác điều tra, giám sát chất lượng và trữ lượng nguồn nước để bảo đảm tài nguyên nước được khai thác bền vững, sử dụng hợp lý và hiệu quả; hạn chế tối đa nguy cơ xâm nhập mặn. Kiểm soát chất lượng nguồn nước, cả nước mặt và nước dưới đất nhằm ngăn

chặn tình trạng ô nhiễm và suy thoái nguồn nước, đặc biệt từ hoạt động sản xuất nông nghiệp (bao gồm cả nuôi trồng thủy sản).

Bên cạnh mở rộng ứng dụng kỹ thuật hạt nhân và đồng vị trong thăm dò, khai thác nguồn nước, việc ứng dụng chúng để nâng cao hiệu quả sử dụng nước trong nông nghiệp - lĩnh vực tiêu thụ nước lớn nhất - cũng sẽ góp phần khai thác và sử dụng tài nguyên nước bền vững. Kỹ thuật đồng vị được sử dụng trong nghiên cứu, đánh giá hiệu suất sử dụng nước của cây trồng trong những năm gần đây tại các nước phát triển. Nó đã mang lại lợi ích to lớn trong việc tăng năng suất cây trồng trong điều kiện khô hạn và bán khô hạn, tiết kiệm tài nguyên, chi phí và giảm thiểu tác động môi trường. Kỹ thuật này cũng đã được nghiên cứu bước đầu tại nước ta và rất đáng được đầu tư phát triển, mở rộng phạm vi ứng dụng, phù hợp với xu thế chung của thế giới trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu phức tạp.

2.3. Địa chất, khoáng sản

Điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản phải đi trước một bước và phải được tiến hành trên toàn bộ phần đất liền và vùng biển, thềm lục địa Việt Nam; điều tra, đánh giá đầy đủ các điều kiện địa chất, tiềm năng tài nguyên khoáng sản và các tài nguyên địa chất khác. Kết quả điều tra cơ bản địa chất phải đáp ứng kịp thời, hiệu quả nhu cầu thông tin, dữ liệu địa chất, nhu cầu nguyên liệu. Đến năm 2030, lập bản đồ địa chất khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 đạt 85% diện tích phần đất liền; hoàn thành điều tra, đánh giá khoáng sản tại các cấu trúc có triển vọng. Lập bản đồ địa chất môi trường các khu vực chứa khoáng sản độc hại, phóng xạ. Điều tra, đánh giá khoáng sản tại các khu vực biển ven bờ có triển vọng khoáng sản sa khoáng và vật liệu xây dựng. Điều tra tai biến địa chất các khu vực miền núi, ven biển có nguy cơ cao (trượt lở đất, đá, sụt đất trong vùng karst ngầm, xói lở, bồi lấp bờ sông, bờ biển...). Điều tra địa chất môi trường: điều tra, đánh giá tác động từ hoạt động khoáng sản đến môi trường, đề xuất các giải pháp cải tạo, phục hồi môi trường do hoạt động khoáng sản; nghiên cứu, điều tra các cấu trúc địa chất sâu có khả năng lưu giữ an toàn chất thải phóng xạ, CO₂ và các chất thải độc hại, địa chất phục vụ cho y học, nguy cơ nhiễm bệnh do phóng xạ, nguyên tố độc hại.

Để thực hiện được các định hướng sử dụng tài nguyên, bảo vệ môi trường trên cần phải đẩy mạnh áp dụng kỹ thuật hạt nhân trong triển khai thực hiện các định hướng đã đề ra. Điều này cũng dự báo triển vọng phát triển kỹ thuật hạt nhân trong lĩnh vực điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản; thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng các loại khoáng sản công nghiệp và khoáng sản làm vật liệu xây dựng, trong thời kỳ quy hoạch 2021-2030 và tầm nhìn 2050.

2.4. Bảo vệ môi trường, biến đổi khí hậu

Suy thoái đất là một vấn đề quan trọng đối với Việt Nam, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu và tăng cường phát triển bền vững. Việt Nam là nước có diện tích canh tác trên đồi dốc cao tương đối lớn. Vì vậy nhu cầu quản lý sử dụng tài nguyên đất một cách hợp lý đối với các vùng này là rất cần thiết. Cần phải có các biện pháp đảm bảo cân bằng giữa nhu cầu canh tác và bảo vệ môi trường, tăng

cường việc lựa chọn đất canh tác phù hợp, phương thức canh tác hợp lý nhằm bảo vệ đất. Kỹ thuật hạt nhân giúp đánh giá lựa chọn phương thức canh tác trên đất dốc một cách hợp lý bảo vệ đất, chống xói mòn.

Vùng ven biển của Việt Nam được đánh giá là một trong các vùng chịu ảnh hưởng nhiều nhất của biến đổi khí hậu. Tác động của biến đổi khí hậu không chỉ trên phương diện nước biển dâng mà còn ở chỗ các vùng ven biển chịu tác động ảnh hưởng ô nhiễm từ các nguồn thải và khai thác tài nguyên biển. Kỹ thuật hạt nhân giúp đánh giá sự thay đổi của hệ sinh thái ven bờ, những biến đổi vùng bờ do tác động của biến đổi khí hậu.

3. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực nông nghiệp

3.1. Về chọn tạo giống

Đồng bằng sông Cửu Long là vùng sản xuất lúa, cây ăn trái và xuất khẩu trọng điểm của cả nước. Tuy nhiên, Đồng bằng sông đang đối mặt ảnh hưởng thường xuyên của những trận lũ lớn, sự xâm nhập mặn và đất bị ô nhiễm. Đây là nơi chịu ảnh hưởng nặng nề nhất ở Việt Nam bởi sự xâm nhập mặn với 1,8 triệu ha diện tích đất bị nhiễm mặn.

Chất lượng lúa gạo đã cải thiện, sản lượng lúa, bình quân lương thực đầu người tăng nhanh, đưa Việt Nam vào nhóm sáu nước hàng đầu về chỉ số này. Việt Nam trở thành quốc gia bền vững an ninh lương thực hơn phần lớn các quốc gia đang phát triển ở châu Á. Lúa gạo là một trong 7 mặt hàng có giá trị xuất khẩu trên 1 tỷ USD/năm. heo dữ liệu của Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA), nguồn cung gạo toàn cầu được dự báo sẽ không còn dồi dào khi nguồn cung chính chiếm tới 40% sản lượng toàn cầu là Ấn Độ sẽ giảm 4 triệu tấn so với niên vụ trước, chỉ còn 132 triệu tấn. Các thị trường khác như Philippines, Indonesia, Thái Lan, Campuchia... cũng được dự báo giảm sản lượng do tác động của hiện tượng El Nino và biến đổi khí hậu.

Năm 2023, các mặt hàng xuất khẩu chủ lực của Việt Nam bao gồm sầu riêng đạt 2,2 tỷ USD tăng 4 lần so với năm 2022, thanh long đạt 613 triệu USD, chuối đạt 308 triệu USD, mít và xoài lần lượt chiếm 5,9% và 4,3%. Dự báo đến năm 2030, diện tích cây ăn quả cả nước ước đạt 1,3 triệu ha, sản lượng trên 16 triệu tấn. Trong đó, diện tích cây ăn quả chủ lực đạt 1 triệu ha, sản lượng 13-14 triệu tấn. Kim ngạch xuất khẩu trái cây đạt khoảng 6,5 tỷ USD.

Trước những yêu cầu ngày càng cao trong xuất khẩu gạo, trái cây (hàng rào kỹ thuật trong thương mại, truy xuất nguồn gốc,...), nhu cầu chọn tạo các giống cây trồng có khả năng chống chịu bệnh, thích nghi với biến đổi khí hậu, có giá trị thương mại cao ngày càng cao. Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 27/09/2019 đặt ra mục tiêu tổng quát, phấn đấu đưa Việt Nam trở thành quốc gia có nền công nghệ sinh học phát triển trên thế giới, trung tâm sản xuất và dịch vụ thông minh về công nghệ sinh học, thuộc nhóm dẫn đầu khu vực Châu Á. Trước yêu cầu, cần phải đẩy mạnh nghiên cứu ứng dụng chọn tạo giống đột biến phóng xạ kết hợp với sinh học phân tử.

Do các ưu thế của kỹ thuật hạt nhân, nó còn có nhiều triển vọng ứng dụng trong đánh dấu phân tử để thao tác và chỉnh sửa gen di truyền, tạo các giống cây trồng và vi sinh vật có nhiều tính trạng tốt, có khả năng chống chịu dịch bệnh và thích ứng biến đổi khí hậu; tối ưu hóa môi trường nuôi cấy mô để nhân nhanh các mô sinh trưởng trong sản xuất cây giống sạch bệnh, hay các tế bào soma trong sản xuất thịt nhân tạo, giúp tăng cường hiệu quả sản xuất nông nghiệp, đẩy mạnh phát triển nông nghiệp xanh, bền vững.

- Sản xuất các chế phẩm trong nông nghiệp: Trong lĩnh vực chiếu xạ polyme dùng trong nông nghiệp thì nhu cầu và tiềm năng ứng dụng là rất lớn. Các chế phẩm tạo ra bằng phương pháp chiếu xạ như oligosaccarit, nano gel, chất siêu hấp thụ nước, phân bón lá nano,.. có ưu điểm là độ tinh khiết cao do không dùng hóa chất để khâu mạch cũng như cắt mạch. Ngoài ra các chế phẩm loại này đều có nguồn gốc từ polyme tự nhiên nên an toàn cho con người cũng như môi trường do vậy rất phù hợp cho các ứng dụng trong nông nghiệp hữu cơ, nông nghiệp sạch. Đặc biệt khi sử dụng các chế phẩm như oligochitosan, oligoalginate, oligobetaglucan có khả năng kích kháng bệnh, kích thích tăng trưởng giúp cho cây trồng tăng cường sức đề kháng để từ đó giảm thiểu việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật góp phần phát triển nền nông nghiệp an toàn và bền vững.

3.2. Về chiếu xạ chế biến sau thu hoạch

Chiếu xạ nông sản được coi là phương pháp bảo quản nông sản an toàn và hiệu quả với nhiều lợi ích mang lại như: tiêu diệt và ức chế các vi sinh vật, vi khuẩn gây bệnh chẳng hạn như Salmonella, Escherichia Coli; hạn chế sự nảy mầm và chín của các loại trái cây, củ quả, hạt giống; kéo dài thời hạn sử dụng của nông sản, giảm thiểu nguy cơ ngộ độc nông sản và cải thiện chất lượng của sản phẩm. Công nghệ chiếu xạ nông sản mang lại nhiều lợi ích cho người tiêu dùng, doanh nghiệp và xã hội. Việc ứng dụng các công nghệ chiếu xạ và tuân thủ các nguyên tắc, quy trình vận hành tại các nhà máy chiếu xạ sẽ góp phần cùng Doanh nghiệp xuất khẩu Việt Nam tăng giá trị và hiệu quả của hoạt động xuất khẩu Nông - Thủy sản và hàng hoá trên thị trường thế giới, đặc biệt sang các nước có yêu cầu cao như Úc, Mỹ.

3.3. Về bảo vệ thực vật

Kết hợp với các phương pháp kiểm soát khác, kỹ thuật tiết sinh côn trùng (SIT) đã thành công trong việc kiểm soát một số loài côn trùng gây hại lớn bao gồm ruồi đục quả; nhặng; giun vít; sâu bướm (sâu bướm mã đề, sâu đục quả màu hồng, sâu da xanh, sâu bướm xương rồng và sâu bướm sơn Úc); muỗi. Ở một số quốc gia áp dụng công nghệ này, các nghiên cứu đánh giá kinh tế hồi cứu đã cho thấy lợi tức đầu tư là rất cao. Lợi ích của việc sử dụng SIT bao gồm: giảm đáng kể thiệt hại trong sản xuất cây trồng và vật nuôi; bảo vệ các ngành trồng trọt và chăn nuôi thông qua việc ngăn chặn sự xâm nhập của dịch hại; tạo các điều kiện để xuất khẩu hàng hóa vào các thị trường có giá trị cao mà không bị hạn chế về kiểm dịch; bảo vệ và tạo việc làm nông nghiệp; giảm đáng kể chi phí sản xuất và sức khỏe con người; bảo vệ môi trường thông qua việc giảm sử dụng thuốc diệt

côn trùng. Ở Việt Nam, SIT mới được nghiên cứu ứng dụng trên ruồi đục quả thanh long khu vực Bình Thuận. Như vậy kỹ thuật SIT còn rất nhiều tiềm năng và triển vọng phát triển.

4. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực công nghiệp

4.1. Về kiểm tra không phá hủy NDT

Việc tích hợp các kỹ thuật NDT với nhau hay kỹ thuật NDT với kỹ thuật khác là cần thiết và cần hướng tới nhằm giải quyết những vấn đề kỹ thuật hóc búa trong thực tiễn của các ngành công nghiệp. Trong thời đại ngày nay, nhờ tốc độ phát triển như vũ bão của ngành tin học, các công cụ mô phỏng như ANSYS, ABACUS, Code Axter.... cũng đã rất phát triển; trong đó các kết quả NDT đóng vai trò cung cấp thông tin đầu vào của quá trình. Vì thế, cần tìm hiểu và từng bước làm chủ các công cụ này. Nếu làm được việc này cùng với việc trang bị thêm các kiến thức về vật liệu, công nghệ gia công, phương pháp phân tử hữu hạn (toán học), cơ học phá hủy (vật lý),... chúng ta có thể tham gia giải bài toán về đánh giá tuổi thọ còn lại của các cấu kiện trong các nhà máy (Thủy điện, Nhiệt điện, Lọc hóa dầu, Hóa chất...). Đây là vấn đề hết sức cấp bách đặt ra cho các ngành công nghiệp ở Việt Nam nhất là từ nay về sau. Đặc biệt là đối với một số nhà máy đã đi vào hoạt động (sau khi đại tu lần đầu). Đã đến lúc cần phải tính đến tác động của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư đối với lĩnh vực NDT, một xu thế tất yếu trên toàn thế giới có tác động đến hầu hết các lĩnh vực công nghệ và ứng dụng của chúng trong công nghiệp. Trong lĩnh vực NDT, chúng ta cần sớm lên kế hoạch ứng dụng rô-bốt hóa dịch vụ NDT cũng như ứng dụng AI nếu không muốn bị tụt hậu so với thế giới trong lĩnh vực này.

Kết quả đánh giá nhu cầu ứng dụng RT theo các tiêu chí kiểm tra các hạng mục thiết bị, cấu kiện hoặc hệ thống cần thiết được đánh giá bằng công nghệ RT trong các lĩnh vực/ngành công nghiệp dựa trên ý kiến của 2 chuyên gia độc lập cho thấy rằng lĩnh vực có nhu cầu ứng dụng cao (trung hạn và dài hạn) là Cơ sở lò phản ứng nghiên cứu (lò phản ứng Đà Lạt và Dự án lò phản ứng nghiên cứu mới) mặc dù ý kiến chuyên gia có sự khác nhau nhất định, các lĩnh vực có nhu cầu khá cao là Công nghiệp hóa dầu và khí đốt; Sản xuất điện; Công nghiệp bê tông; Đóng tàu; Công nghiệp sản xuất ống. Nhìn chung, nền công nghiệp càng hiện đại, quy mô càng lớn bao nhiêu thì vai trò của khảo sát, kiểm tra, đánh giá an toàn càng cần thiết và lợi ích đem lại càng lớn bấy nhiêu.

4.2. Về chiếu xạ công nghiệp

Với những lợi thế và ưu việt của công nghệ chiếu xạ, cùng với thực tiễn phát triển và tham gia tích cực vào thị trường chiếu xạ quốc tế của các doanh nghiệp chiếu xạ Việt Nam, có thể đánh giá việc phát triển ứng dụng công nghệ chiếu xạ ở Việt Nam trong thời gian tới có một nhu cầu khá lớn với CAGR khoảng 7-10%/năm đối với các lĩnh vực chiếu xạ thực phẩm, chiếu xạ y tế và chiếu xạ các hàng hóa công nghiệp khác. Điều đó dẫn đến nhu cầu cần thiết duy trì mức độ tăng trưởng hiện nay và đầu tư mở rộng các cơ sở chiếu xạ công nghiệp trong thời gian tới, đặc biệt là các cơ sở chiếu xạ dây, cáp điện. Ngoài ra,

với làn sóng chuyển dịch sản xuất từ Trung Quốc sang Việt Nam, chúng ta cần chú trọng nâng cao năng lực trong việc chiếu xạ dụng cụ, vật tư y tế nhằm đáp ứng nhu cầu của các nhà sản xuất có thị trường xuất khẩu. Khả năng mở rộng thị trường cũng là một trong những vấn đề khó khăn vì nhiều quốc gia không sẵn sàng chấp nhận thực phẩm chiếu xạ dù biết rõ tính lành của thực phẩm chiếu xạ như Nhật Bản. Ngoài Hoa Kỳ, Úc và Chi Lê thì các nước khác chỉ chấp nhận một số thực phẩm chiếu xạ nhất định. Thêm vào đó, chi phí chiếu xạ khử trùng y tế còn cao nên hiện chỉ các sản phẩm đòi hỏi chất lượng cao như mô ghép mới được chiếu xạ, nhiều vật dụng y tế khác vẫn được khử trùng bằng phương pháp xông hóa chất, ảnh hưởng đến sức khỏe người dùng và môi trường. Những điều này đặt ra thách thức rất lớn cho các doanh nghiệp, nhà khoa học và quản lý. Làm thế nào để chủ động về công nghệ, giảm chi phí xử lý chiếu xạ; hoàn thiện các quy phạm pháp luật nhằm đổi mới công nghệ, thay thế các công nghệ gây ô nhiễm bằng công nghệ chiếu xạ, cũng như gia tăng khả năng chấp nhận của người tiêu dùng đối với thực phẩm và các sản phẩm chiếu xạ khác để mở rộng thị trường. Tất nhiên, còn có cả những thách thức từ bên ngoài như cạnh tranh của các quốc gia đang phát triển khác, những nước cũng đang nỗ lực đẩy mạnh ứng dụng công nghệ chiếu xạ phục vụ xuất khẩu như Ấn Độ, Indonesia, Thái Lan, Trung Quốc... Mặc dù công nghệ chiếu xạ đã phát triển tương đối nhanh ở Việt Nam, song hiện đang gặp phải một số khó khăn nhất định như đầu tư cao, gia tăng chi phí cho các vấn đề liên quan, khó mở rộng thị trường và thiếu nhân lực trình độ cao cho nghiên cứu triển khai.

Nhu cầu thiết bị chiếu xạ nguồn Co-60: Thiết bị đầu tư mới: Các doanh nghiệp chiếu xạ tư nhân, doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài tại các địa phương khu vực Đông Nam Bộ, Tây Nam Bộ tùy theo thị trường (chủ yếu thị trường xuất khẩu thực phẩm; thị trường khử trùng y tế - có nhiều triển vọng trong tương lai); Nhu cầu mua/bổ sung nguồn Co-60: Các cơ sở chiếu xạ nguồn Co-60 trong cả nước có nhu cầu nạp nguồn (từ Ấn Độ, Nga, Canada, Trung Quốc).

Nhu cầu đầu tư thiết bị EB: Các đơn vị chiếu xạ của Viện NLNTVN Có nhu cầu đầu tư thiết bị chiếu xạ EB công suất lớn tại Hà Nội, Tp Hồ Chí Minh; Các đơn vị chiếu xạ Doanh nghiệp tư nhân: Có nhu cầu đầu tư thiết bị chiếu xạ EB công suất lớn tùy theo nhu cầu thị trường tại khu vực Tp Hồ Chí Minh, các tỉnh Tây Nam Bộ, Đông Nam Bộ, Đồng bằng sông Hồng, cửa khẩu phía Bắc. Có nhu cầu thiết bị chiếu xạ EB năng lượng thấp phục vụ chiếu xạ dây, cáp điện.

Nhu cầu tăng cường quản lý nhà nước, phát triển cơ sở hạ tầng chiếu xạ: Việt Nam chủ yếu ban hành tiêu chuẩn cho chiếu xạ thực phẩm, còn ít nghiên cứu, ban hành tiêu chuẩn chiếu xạ khử trùng y tế. Do đó, cần tiếp tục các nghiên cứu và áp dụng phù hợp các tiêu chuẩn của Ủy ban Codex Alimentarius đã thông qua. Tiến hành nghiên cứu, chuẩn bị tài liệu thông tin truyền thông, quảng cáo và tài liệu tích hợp chiếu xạ thực phẩm vào các hướng dẫn và quy tắc hiện hành về sản xuất, phân phối và xử lý thực phẩm an toàn (để giảm thiểu sự lây lan ô nhiễm sinh học và tỷ lệ mắc bệnh do thực phẩm). Nghiên cứu tư vấn cho các cơ

quan và Bộ Y tế về việc thực hiện các chiến lược tổng hợp, bao gồm chiếu xạ thực phẩm, để ngăn chặn sự lây lan quốc tế của mầm bệnh trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi, để kiểm soát bệnh tật do thực phẩm và tăng cường sự sẵn có của thực phẩm an toàn và bổ dưỡng. Tổ chức các khóa đào tạo và hội thảo thích hợp để tăng cường hiểu biết đối với các cơ quan quản lý thực phẩm và nhân viên thực phẩm về vai trò của chiếu xạ thực phẩm. Thiết lập hệ thống quản lý an toàn thực phẩm, thiết lập và áp dụng phân tích mối nguy và điểm kiểm soát tới hạn (viết tắt của Hazard Analysis and Critical Control Points, là những nguyên tắc được sử dụng trong việc thiết lập hệ thống quản lý an toàn thực phẩm).

4.3. Đối với NCS và máy đo hạt nhân

Mặc dù lĩnh vực công nghệ này đã có mặt ở Việt Nam từ rất lâu và đã phát triển khá nhanh cùng với tăng trưởng của các ngành công nghiệp trong mấy chục năm qua, tuy nhiên do đặc thù các hệ thiết bị NCS gắn liền với dây chuyền công nghệ mà đại đa số được nhập khẩu vào Việt Nam, ít có sự tham gia thiết kế và chế tạo trong nước.

Tốc độ tăng trưởng cao của thị trường các máy đo hạt nhân trong giai đoạn 2012 - 2021 theo đánh giá có tỷ lệ tăng trưởng hàng năm kép (CAGR) khoảng 25%. Nền kinh tế Việt Nam trên đà phát triển khả quan, việc tiếp thu công nghệ cao của quốc tế vào các ngành kinh tế quốc dân ngày càng được đẩy mạnh. Tuy nhiên nếu nhập ngoại hoàn toàn và không nghiên cứu công nghệ chế tạo thì quá tốn kém và bị động. Việc tìm hiểu công nghệ để bảo dưỡng, sửa chữa và nội địa hóa các thiết bị bức xạ là hết sức cần thiết. Chúng ta phải có chiến lược phát triển, từng bước nội địa hóa có lựa chọn, có lộ trình phát triển nguồn nhân lực và cơ sở hạ tầng cần thiết. Trong giai đoạn tới, cần phải kích thích, xây dựng và duy trì năng lực tư vấn trong lĩnh vực NCS và hệ đo hạt nhân. Đội ngũ chuyên gia lành nghề cần phải được đào tạo để phục vụ cho ngành công nghiệp có sử dụng NCS, để hiệu chỉnh và kiểm tra độ an toàn của ứng dụng công nghệ NCS, để tư vấn cho các ngành công nghiệp sử dụng công nghệ NCS và hệ đo hạt nhân một cách hiệu quả và kinh tế. Cần nắm bắt một trong những thay đổi quan trọng nhất trong những năm gần đây là sự ra đời của xử lý và hiển thị trực tuyến. Công nghệ detector đang có thay đổi nhanh chóng, số lượng detector rắn và detector khác (có thể hoạt động mà không cần làm mát) đang được phát triển. Trên thế giới, phát triển detector công nghiệp có thể hoạt động với tốc độ đếm cao, hiệu suất ghi tổng lớn, hoạt động ở nhiệt độ thường vẫn rất cần thiết. Những detector như vậy mới có tốc độ đếm đủ cao để theo dõi quá trình trao đổi rất nhanh với độ chính xác tốt. Ngoài ra, cũng cần chú ý cơ hội nghiên cứu phát triển các nguyên tắc phép đo thay thế cũng đang được nghiên cứu cho phép giảm đáng kể cường độ nguồn trong những trường hợp cần thiết.

Với số lượng máy và nguồn phóng xạ được ứng dụng ngày nhiều ở Việt Nam cùng với quá trình công nghiệp hóa mạnh mẽ trong giai đoạn tới, việc phát triển ứng dụng công nghệ NCS chắc chắn sẽ tạo cơ hội và động lực cho hoạt động R&D của Việt Nam nhằm nâng cao năng lực hỗ trợ doanh nghiệp, bao gồm năng lực bảo dưỡng, thay thế nguồn, thiết bị tại chỗ (không cần mang về nước

sản xuất ban đầu). Ngoài ra, việc xây dựng lò phản ứng nghiên cứu mới sẽ tạo khả năng cung cấp nguồn phóng xạ (chẳng hạn như Ir-192). Tình hình và triển vọng như vậy sẽ tạo động lực đầu tư nghiên cứu thiết kế, chế tạo hoặc nâng cấp thiết bị NCS và NG phù hợp yêu cầu ứng dụng thực tiễn ở Việt Nam và góp phần nâng cao sức cạnh tranh của các doanh nghiệp. Dư địa và cơ hội trong giai đoạn tới sẽ là động lực thúc đẩy sự quan tâm và đầu tư cho các đơn vị R&D như Trung tâm CANTI, Trung tâm NDE và các đơn vị, doanh nghiệp liên quan khác, tạo nền tảng để nâng cao năng lực nội sinh của Việt Nam trong lĩnh vực NCS nói riêng và các lĩnh vực công nghệ hạt nhân nói chung.

4.4. Kỹ thuật đánh dấu (tracer)

** Trong công nghiệp dầu khí:*

Ở Việt Nam hiện nay, kỹ thuật đánh dấu chủ yếu được ứng dụng trong khai thác dầu khí. Khai thác dầu thô được phân chia làm 3 giai đoạn: Khai thác sơ cấp sử dụng năng lượng tự nhiên của mỏ; Khai thác thứ cấp: bơm nước hoặc khí vào mỏ để cân bằng áp suất khai thác và đẩy dầu về vùng khai thác; Khai thác tăng cường hay tận thu sử dụng công nghệ bơm nước, khí hỗn hợp hay bơm bổ sung dung môi như CO₂, polymer, chất hoạt động bề mặt... nhằm tận thu dầu dư. Các mỏ dầu khí được khai thác của Việt Nam hiện nay đều nằm ở ngoài khơi, thuộc thềm lục địa Việt Nam trong giai đoạn khai thác thứ cấp đều bơm ép nước biển. Đặc điểm của các mỏ ngoài khơi là các phương tiện khai thác bao gồm đầu giếng và hệ thống trên bề mặt xử lý, bơm ép và khai thác đều nằm tập trung trên giàn trong không gian hạn chế. Hiện nay nhiều mỏ đang đi vào giai đoạn khai thác tăng cường bằng bơm nước, khí đồng hành kết hợp. Việc bơm polymer cũng đang có kế hoạch thăm dò khả năng.

Trong vận chuyển và chế biến dầu khí, ứng dụng đáng kể nhất của kỹ thuật đánh dấu là xác định phân bố thời gian lưu và phát hiện rò rỉ. Số mỏ dầu khí ở Việt Nam khá nhiều, tuy nhiên hầu hết các mỏ có kích thước nhỏ nên việc ứng dụng kỹ thuật đánh dấu cũng hạn chế. Các mỏ dầu của Việt Nam đang bước vào giai đoạn khai thác tăng cường, hay còn gọi là giai đoạn khai thác tận thu, công nghệ bơm ép phức tạp và tốn kém hơn giai đoạn thứ cấp vì vậy nhu cầu ứng dụng kỹ thuật đánh dấu có khả năng cao hơn so với giai đoạn trước đây. Tuy nhiên, một yếu tố khá quan trọng quyết định việc ứng dụng kỹ thuật đánh dấu nói riêng và các kỹ thuật khảo sát khác là giá dầu.

** Nhu cầu kiểm tra chất lượng trầm xi măng:*

Trong quá trình khoan, xi măng được đưa vào vùng không gian giữa ống chống và thành vỉa nhằm bảo vệ giếng, chống sụt lở và ngăn cách khí rò rỉ lên trên. Kết quả đo gamma sử dụng chất đánh dấu I-131 theo độ sâu dọc vùng trầm xi măng sẽ cho thông tin về bề dày của lớp xi măng và độ sâu trầm với độ tin cậy cao. Nhu cầu kiểm tra chất lượng trầm xi măng có lẽ khá cao với số lượng hàng trăm giếng. Tuy nhiên công nghệ này còn chưa được phát triển ở Việt Nam.

** Nhu cầu kiểm tra nứt via thủy lực:*

Kỹ thuật đánh dấu kiểm tra quá trình nứt via thủy lực có ưu điểm vượt trội so với các phương pháp truyền thống là độ tin cậy cao, có thể xác định độ sâu vết nứt và sự xâm nhập của cát chống. Tuy nhiên công nghệ này còn chưa được phát triển ở Việt Nam.

** Trong tối ưu hóa quá trình công nghiệp:*

Các loại hình ứng dụng công nghệ đánh dấu trong hệ thống công nghệ xử lý, chế biến khá đa dạng, có trong rất nhiều ngành công nghiệp như lọc hóa dầu, hóa chất, phân bón, vật liệu, xi măng, chế biến khoáng sản, dược, thực phẩm. Tuy nhiên số ứng dụng trên thực tế ở Việt Nam chưa nhiều. Nguyên nhân chủ yếu có lẽ do công nghệ sản xuất lạc hậu, nhu cầu cạnh tranh về chất lượng, hiệu quả kinh tế chưa cao, chưa thực sự chú trọng đến ảnh hưởng đến môi trường.

4.5. Soi chiếu an ninh - hải quan

** Soi chiếu an ninh*

Ngành hàng không được dự báo tiếp tục tăng trưởng trong thời gian tới với động lực tăng trưởng chính sẽ đến từ hành khách nội địa do Việt Nam hiện đang ở thời kỳ dân số vàng, thu nhập bình quân đầu người và tầng lớp trung lưu đang gia tăng và lượng khách du lịch quốc tế đến Việt Nam tăng trưởng ấn tượng, sẽ thúc đẩy nhu cầu vận chuyển bằng máy bay, dòng vốn đầu tư FDI vào Việt Nam vẫn tiếp tục tăng mạnh thúc đẩy nhu cầu vận tải hành khách và hàng hóa. Theo thống kê khoảng 20 năm trở lại đây, tăng trưởng hàng không Việt Nam gắn chặt với tốc độ phát triển GDP. Tức là GDP tăng 1%, hàng không sẽ tăng 1,5 đến 2%. Ngược lại, nếu GDP giảm 1%, hàng không cũng sẽ giảm tương ứng. Như vậy, tăng trưởng của ngành hàng không của Việt Nam đàn hồi với tăng trưởng của nền kinh tế. Hiện nay tại Việt Nam có tổng cộng 22 sân bay có hoạt động bay dân sự trong đó có 10 sân bay quốc tế.

Về thị trường vận tải biển, vận tải đường biển Việt Nam được gọi là khu vực kinh tế năng động nhất trên thế giới. Biển Việt Nam nằm trong tuyến đường quan trọng để giao lưu và vận chuyển hàng hóa giữa Ấn Độ Dương và Thái Bình Dương. Từ đây Việt Nam thuận lợi trong vấn đề phát triển vận tải biển. Thông qua quá trình giao lưu và mở rộng mối quan hệ với những nước phát triển mạnh về ngành biển. Đường bờ biển Việt Nam dài gần 3400 km, đường biển được trải dài từ Bắc vào Nam.

Nhằm rút ngắn thời gian thông quan hàng hóa, đồng thời đảm bảo công tác quản lý của cơ quan Hải quan chặt chẽ, hạn chế tình trạng buôn lậu, gian lận thương mại, Việt Nam cũng đã áp dụng công nghệ soi container tại nhiều cảng, cửa khẩu trọng điểm trên cả nước. Kể từ thời điểm hệ thống soi container đầu tiên được lắp đặt tại Tân Cảng - Cát Lái thuộc Cục Hải quan TP. Hồ Chí Minh vào ngày 02/4/2010, đến nay cả nước đã có 7 Cục hải quan trang bị tổng số 16 máy soi container, trong đó có 3 máy soi cố định, 2 máy soi dạng cổng và 11 máy soi container di động đang đặt ở một số cảng xuất nhập khẩu lớn ở Việt Nam: TP. Hồ

Chí Minh (5 máy), Hải Phòng (4 máy), Đà Nẵng (1 máy), Bình Dương (2 máy), Đồng Nai (1 máy), Quảng Trị (1 máy), Lạng Sơn (1 máy), Hà Nội (1 máy). Tháng 8/2019, Tổng cục Hải quan trang bị cho Cục Hải quan Hà Nội và trực tiếp Chi cục Hải quan Gia Thụy được giao vận hành và sử dụng máy soi container di động tại địa điểm kiểm tra tập trung Hateco, máy soi container di động này do Anh sản xuất, nhằm phục vụ soi chiếu đối với các lô hàng phải kiểm tra trong toàn Cục Hải quan Hà Nội, tiết kiệm thời gian cho doanh nghiệp.

Với công suất của một hệ thống soi chiếu chỉ đạt khoảng 200 container/ngày làm việc như hiện nay, hầu hết các hệ thống máy soi đặt tại các cảng có lượng hàng hóa xuất - nhập khẩu đóng trong container lớn đều đã quá tải. Tại cảng đầu mối lớn nhất cả nước là Tân cảng - Cát Lái (chiếm khoảng 45% tổng số lượng container xuất nhập khẩu của cả nước), việc thực hiện soi chiếu container đã được kéo dài từ 7h30 sáng đến 8-9h tối nhưng trung bình mỗi ngày cũng chỉ thực hiện soi chiếu được khoảng trên 200 container hàng hóa, trong khi lượng tờ khai được hệ thống thông quan tự động phân vào luồng đỏ để buộc phải kiểm tra qua máy soi lên tới 280 tờ khai. Việc đầu tư thêm các hệ thống soi container tại các cảng của Việt Nam cũng gặp nhiều khó khăn như thiếu vốn, thiếu mặt bằng để bố trí xây dựng trạm hoặc khu vực soi chiếu, đào tạo nhân lực vận hành trang thiết bị, vấn đề duy tu, bảo dưỡng, sửa chữa hệ thống...

** Soi chiếu công nghiệp*

Trong sản xuất công nghiệp, công nghệ soi chiếu được ứng dụng kiểm tra chất lượng sản phẩm như bo mạch, linh kiện điện tử, kiểm tra vật thể lạ trong các sản phẩm thực phẩm và đồ uống. Các công nghệ này dùng thiết bị phát tia X với độ phân giải cao, đặc biệt là công nghệ 3D dùng để kiểm tra các linh kiện nhỏ và tinh vi. Việc nghiên cứu chế tạo, sản xuất các thiết bị này tại Việt Nam gần như chưa có.

Công nghiệp điện tử tại Việt Nam tập trung chủ yếu ở Đồng bằng sông Hồng (Hà Nội và các tỉnh lân cận như Bắc Ninh, Hải Phòng, Hưng Yên, Thái Nguyên) và vùng Đông Nam Bộ (TP. Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận như Đồng Nai, Bình Dương, Long An). Sản phẩm sản xuất chủ yếu là điện thoại, máy in, ti vi, trong đó điện thoại di động là sản phẩm có tốc độ tăng trưởng nhanh nhất. Theo số liệu từ Cục Đầu tư nước ngoài, Bộ Kế hoạch và Đầu tư, lĩnh vực công nghiệp điện tử Việt Nam đã thu hút hơn 10 tỷ USD vốn FDI với các tên tuổi lớn như Samsung, Foxconn, LG, Panasonic, Intel, Electronics, Nokia... Sức hấp dẫn của công nghiệp điện tử Việt Nam hiện nay vẫn chính là các nhà máy sản xuất điện thoại di động quy mô lớn, trong đó Samsung là lớn nhất với hai nhà máy 2,5 tỷ USD ở Bắc Ninh và 2 tỷ USD ở Thái Nguyên.

Đối với ngành sản xuất thực phẩm và đồ uống, Việt Nam có nguồn cung lớn và phong phú các sản phẩm nông sản, thủy sản và thực phẩm cho thị trường nội địa và xuất khẩu. Việt Nam với quy mô dân số gần 94 triệu dân với quá nửa đang trong độ tuổi lao động cũng là cơ hội lớn cho tiêu thụ thực phẩm chế biến. Hiệp hội các nhà bán lẻ Việt Nam thống kê, hiện nay thực phẩm và đồ uống đang

chiếm tỷ lệ cao nhất trong cơ cấu chi tiêu hàng tháng của người tiêu dùng Việt, đến 35% mức chi tiêu. Giá trị tiêu thụ thực phẩm hàng năm của người Việt ước tính khoảng 15% GDP và đang có xu hướng gia tăng. Sản phẩm thực phẩm, đồ uống chế biến công nghiệp ngày càng phong phú, số lượng tăng theo cấp số nhân, đã trở thành một trong những động lực thúc đẩy lớn cho doanh nghiệp ngành chế biến. Do đó, ứng dụng soi chiếu trong kiểm tra sản phẩm trong ngành sản xuất thực phẩm và đồ uống có tiềm năng tăng trưởng cao, thích ứng với các nhu cầu về nâng cao mức độ hiện đại của quy trình sản xuất.

Ứng dụng soi chiếu trong sản xuất công nghiệp phát triển theo nhu cầu của thị trường, tăng trưởng đàn hồi với tốc độ tăng trưởng của ngành công nghiệp. Trong bối cảnh thu hút vốn đầu tư nước ngoài tăng mạnh, động lực phát triển kinh tế khả quan, cùng với hệ thống chính trị ổn định, Việt Nam trở thành điểm thu hút đầu tư lý tưởng của các tập đoàn lớn trên thế giới. Đây là điều kiện thuận lợi thúc đẩy nhu cầu ứng dụng công nghệ soi chiếu, góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm sản xuất công nghiệp.

5. Nhu cầu phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

5.1. Nhu cầu phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân

Tiềm lực KH&CN hạt nhân theo nghĩa tổng quát sẽ bao gồm cơ sở hạ tầng, trang thiết bị bức xạ và hạt nhân, nguồn nhân lực và khả năng đáp ứng an toàn bức xạ và an ninh hạt nhân. Tiềm lực về KH&CN hạt nhân tập trung chủ yếu tại 03 đơn vị NLNT của Bộ KH&CN, một số viện trực thuộc Viện Hàn Lâm KH&CN Việt Nam, các cơ sở ứng dụng NLNT tại các Bộ Y tế, Công Thương, NN&PTNT, một số trường Đại học và một số Doanh nghiệp. Tuy vậy, tiềm lực KH&CN hạt nhân của nước ta đang ở vị trí khá thấp so với các nước thuộc khu vực châu Á và ở mức trung bình trong các nước Đông Nam Á.

- Công nghiệp là một bộ phận cấu thành của nền kinh tế, là lĩnh vực sản xuất vật chất, chế tạo, chế biến ra sản phẩm phục vụ cho sản xuất hoặc tiêu dùng xã hội với nhiều ngành: điện tử, dầu khí, xi măng, nước giải khát, hóa chất.... Để đẩy mạnh, nâng cao hiệu quả phát triển công nghiệp của đất nước phát triển, nâng cao tiềm lực, trình độ KH&CN hạt nhân là rất cần thiết nhằm giải quyết các vấn đề thực tiễn như nâng cao chất lượng, an toàn sản xuất. Đây là vấn đề lớn, có rất nhiều yêu cầu, nhiệm vụ đặt ra đòi hỏi phải giải quyết.

- Các nghiên cứu và kết quả tính toán cho thấy đóng góp của KH&CN và đổi mới sáng tạo cho ngành nông, lâm, thủy sản là rất lớn, đạt mục tiêu trên 50%, trong đó có KH&CN hạt nhân. Điều này phản ánh nông nghiệp Việt Nam đang chuyển đổi từ mô hình theo chiều rộng sang mô hình tăng trưởng theo chiều sâu... Theo thống kê, tốc độ tăng trưởng ngành nông nghiệp bình quân 3 năm giai đoạn 2021-2023 đã đạt 3,35%/năm (giai đoạn 2016-2020 đạt 2,62%/năm), là nhờ sự đóng góp không thể thiếu của KH&CN nói chung và KH&CN hạt nhân nói riêng. KH&CN hạt nhân đã góp phần nâng cao chất lượng giống cây trồng, góp phần nâng ồng kim ngạch xuất khẩu nông, lâm, thủy sản giai đoạn 2021-

2023 đạt 154,8 tỷ USD, bình quân đạt trên 51,61 USD/năm, cao hơn so với mức 36,63/năm giai đoạn 2016-2020 thông qua chiếu xạ.

- KH&CN hạt nhân đã có những đóng góp bước đầu trong việc đưa những kết quả nghiên cứu vào ứng dụng trong địa chất, khoáng sản, bảo vệ môi trường. Với thế mạnh của KH&CN hạt nhân là hiệu quả, nhanh chóng, triển vọng và nhu cầu nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ kỹ thuật hạt nhân trong ngành TN&MT là lớn.

- KH&CN hạt nhân đã từng bước được phát triển nhằm hỗ trợ đưa ứng dụng BX&ĐVPX vào chăm sóc sức khỏe người dân, hỗ trợ quản lý đảm bảo an toàn bức xạ.

- Thực hiện đúng tiến độ Dự án Trung tâm Nghiên cứu KH&CN hạt nhân với lò phản ứng nghiên cứu công suất 10 MW và đưa lò vào vận hành trước năm 2035. Theo đó, công tác chuẩn bị nguồn nhân lực vận hành và sử dụng lò phản ứng cần bắt đầu từ năm 2025 với lộ trình và số lượng trung bình nhân lực cần đào tạo theo từng năm khoảng 30 người. Nếu dự án đưa vào vận hành đúng tiến độ và có đủ nguồn nhân lực để vận hành an toàn và khai thác hiệu quả Trung tâm thì tiềm lực KH&CN hạt nhân của Việt Nam sẽ phát triển lên một bước mới; đóng góp cho phát triển kinh tế - xã hội, đặc biệt là cho ngành y tế.

Việt Nam đang trong quá trình thực hiện Nghị quyết Đại hội Đảng lần thứ 13 với mục tiêu xây dựng nước ta thành một nước công nghiệp theo hướng hiện đại. Để đạt được mục tiêu này, các vấn đề về bảo đảm an ninh năng lượng, an ninh lương thực, chăm sóc sức khỏe nhân dân, bảo vệ môi trường và phát triển các ngành công nghiệp cần được quan tâm đặc biệt. Trong các lĩnh vực này, KH&CN hạt nhân đều có thể có những đóng góp rất quan trọng. Vì vậy, chúng ta cần có các định hướng rõ về phát triển KH&CN hạt nhân với các mục tiêu cụ thể để giải quyết các thách thức đang đặt ra cho nền kinh tế.

5.2. Nhu cầu nhân lực

a) Trong lĩnh vực y tế

Nếu lấy chỉ tiêu phát triển nhân lực VLYK* đến năm 2030: 5 nhân viên VLYK/triệu dân (mức trung bình thế giới hiện nay) cho xạ trị thì lúc đó chúng ta cần 500 nhân viên VLYK năm 2050; 8-12 nhân viên VLYK/1 triệu dân (mức trung bình các nước OECD) thì lúc đó chúng ta cần 800-1200 nhân viên VLYK. Nếu tính thêm chẩn đoán hình ảnh (X-quang chẩn đoán, can thiệp và xạ hình y học hạt nhân) thì số nhân viên VLYK phải tăng lên gấp 3 lần. Điều đó có nghĩa là đến năm 2030 cần 1.500 nhân viên VLYK và đến năm 2050 sẽ cần từ 2.400 đến 3.600 nhân viên VLYK.

* Nhân viên VLYK lâm sàng²⁵: là nhân viên VLYK đã trải qua hệ đào tạo giáo dục đại học phù hợp về khoa học vật lý hoặc kỹ thuật, sau đó được đào tạo bổ sung chuyên sâu trong thời gian từ 01 đến 03 năm giáo dục hàn lâm về

²⁵ IAEA IAEA Human health Series HHS 25, https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1610_web.pdf

VLYK ở cấp độ sau đại học và ít nhất 02 năm được đào tạo thực hành có cấu trúc bổ sung trong môi trường lâm sàng, trong một hoặc nhiều chuyên ngành VLYK (Xem thêm định nghĩa về VLYK trong GSR Phần 3.2)²⁶. Ngoài ra, IAEA cũng giúp tổ chức kiểm tra, thẩm định và thừa nhận một số nhân viên VLYK lâm sàng ban đầu cho các quốc gia có thu nhập thấp và trung bình (chương trình AMPLE: Advanced Medical Physics Learning Environment).

Dựa vào mô hình dự báo nhu cầu thì nhu cầu bác sĩ chuyên khoa và kỹ thuật viên xạ trị và y học hạt nhân được trình bày trong Bảng 8 dưới đây.

Bảng 8. Nhu cầu nguồn nhân lực bác sĩ chuyên khoa, kỹ thuật viên và nhân viên VLYK

Năm	Ngành nghề	Cơ sở xạ trị cơ bản (1-2 máy xạ trị đơn giản)	Cơ sở xạ trị ở nước có thu nhập trung bình (2-4 máy xạ trị)	Cơ sở xạ trị ở nước có thu nhập cao (6-8 máy xạ trị đa năng)*	Tính cả chẩn đoán hình ảnh y tế
2023	Nhân viên vật lý y khoa*	3,2	(13,8)	(32,7)	
	Bác sĩ xạ trị*	4,0	(14,8)	(19,5)	
	Kỹ thuật viên* xạ trị	6,5	(30,4)	(53,7)	
2030	Nhân viên VLYK		5 nhân viên VLYK/triệu dân**	24,5 nhân viên VLYK /triệu dân (mức của US+Canada)	15 nhân viên VLYK/triệu dân**
	Bác sĩ xạ trị (BS)		5,36 BS/triệu dân**	14,7 BS/ triệu dân	
	Kỹ thuật viên xạ trị/kỹ thuật y khoa		11 KTV/triệu dân**	40,18/ triệu dân	
2050	Nhân viên VLYK		12 nhân viên VLYK/triệu dân** (mức của nước OECD trung bình)		36 nhân viên VLYK/triệu dân**
	Bác sĩ xạ trị		12,9 BS/ triệu Dân**		
	Kỹ thuật viên xạ trị		26,4 KTV/ triệu dân**		

*Theo mô hình của IAEA

** dự báo nhu cầu nguồn nhân lực

²⁶ Hiện nay, theo quy định của Bộ GD&ĐT, chúng ta mới chỉ được đào tạo cử nhân vật lý y khoa do vậy việc đào tạo nhân viên vật lý y khoa theo đúng chuẩn quốc tế đang gặp khó khăn (đào tạo vật lý y khoa sau đại học trình độ thạc sĩ và vật lý y khoa lâm sàng)

Đơn năng/đa năng: đơn/đa giải năng lượng.

Tỷ lệ bác sĩ xạ trị trung bình toàn quốc của Hoa Kỳ là 16,4 bác sĩ xạ trị/triệu dân.

Việc bổ sung thêm nhu cầu liên quan tới chẩn đoán hình ảnh y tế sẽ dẫn đến việc tăng gấp ba số lượng nhân viên VLYK trong hai thập kỷ tới (2015-2035)²⁷.

Việc gia tăng lực lượng nhân viên VLYK không chỉ đơn giản là do nhu cầu nghề nghiệp mà còn có tầm quan trọng hàng đầu đối với sự phát triển của ngành chăm sóc sức khỏe toàn cầu.²⁸

b) Trong lĩnh vực công nghiệp

Nhân lực về chiếu xạ chủ yếu thuộc khối doanh nghiệp tư nhân khoảng vài trăm người, có năng lực phù hợp cho vận hành thiết bị. Nhân lực nghiên cứu triển khai (R&D) khoảng 150 người trong đó: GS (1), PGS (02), TS (5), ThS (26), ĐH (44) và dưới ĐH (80). Nhân lực nghiên cứu - triển khai đã thực hiện nhiều đề tài nghiên cứu và ứng dụng cấp bộ, cấp nhà nước; có công bố trên các tạp chí quốc tế, trong nước, sách chuyên khảo...

Nhu cầu nguồn nhân lực trong giai đoạn đến năm 2030, tầm nhìn năm 2050 cần đáp ứng:

- Đối với chiếu xạ công nghiệp: đến năm 2030, có khoảng 20 cơ sở chiếu xạ đáp ứng được nhu cầu khử trùng, bảo quản phục vụ cho xuất khẩu sản phẩm nông nghiệp; kết hợp chiếu xạ khử trùng dụng cụ y tế dùng trong nước. Khuyến khích các doanh nghiệp sản xuất tự trang bị thiết bị chiếu xạ tiên tiến phục vụ trực tiếp cho sản xuất sản phẩm công nghiệp cần chiếu xạ, như cáp điện; chế tạo các chế phẩm phục vụ sản xuất nông nghiệp. Đến năm 2050, sản xuất được các vật liệu mới phục vụ cho sản xuất công nghiệp, nông nghiệp, dịch vụ y tế.

- Đối với NDT: phát triển và mở rộng thêm từ 30-35 phòng thí nghiệm NDT hiện có đạt chuẩn quốc tế theo ISO 17025:2017 cho hoạt động kiểm tra, thử nghiệm; có đến 10 tổ chức hoạt động giám định theo ISO 17020:2015.

- Đối với kỹ thuật soi chiếu: Hình thành nhóm nghiên cứu khoảng 5 người có chuyên ngành điện tử hạt nhân và lập trình, xử lý hình ảnh số.

- Đối với NCS: đáp ứng năng lực tư vấn, đào tạo và chuyển giao công nghệ NCS; năng lực sửa chữa bảo dưỡng các thiết bị NCS ở Việt Nam, tiến tới tự chế tạo một số các thiết bị đo hạt nhân cung cấp cho các ngành công nghiệp và kinh tế - kỹ thuật.

²⁷ MEDICAL PHYSICS INTERNATIONAL Journal, vol.4, No.2, 2016
<http://www.mpijournal.org/pdf/2016-02/MPI-2016-02.pdf>

²⁸
https://www.researchgate.net/publication/343979798_GLOBAL_NUMBER_OF_MEDICAL_PHYSICISTS_A_ND_ITS_GROWTH_1965-2015_Journal_Medical_Physics_International_2016_v4_p_78-81/link/5f4bbce9299bf13c50596ee1/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19

5.3. Nhu cầu bảo đảm an toàn, an ninh

Cùng với sự phát triển vượt bậc của KH&CN hạt nhân, những năm gần đây, các thiết bị bức xạ ngày càng được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực của đời sống xã hội, nhất là trong lĩnh vực năng lượng, công nghiệp, chẩn đoán và điều trị bệnh với hiệu quả mang lại rất lớn.

Các cơ sở bức xạ đều thực hiện tốt công tác khai báo và đề nghị cấp phép tiến hành công việc bức xạ trước khi hoạt động; bảo đảm các điều kiện về nhân lực và an toàn bức xạ; định kỳ thực hiện kiểm định thiết bị, kiểm xạ môi trường làm việc bảo đảm an toàn cho nhân viên bức xạ và người dân. Tuy nhiên, vẫn còn tình trạng một số cơ sở vi phạm các quy định như: giấy phép hết hạn, không kiểm định thiết bị định kỳ, không xin cấp giấy phép sử dụng khi thay mới thiết bị, việc theo dõi liều xạ cho nhân viên trực tiếp làm công tác bức xạ theo đúng quy định, hồ sơ về công tác ATBX chưa được lưu giữ đầy đủ.

Nhằm đảm bảo ATBX và an ninh nguồn phóng xạ, cần thiết phải tăng cường quản lý an toàn bức xạ: cập nhật thông tin về cơ sở bức xạ và nguồn phóng xạ, thống kê đầy đủ, chi tiết, rõ ràng. Đồng thời phổ biến văn bản quy phạm pháp luật, cập nhật kiến thức bảo đảm ATBX cho các cán bộ, nhân viên của cơ sở bức xạ thường xuyên; kiểm tra sau cấp phép được tổ chức định kỳ hàng năm nhằm xem xét, tuân thủ, chấp hành pháp luật của đơn vị quản lý, sử dụng; phê duyệt kế hoạch ứng phó với sự cố bức xạ tại các đơn vị.

6. Đánh giá liên kết vùng, liên kết ngành trong việc phát triển hệ thống các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo trong lĩnh vực NLNT

6.1. Đánh giá liên kết vùng

a) Về kết cấu hạ tầng

Kết cấu hạ tầng kết nối vùng và liên vùng được quan tâm đầu tư, tạo động lực mạnh mẽ cho phát triển kinh tế. Kết cấu hạ tầng giao thông bao gồm 4 phương thức vận tải chính: đường bộ, đường sắt, hàng không, đường thủy nội địa và cảng biển. Các hệ thống giao thông kết nối chặt chẽ với nhau, bảo đảm giao thương, góp phần tích cực vào sự phát triển kinh tế- xã hội của đất nước, nâng cao chất lượng cuộc sống người dân.

Công nghệ thông tin đã góp phần tích cực vào phòng, chống dịch bệnh Covid-19 tại Việt Nam thời gian qua. Đã đưa vào vận hành Nền tảng hỗ trợ tư vấn khám, chữa bệnh từ xa (Telehealth) kết nối tới 100% cơ sở y tế tuyến huyện và Trung tâm công nghệ phòng, chống dịch Covid-19 quốc gia.

b) *Đánh giá liên kết vùng đến phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo*

* Về số lượng, phân bố và cơ cấu các cơ sở đào tạo:

Đến năm 2024, cả nước có 08 trường đại học, 2 viện nghiên cứu (Viện NLNTVN, HLKHCNVN đào tạo sau đại học) đào tạo chuyên ngành vật lý hạt nhân, kỹ thuật hạt nhân, VLYK; 21 trường đại học đào tạo chuyên ngành điện

quang (chẩn đoán hình ảnh); 3 trường đào tạo chuyên ngành y học hạt nhân, xạ trị. Đối với xạ trị, ở Việt Nam chưa có cơ sở, tổ chức đào tạo bác sĩ xạ trị do các bác sĩ xạ trị ở Việt Nam hiện nay hoặc được đào tạo ở nước ngoài, hoặc được đào tạo về chuyên ngành ung thư hoặc ngoại khoa hoặc chuyên ngành khác, sau đó được đào tạo bổ sung thêm 1 số học trình về xạ trị, nên chúng tôi liệt kê các cơ sở đào tạo ung bướu (*Chi tiết xem trong bảng 7-8 phụ lục II*).

Sự phân bố các cơ sở đào tạo đại học vật lý hạt nhân, kỹ thuật hạt nhân, y học hạt nhân, xạ trị, VLYK tập trung ở thành phố Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh phù hợp với yêu cầu phát triển KT-XH của địa phương, đất nước, quy mô phát triển dân số. Do công tác dự báo nhu cầu nguồn nhân lực đáp ứng nhu cầu phát triển KT-XH chưa được triển khai đúng mức đã dẫn đến tình trạng chưa đáp ứng được nhu cầu của thị trường lao động. Tiêu chí đăng ký, xác nhận chỉ tiêu đào tạo của các trường chủ yếu dựa trên số lượng giảng viên và cơ sở vật chất của nhà trường, mà chưa chú trọng đến đánh giá, xác định nhu cầu sử dụng nhân lực của thị trường lao động và mối liên kết vùng của các tỉnh lân cận trong việc cung cấp dịch vụ đào tạo. Điều này dẫn đến một bộ phận sinh viên tốt nghiệp không tìm được việc làm đúng chuyên môn sau khi tốt nghiệp, gây lãng phí nguồn lực. Bên cạnh đó, sự tham gia của khối các cơ sở đào tạo tư thục trong phát triển hệ thống cơ sở đào tạo trong lĩnh vực NLNT còn hạn chế.

Đầu tư từ NSNN cho giáo dục đại học còn thấp, chỉ chiếm khoảng 8-9% tổng NSNN cho GD&ĐT. Nguồn thu chính của các cơ sở giáo dục đại học vẫn từ học phí, trong khi mức học phí còn được xác định ở mức khá thấp; nguồn thu từ nghiên cứu khoa học và dịch vụ KH&CN còn thấp trong tổng thu của các cơ sở giáo dục đại học. Các điều kiện bảo đảm chất lượng chưa được quan tâm và đầu tư phát triển tương xứng. Trong thời gian dài, mô hình phát triển giáo dục đại học chú trọng về số lượng, chưa chú ý đúng mức đến các điều kiện bảo đảm chất lượng và nhu cầu xã hội. Tính chung trong toàn hệ thống, một trong số các tiêu chí quan trọng để bảo đảm chất lượng đào tạo là đội ngũ giảng viên thì vẫn chưa đáp ứng được yêu cầu về số lượng và chất lượng.

* Về số lượng, phân bố và cơ cấu các cơ sở nghiên cứu:

Phân chia tổ chức KH&CN theo vùng và lãnh thổ là cách phân chia hết sức quan trọng đối với các quốc gia tồn tại các vùng kinh tế, sinh thái phát triển ở trình độ khác nhau. Chính sách phát triển vùng về KH&CN luôn là bộ phận hợp thành của chính sách KH&CN quốc gia. Vì vậy, các tổ chức KH&CN trên vùng, lãnh thổ đóng vai trò như các trung tâm KH&CN vùng để giải quyết những vấn đề phát triển đặc thù của vùng, là một công cụ hỗ trợ phát triển KT-XH cho vùng dựa trên thế mạnh và các đặc thù của vùng.

Trên thế giới, các tổ chức KH&CN vùng luôn đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong hỗ trợ phát triển KT-XH của từng vùng, đây cũng là một bộ phận không thể thiếu cấu thành nên hệ thống tổ chức KH&CN của quốc gia. Phương án cụ thể hình thành nên các viện vùng, lãnh thổ chủ yếu là trên cơ sở các tổ chức KH&CN, trường đại học sẵn có theo nguyên tắc đa trùng trực thuộc. Nguyên tắc

đa trùng trực thuộc thực tế không gây tổn kém về chi phí đầu tư ngược lại sẽ hỗ trợ cho việc định hướng ưu tiên trong hoạt động nghiên cứu - triển khai. Mô hình tổ chức KH&CN vùng, lãnh thổ dựa trên việc khai thác các đặc thù có tính thuận lợi về địa lý và thế mạnh khác của vùng, do đó mô hình hoạt động, chức năng, nhiệm vụ của tổ chức KH&CN ở mỗi vùng sẽ khác nhau, không thể có mô hình chung áp dụng cho các vùng khác nhau.

Trong lĩnh KH&CN hạt nhân, các cơ sở nghiên cứu của Viện NLNTVN được phân bố ở 4 vùng: Đồng bằng sông Hồng, Bắc trung bộ và duyên hải miền Trung, Tây nguyên, Đông Nam Bộ nhằm đáp ứng nhu cầu ứng dụng NLNT phục vụ phát triển KT-XH của các vùng. Ngoài ra, do đặc thù của một ngành công nghệ cao, các cơ sở nghiên cứu khác như Viện HLKHCNVN, các trường đại học đều tập trung ở 2 đô thị lớn là thành phố Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Điều này là phù hợp với thực tiễn và nhu cầu phát triển do 2 đô thị lớn nói trên đóng vai trò các là trung tâm cung cấp y tế, giáo dục, KH&CN cho các địa phương lân cận, cho toàn vùng và liên vùng. Các viện nghiên cứu, trường đại học ở hai thành phố lớn nhất cả nước này đã tham gia tư vấn, hỗ trợ ứng dụng NLNT trong các lĩnh vực y tế, công nghiệp, TN&MT, nông nghiệp và thực hiện các đề tài, đề án khoa học phục vụ cho phát triển KT-XH nhiều địa phương.

* Về số lượng, phân bố và cơ cấu các cơ sở ứng dụng:

Trong lĩnh vực y tế: Có sự liên kết giữa bệnh viện tuyến Trung ương và các bệnh viện tuyến dưới về hỗ trợ chuyên môn kỹ thuật về y học, hạt nhân, xạ trị, điện quang thông qua hình thức bệnh viện vệ tinh để chuyển giao kỹ thuật, nâng cao năng lực cho các cơ sở y tế tuyến dưới, thực hiện mục tiêu đưa dịch vụ có chất lượng về gần dân, giảm tải cho tuyến trên. Các bệnh viện như Bạch Mai, K,... tiếp nhận các cán bộ bệnh viện vệ tinh về học tập tại; tiến hành chuyển giao kỹ thuật chuyên ngành bệnh viện đa khoa. Các cơ sở y học hạt nhân chủ, xạ trị chủ yếu tập trung chủ yếu ở 3 vùng (theo thứ tự từ cao đến thấp) Vùng đồng bằng sông Hồng, Bắc Trung Bộ và duyên hải miền và Đông Nam Bộ. Các cơ sở X-quang đã phân bố đến tuyến huyện ở 6 vùng kinh tế.

- Trong lĩnh vực nông nghiệp: các cơ sở chiếu xạ tập trung nhiều nhất ở 2 vùng Đông Nam Bộ (5/10 cơ sở), Đồng bằng sông Cửu Long (3/10 cơ sở) nhằm đáp ứng nhu cầu chiếu xạ hoa quả, hải sản ở 2 vùng kinh tế trọng điểm này.

- Trong lĩnh vực công nghiệp

Chiếu xạ công nghiệp đã và đang phát triển mạnh mẽ tập trung chủ yếu ở vùng Đông Nam Bộ và đồng bằng Sông Cửu Long, đây cũng là khu vực có thế mạnh về nuôi trồng thủy hải sản và cây ăn quả, đồng thời thuận tiện vận tải với các cảng nước sâu và cảng hàng không phục vụ xuất khẩu. Hiện cả nước có 15 cơ sở chiếu xạ công nghiệp, trong đó có 10 cơ sở chiếu xạ thực phẩm và 5 một số cơ sở chiếu xạ đa mục đích. Hàng năm các cơ sở đã xử lý chiếu xạ trung bình trên 100 nghìn tấn thực phẩm/năm cho nhu cầu xuất khẩu và một lượng tương đối lớn cho tiêu dùng trong nước. Vùng đồng bằng sông Hồng hiện cũng đang

phát triển các cơ sở chiếu xạ để phục vụ xuất khẩu cho thị trường miền Bắc vốn không sôi động như thị trường miền Nam.

Hệ điều khiển hạt nhân được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực công nghiệp như nước giải khát, xi măng, sản xuất thép, giấy - bao bì, ... Các cơ sở ứng dụng hệ điều khiển hạt nhân phân bố rộng rãi trong cả nước đặc biệt các vùng phát triển công nghiệp nặng như Bà Rịa - Vũng Tàu, Đồng Nai, Thanh Hóa, Quảng Ngãi hay công nghiệp sản xuất tại Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận 2 trung tâm này như Bắc Ninh, Bắc Giang, Bình Dương, Long An, ...

Kiểm tra không phá hủy là một dịch vụ kỹ thuật di động đi liền với lĩnh vực xây lắp, hiện diện ở tất cả các công trình xây dựng nhà máy, cầu đường, nhà xưởng trên toàn quốc. Việt Nam đang là một đất nước có tốc độ xây dựng hạ tầng cơ sở cao, kéo theo nó là sự ứng dụng mạnh mẽ các kỹ thuật kiểm tra không phá hủy. Các doanh nghiệp thực hiện dịch vụ này thường đăng ký trụ sở các thành phố lớn như TP. Hồ Chí Minh, Hà Nội, Vũng Tàu hay Hải Phòng, nhưng công việc được thực hiện di động trên toàn quốc.

6.2. Liên kết ngành

Liên kết ngành được thể hiện trong các mối quan hệ sau đây

- Quan hệ giữa mạng lưới các cơ sở y học bức xạ với các cơ sở đào tạo y khoa, đào tạo VLYK.

Liên kết ngành thể hiện ở mối quan hệ giữa mạng lưới cơ sở y tế với cơ sở giáo dục, giáo dục nghề nghiệp trong việc cung cấp nguồn nhân lực ngành y tế. nhân lực ngành y tế bao gồm bác sĩ, y sĩ, điều dưỡng, nữ hộ sinh, dược sĩ, kỹ thuật viên là nguồn lực vô cùng quan trọng trong việc cung cấp các dịch vụ y tế có chất lượng đáp ứng nhu cầu chăm sóc sức khỏe cho nhân dân. Hệ thống đào tạo nhân lực y tế nước ta được phân ra theo ba cấp độ đào tạo: trung cấp, cao đẳng và đại học, sau đại học.

Trong thời gian qua, số lượng cơ sở đào tạo đại học y tế cơ bản đáp ứng nhu cầu nhân lực y tế trong lĩnh vực y học hạt nhân, xạ trị, điện quang. Các cơ sở đào tạo này phân lớn ở Đồng bằng sông Hồng và Đông Nam Bộ, tương ứng với sự phát triển của các cơ sở y học hạt nhân, xạ trị, điện quang ở 2 vùng kinh tế trọng điểm này.

- Quan hệ giữa cơ sở nghiên cứu, ứng dụng ngành nông nghiệp, môi trường, y tế với các cơ sở đào tạo, cơ sở nghiên cứu KH&CN hạt nhân;

Nghiên cứu phát triển cũng như ứng dụng các thành tựu mới về KH&CN trong các lĩnh vực luôn được Đảng và Nhà nước quan tâm chỉ đạo, đầu tư. Trong đó, khoa học y dược là 1 trong 6 lĩnh vực nghiên cứu KH&CN cơ bản.

Xu thế mới của y học, nông nghiệp, TN&MT, công nghiệp và nông nghiệp hiện nay là ứng dụng những thành tựu, tiên bộ của khoa học công nghệ hiện đại, trong đó có KH&CN hạt nhân điều trị lâm sàng và cải tiến thiết bị y tế nâng cao chất lượng dịch vụ trong chẩn đoán và điều trị bệnh; phát triển nông nghiệp bền vững, bảo đảm an ninh lương thực; bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi

khí hậu; giảm phát thải nhà kính và phát triển công nghiệp. Chính vì vậy ngành KH&CN hạt nhân xuất hiện như cầu nối giữa KH&CN và y tế, sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật, các ứng dụng của công nghệ số, công nghệ AI đều thể hiện rõ nhất trong các thành tựu y khoa. KH&CN hạt nhân cũng là cầu nối giữa KH&CN với những ứng dụng thực tế trong nông nghiệp, công nghiệp, TN&MT.

Việc xây dựng và củng cố năng lực nghiên cứu về KH&CN hạt nhân là một bước quan trọng trong việc phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng NLNT trong các ngành y tế, nông nghiệp, công nghiệp và TN&MT.

- Mọi quan hệ giữa cơ sở chiếu xạ (ứng dụng BX&ĐVPX) công nghiệp phục vụ chiếu xạ các sản phẩm phục vụ nông nghiệp, khử trùng y tế, chiếu xạ vật liệu: Hiện nay cả nước có 15 cơ sở chiếu xạ công nghiệp, trong đó có 10/15 cơ sở chiếu xạ thực phẩm (04/10 cơ sở chiếu xạ thực phẩm thực hiện cả chức năng khử trùng y tế) và 4/15 cơ sở chiếu xạ vật liệu.

Trong thực tiễn hoạt động nghiên cứu, ứng dụng khi xuất hiện những vấn đề cần nhiều ngành để giải quyết, nhóm nghiên cứu liên ngành hoặc dự án nghiên cứu sẽ được thành lập để giải quyết vấn đề có tính liên ngành. Thông thường, các nhóm nghiên cứu này được tổ chức theo cơ chế mềm, không hình thành tổ chức có tính hành chính, tức là không hình thành một tổ chức KH&CN có tính liên ngành.

Tổ chức KH&CN công lập thuộc ngành y tế, nông nghiệp, TN&MT, công nghiệp thực hiện hoạt động nghiên cứu và triển khai những vấn đề KH&CN trọng điểm có tính chất chuyên ngành và những vấn đề khác phục vụ cho mục tiêu phát triển của ngành. Viện NLNTVN thuộc Bộ KH&CN nghiên cứu cơ bản, nghiên cứu ứng dụng và triển khai các hoạt động ứng dụng kết quả nghiên cứu trong lĩnh vực NLNT trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, TN&MT, công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác; hỗ trợ kỹ thuật phục vụ công tác quản lý nhà nước về NLNT, ATBXHN.

Danh sách các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng có trong Phụ lục II kèm theo báo cáo.

IV. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức (SWOT) trong phát triển, ứng dụng NLNT

1. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với BX&ĐVPX trong ngành y tế

1.1. Điểm mạnh

1) Thủ tướng Chính phủ cũng đã ban hành Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong y tế đến năm 2020 theo quyết định số 1958/QĐ-TTg ký ngày 04/11/2011. Đã có Quy hoạch Tổng thể quốc gia thời kỳ 2021-2030 tầm nhìn 2050. Có nhiều chính sách cụ thể nhằm tăng cường công tác bảo vệ, chăm sóc và nâng cao sức khỏe nhân dân trong tình hình mới bao gồm cả việc bảo đảm dinh dưỡng cho bà mẹ và trẻ em.

2) Nhận thức rõ những ứng dụng các kỹ thuật bức xạ và hạt nhân trong y tế đem lại rất nhiều lợi ích cho bệnh nhân và xã hội và lớn hơn rất nhiều so với những rủi ro mà chúng gây ra, nhiều phương pháp chẩn đoán và điều trị bằng bức xạ đã trở thành các công cụ không thể thay thế cho nền y học hiện đại. Ngày nay, bức xạ ion hoá không chỉ áp dụng trong điều trị ung thư mà còn điều trị các bệnh khác như bệnh đau dây thần kinh số 5, bệnh dị dạng động-tĩnh mạch não, bệnh động kinh, bệnh Parkinson...

3) Nhiều thiết bị hiện đại với công nghệ cao và kỹ thuật tiên tiến liên quan tới X-quang chẩn đoán và can thiệp, y học hạt nhân và xạ trị đã được đầu tư và lắp đặt, mạng lưới cơ sở xạ trị và y học hạt nhân và X-quang đã được thiết lập: Hiện số máy gia tốc đã gần đạt chỉ tiêu 1máy/triệu dân với 77 máy xạ trị gia tốc, 49 cơ sở xạ trị (44% các tỉnh, thành phố có cơ sở xạ trị)²⁹; 49 cơ sở y học hạt nhân (33% các tỉnh, thành phố có cơ sở y học hạt nhân) đã được đưa vào vận hành; X-quang chẩn đoán đã được triển khai xuống tận tuyến huyện.

4) Đội ngũ cán bộ y tế hiện nay có sức trẻ và nhiệt huyết, luôn trong tư thế sẵn sàng học tập, học hỏi nâng cao trình độ chuyên môn nghiệp vụ, tìm hiểu và cập nhật các phương pháp xạ trị mới nhất để mang lại hiệu quả điều trị tốt nhất cho bệnh nhân.

5) Cơ sở hạ tầng trong nước có thể tự chế tạo và cung cấp một số đồng vị phóng xạ cơ bản như I-131, Tc-99m và FDG-18 được sử dụng trong y học hạt nhân.

6) Nhiều dự án hợp tác KH&CN đã và đang được xây dựng và triển khai trong khuôn khổ hợp với IAEA và hợp tác vùng RCA và nhiều tổ chức quốc tế khác nhằm áp dụng các kỹ thuật hiện đại vào trong xạ trị và chẩn đoán một cách hiệu quả.

7) Các sự kiện khoa học quốc gia và khu vực được tổ chức định kỳ nhằm đào tạo, bồi dưỡng, chia sẻ kinh nghiệm và giáo dục thường xuyên.

1.2. Điểm yếu

Kiến thức hạn chế của các bác sĩ giới thiệu và của các nhà quản lý các bệnh viện về mối quan hệ giữa lợi ích và tính đặc hiệu của các kỹ thuật hạt nhân, bức xạ cũng như tính phức tạp trong các quy trình chẩn đoán và điều trị có thể dẫn đến một số những bất cập trong việc bảo vệ chống bức xạ trong chỉ định và quản lý phơi nhiễm bức xạ y tế. Mặt khác trong thực hành y tế bức xạ, có điểm rất đặc biệt là các nhân viên y tế có quyền cung cấp bức xạ hoặc đưa chất phóng xạ vào cơ thể người (bệnh nhân). Do vậy buộc họ phải áp dụng tốt các nguyên tắc luận chứng và tối ưu trong công tác lâm sàng của mình nhằm đảm bảo sử dụng bức xạ một cách an toàn cho bệnh nhân và đạt được hiệu quả chẩn đoán và điều trị cao nhất. Điều này không chỉ yêu cầu các bác sĩ, nhân viên thực hành y tế bức xạ phải

²⁹ Công văn số 132/ATBXHN-CP ngày 26/02/2024 của Cục ATBXHN về việc cung cấp thông tin về các cơ sở tiến hành công việc bức xạ phục vụ xây dựng Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

có chuyên môn và có chứng chỉ hành nghề y tế theo quy định của pháp luật, mà họ còn phải được trang bị đầy đủ kiến thức về bảo vệ chống bức xạ.

2) Thiếu cơ sở dữ liệu về hồ sơ liệu bệnh nhân để thực hiện các nguyên tắc cơ bản trong việc kiểm soát phơi nhiễm y tế nhằm bảo vệ bệnh nhân khỏi những rủi ro bức xạ không cần thiết.

3) Hiện chưa có chương trình đào tạo chính quy đối với bác sĩ chuyên khoa xạ trị và kỹ thuật viên xạ trị và y học hạt nhân. Điều này ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả chẩn đoán và điều trị bệnh, đặc biệt là khi áp dụng mô hình y học cá thể hoá.

4) Mặc dù vai trò và trách nhiệm của các nhân viên VLYK ngày càng được đánh giá cao, tuy nhiên sự thừa nhận trong xã hội và trong giới chuyên môn còn hạn chế và chưa tương xứng. Nguồn nhân lực được đào tạo trong các lĩnh vực y học bức xạ còn rất thiếu; việc bố trí việc làm của họ chưa phù hợp; thiếu nguồn nhân lực các nhân viên VLYK (được đào tạo chính quy) trong các dịch vụ y học hạt nhân và X-quang và xạ trị; chưa có các chuyên gia về VLYK lâm sàng, điều này dẫn đến việc đảm bảo chất lượng trong chẩn đoán và điều trị và đảm bảo an toàn cho bệnh nhân còn nhiều hạn chế.

5) Tình trạng thiếu hụt kỹ thuật viên xạ trị và y học hạt nhân dẫn đến việc tái bố trí nhân lực từ các ngành khác (kỹ thuật viên X-quang hoặc y tá), ảnh hưởng đến chất lượng dịch vụ được cung cấp. Phân bổ nguồn nhân lực (Bác sĩ chuyên khoa y học bức xạ, kỹ thuật viên y học bức xạ và nhân viên vật lý y khoa) chưa hợp lý, dẫn đến hiệu suất chẩn đoán và điều trị chưa cao.

6) Thiếu cơ chế giám sát của các cơ quan quản lý (Bộ Y tế, Cơ quan pháp quy) đối với các chương trình đảm bảo chất lượng tại các cơ sở cung cấp dịch vụ y tế bức xạ. Vấn đề nội kiểm chưa được tiến hành thường xuyên theo quy định. Việc cấp phép cơ sở bức xạ y tế mới chỉ chú ý tới thiết bị và phòng ốc, chưa quan tâm đúng mức đến trình độ chuyên môn của những nhà thực hành y tế, những người vận hành thiết bị trong thăm khám và chữa bệnh.

7) Thiếu các giao thức đảm bảo chất lượng và kiểm tra chất lượng (QA/QC) quốc gia hài hoà đối với xạ trị, y học hạt nhân và X-quang.

8) Chưa tận dụng hết các tính năng của thiết bị với công nghệ cao, chưa phát huy hết công suất sử dụng đối với một số trang thiết bị đầu tư công, chưa phát huy đồng đều chất lượng nguồn nhân lực, đặc biệt là nhân lực chất lượng cao.

9) Sự thiếu đồng bộ trong cơ cấu và áp dụng các quy định hiện hành; việc triển khai hệ thống khai báo, chia sẻ kinh nghiệm sự cố y khoa trong y học bức xạ chưa được triển khai một cách có hiệu quả do thiếu các hướng dẫn về nhận dạng các sự cố bức xạ trong y khoa.

10) Hạn chế trong việc theo dõi bệnh nhân xạ trị, bệnh nhân trải qua các thủ tục chẩn đoán liều cao và năng lực nghiên cứu để thiết lập các chỉ số kết quả (không có mối liên hệ với các nhóm dịch tễ học). Chưa có số liệu quốc gia về phơi nhiễm y tế theo chủng loại, giới và độ tuổi.

11) Vẫn còn sử dụng các quy trình thu nhận hình ảnh của người lớn ở bệnh nhân nhi, dẫn đến việc trẻ em phải nhận những liều bức xạ không cần thiết.

12) Mức độ phát triển không đồng đều giữa các bệnh viện trung ương và địa phương gây khó khăn cho việc thiết lập tiêu chuẩn hiệu quả cho các chương trình đào tạo cũng như tạo ra hiện tượng quá tải tại một số bệnh viện lớn. Còn một số vùng như vùng Trung du và miền núi phía Bắc, Tây Nguyên, Đồng bằng sông Cửu Long mật độ thiết bị trên triệu dân chưa đạt chỉ tiêu.

13) Tầm quan trọng của dinh dưỡng trong những năm đầu đời và ảnh hưởng của nó đối với sức khỏe và sự phát triển đã được coi là quan trọng trong chương trình nghị sự về sức khỏe toàn cầu, nhưng có rất ít kiến thức về sự đóng góp mà kỹ thuật hạt nhân và đồng vị có thể tạo ra trong việc đánh giá các chương trình quốc gia về dinh dưỡng; rất ít thông tin trong khu vực về mối liên hệ giữa dinh dưỡng trong những năm đầu đời, sự tăng trưởng khỏe mạnh ở trẻ sơ sinh và trẻ nhỏ với nguy cơ mắc các bệnh không lây nhiễm sau này.

1.3. Cơ hội

1) Hợp tác giữa các tổ chức quốc tế (UNICEF, IAEA, WHO) nhằm giải quyết vấn đề dinh dưỡng ở trẻ nhỏ và ảnh hưởng của nó đối với dịch tễ học đối với các vấn đề ảnh hưởng đến dân số.

2) Nâng cao nhận thức của các chuyên gia y tế khác nhau về lợi ích của kỹ thuật bức xạ và hạt nhân trong chẩn đoán, điều trị và nghiên cứu.

3) Một số chuyên khoa y tế đang sử dụng các quy trình chẩn đoán và điều trị mới để quản lý các bệnh lý phổ biến trong khu vực.

4) Các cơ quan y tế công nhận các bệnh mãn tính không lây nhiễm (ung thư, bệnh tim mạch, tiểu đường, v.v.) là một vấn đề sức khỏe cộng đồng quan trọng.

5) Các hiệp hội nghề nghiệp quốc gia có thể tham gia vào quá trình lập pháp và xây dựng chính sách công liên quan đến ngành y tế.

6) Hợp tác kỹ thuật có sự tham gia của các tổ chức quốc tế và hiệp hội nghề nghiệp trong lĩnh vực đào tạo và sự sẵn có của các quy trình và hướng dẫn về chất lượng.

7) Khả năng đánh giá các nguồn lực và nhu cầu hiện có của các quốc gia bằng cách sử dụng cơ sở dữ liệu quốc tế như DIRAC.

8) Khả năng nâng cao hiệu quả hoạt động của các dịch vụ y học hạt nhân, X-quang và xạ trị thông qua kiểm toán chất lượng toàn diện do các tổ chức quốc tế tổ chức như chương trình QUATRO, QUANUM và QAADRIL của IAEA cho xạ trị, y học hạt nhân và X-quang y tế.

9) Công nghệ thông tin và truyền thông đã được phát triển đầy đủ để sử dụng trong các hoạt động học tập trực tuyến và từ xa.

10) Trong tương lai không xa, khối tư nhân sẽ có sức cạnh tranh về chất lượng điều trị và chẩn đoán do đảm bảo được nguồn nhân lực chuyên môn và trang thiết bị hiện đại và dễ cập nhật.

1.4. Thách thức

1) Sự dịch chuyển nguồn nhân lực chuyên môn sang các ngành khác hoặc các khu vực khác. Cách mạng công nghiệp 4.0 tạo ra nhiều thách thức mới, nguy cơ dư thừa lao động có kỹ năng và trình độ thấp.

2) Thiếu kiến thức nền tảng nên bác sĩ chuyên khoa xạ trị và y học hạt nhân cũng như của kỹ thuật viên bức xạ y tế có thể sẽ gây ảnh hưởng đến thực hành chuyên môn của các đối tượng này trong chẩn đoán và điều trị bệnh. Mỗi quan tâm và nhận thức về vai trò và trách nhiệm của nhân viên VLYK đối với y học bức xạ trong xã hội nói chung và giới y tế nói riêng còn thấp dẫn đến thiếu hụt nghiêm trọng nguồn lao động có trình độ chuyên môn cần thiết cho việc bảo đảm chất lượng, hiệu quả và an toàn trong các thực hành bức xạ y tế.

3) Do thiếu chương trình đảm bảo chất lượng và nguồn nhân lực đủ tiêu chuẩn nên thực hành y tế trong xạ trị và chẩn đoán hình ảnh có thể còn kém hiệu quả và mất an toàn cho bệnh nhân và nhân viên y tế.

4) Điều kiện kinh tế và việc làm khiến nhiều gia đình không thể cho con cái ăn uống đúng cách ngay từ khi còn nhỏ.

5) Những vấn đề cần giải quyết trong quy hoạch:

Vấn đề 1. Hiệu quả, chất lượng và đảm bảo ATBX trong việc sử dụng các công nghệ mới trong chẩn đoán và điều trị bệnh còn hạn chế: Hiện nay, tỷ lệ tử vong do ung thư ở Việt Nam **còn rất cao 67,3%** (đáng báo động). WHO xếp Việt Nam nằm trong 50 nước thuộc Nhóm 2 của bản đồ ung thư (50 nước cao nhất thuộc Nhóm 1). Sự kết hợp giữa KH&CN, công nghệ cao, kỹ thuật tiên tiến trong lĩnh vực y học bức xạ đang phát triển nhanh chóng. Để thu được lợi ích tối đa từ những công nghệ mới này, các chuyên gia và nhân viên kỹ thuật phải được đào tạo bài bản. Việc chuyển dịch nhân viên có chuyên môn sang các ngành và khu vực khác cũng là một mối đe dọa. Việc đảm bảo chất lượng toàn diện đối với các cơ sở y tế trở thành một nhu cầu cần thiết và bắt buộc. Xây dựng cơ sở vật chất đảm bảo chất lượng nhằm áp dụng các liệu pháp chẩn đoán và trị liệu an toàn và hiệu quả cũng rất quan trọng.

Vấn đề 2. Thiếu bác sĩ chuyên khoa, kỹ thuật viên xạ trị và y học hạt nhân nhằm đáp ứng nhu cầu hiện tại và ngày càng tăng do việc thành lập các trung tâm mới: Hiện chúng ta chưa có chương trình đào tạo bác sĩ chuyên khoa cũng như cho kỹ thuật viên xạ trị và y học hạt nhân phù hợp với chuẩn quốc tế. Hầu hết họ được đào tạo theo hình thức cầm tay chỉ việc. Ngay cả khi đầu tư vào cơ sở vật chất và cơ sở hạ tầng có vẻ được coi là trở ngại quan trọng nhất, thì việc đào tạo các chuyên gia y tế nhằm cung cấp các phương pháp điều trị an toàn và hiệu quả, cũng là một thách thức rất lớn nếu xét đến thời gian dài để có đủ năng lực. IAEA đã có những nỗ lực đáng kể để đào tạo nhân viên kỹ thuật xạ trị và y học hạt nhân

và bác sĩ chuyên khoa thông qua các khóa đào tạo và thực tập khu vực được sử dụng chủ yếu bởi các nhân viên hiện đang làm việc trong các cơ quan này. Tuy nhiên, còn nhiều nước gặp khó khăn trong việc đáp ứng nhu cầu về nguồn nhân lực được đào tạo phù hợp cho các dịch vụ mới và điều này chưa được thể hiện trong việc xây dựng chương trình đào tạo bền vững ở tất cả các nước. Cần tìm cơ chế đào tạo ở mức cao nhất cho đội ngũ kỹ thuật viên, bác sĩ xạ trị trong lĩnh vực xạ trị và y học hạt nhân về những kỹ năng cần thiết.

Vấn đề 3. Thiếu nhân lực và vị trí việc làm cho nhân viên VLYK trong các dịch vụ y học hạt nhân, xạ trị và X-quang chẩn đoán và can thiệp: Trước năm 2018, chúng ta chưa có chương trình đào tạo VLYK. Nhiều người làm việc tại các khoa xạ trị trên cương vị của các nhân viên VLYK đã tốt nghiệp đại học theo các ngành các ngành khoa học kỹ thuật khác nhau. Việc cải thiện năng lực đào tạo các nhân viên VLYK đã được tiến hành ở mức độ được các tổ chức quốc tế khuyến nghị. Tuy nhiên, do yêu cầu và nhu cầu về xạ trị, phần lớn các nhân viên VLYK được đào tạo đã tham gia vào lĩnh vực này mà chưa được trú trọng tới lĩnh vực y học hạt nhân và X-quang. Tiêu chuẩn An toàn cơ bản (BSS) mới yêu cầu các nhân viên VLYK phải hỗ trợ tất cả các hoạt động y tế vì tính phức tạp của thủ tục được sử dụng. Tình trạng này càng trở nên trầm trọng hơn do sự gia tăng các công nghệ tiên tiến được tích hợp trong các dịch vụ hình ảnh trong khu vực.

Vấn đề 5. Thiếu các kế hoạch kiểm soát ung thư quốc gia toàn diện, đầy đủ chức năng và năng lực tác nghiệp³⁰: Để đảm bảo kiểm soát ung thư thích hợp, các khuyến nghị đã được đưa ra ở cấp độ quốc tế liên quan đến việc thành lập chương trình kiểm soát ung thư nhằm giải quyết các thành phần khác nhau và bao gồm hành động ở các cấp độ khác nhau về phòng ngừa, phát hiện sớm, chẩn đoán, điều trị và chăm sóc giảm nhẹ. Các Chương trình kiểm soát ung thư này cũng nên hành động dựa trên các thông tin có được từ các hệ thống giám sát, kiểm soát và nghiên cứu. Theo quan điểm của IAEA, cần có thông tin về gánh nặng bệnh tật ở cấp quốc gia và khu vực, cũng như thông tin về tác động của các phát minh của Tổ chức trong y học bức xạ để phát triển và đánh giá các chiến lược giải quyết vấn đề tại cấp khu vực.

Vấn đề 6. Tình trạng béo phì ở trẻ em ngày càng gia tăng tại các thành phố và mối liên hệ của nó với tỷ lệ mắc các bệnh không lây nhiễm trong khi tình trạng suy dinh dưỡng trẻ em vẫn tồn tại ở một số vùng sâu tạo nên gánh nặng kép trong dinh dưỡng: Trong những năm gần đây, do sự phát triển của nền kinh tế cũng như những thay đổi về lối sống trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng, Việt Nam đối mặt với nhiều thách thức về sức khỏe, trong đó có thừa cân béo phì. Thừa cân béo phì được biết đến như một trong các yếu tố dẫn tới bệnh không lây nhiễm trong quần thể, ví dụ như bệnh tim mạch, tiểu đường và ung thư, là gánh nặng cho xã hội và nền kinh tế trong tương lai gần. Bên cạnh đó, dinh dưỡng phù hợp trong thời kỳ mang thai và những năm đầu đời là điều cần thiết cho sự phát triển khỏe mạnh, sức khỏe tinh thần và khả năng chống nhiễm trùng của trẻ. Trước những yêu cầu đó, IAEA hỗ trợ việc sử dụng các kỹ thuật đồng vị ổn định để đánh giá

³⁰ Chương trình kiểm soát ung thư (NCCP)

thích hợp các biện pháp can thiệp y tế công cộng, bao gồm thúc đẩy nuôi con bằng sữa mẹ, các chương trình bổ sung vi chất dinh dưỡng, chế độ ăn uống lành mạnh và hoạt động thể chất nhiều hơn nhằm ngăn ngừa và kiểm soát gánh nặng kép về suy dinh dưỡng và bệnh không lây nhiễm. Không chỉ có vậy, việc đo lường sự thay đổi thành phần cơ thể của trẻ rất quan trọng để đánh giá chất lượng tăng trưởng trong những năm đầu đời. Hiện tại có rất ít thông tin về những gì tạo nên một thành phần cơ thể “khỏe mạnh” ở các độ tuổi khác nhau và về những thay đổi trong thành phần cơ thể khi trẻ lớn lên và trưởng thành. IAEA hỗ trợ việc sử dụng các kỹ thuật hạt nhân để đo tỷ lệ khối lượng không mỡ và khối lượng cơ thể để đánh giá những thay đổi nhỏ trong thành phần cơ thể. Hơn nữa, kỹ thuật đồng vị bền cũng cho phép đánh giá chất lượng protein trong nguồn thực phẩm tại chỗ, giúp cải thiện chất lượng bữa ăn của người dân, đặc biệt là trẻ em và phụ nữ tuổi sinh đẻ, phòng ngừa suy dinh dưỡng một cách bền vững bằng nguồn lực tại chỗ với chi phí rẻ, từ đó nâng cao chất lượng dân số và thúc đẩy nền kinh tế.

Vấn đề 7. Thiếu các quy định pháp lý cụ thể liên quan tới việc kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế: Luật NLNT 2008 mới chỉ có một số quy định chung liên quan tới kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế; thiếu quy định trách nhiệm cho những cá nhân và tổ chức có liên quan tới phơi nhiễm bức xạ y tế; chưa quan tâm tới hệ thống đào tạo, trình độ chuyên môn của chuyên gia y tế bức xạ và nhân viên thực hành y tế bức xạ và các nhân viên VLYK. Việc quản lý chất lượng đối với thực hành y tế bức xạ còn hạn chế.

Vấn đề 8. Thiếu sự chuẩn bị đầy đủ hạ tầng cơ sở để tiếp nhận và triển khai thành công các giao thức chẩn đoán hình ảnh dựa trên AI bao gồm xây dựng dữ liệu lớn và đào tạo đội ngũ chuyên gia đủ chuyên môn kỹ thuật: Phân tích SWOT việc triển khai các giao thức chẩn đoán X-quang dựa trên AI ở các nước có thu nhập thấp và trung bình cho thấy có thể nâng cao độ chính xác trong chẩn đoán, theo dõi, mô tả đặc điểm của bệnh và cung cấp các quy trình thu thập, xử lý, phân đoạn và phân tích hình ảnh hiệu quả, nhưng có thể có những điểm yếu liên quan đến nhu cầu dữ liệu lớn, chi phí ban đầu và bảo trì lớn và trình độ chuyên môn kỹ thuật của các chuyên gia không đầy đủ.

Vấn đề 9. Các trung tâm và bệnh viện lớn đang bị quá tải rất nhiều, các nhân viên y tế thường bị căng thẳng tại nơi làm việc góp phần làm giảm chất lượng điều trị và chẩn đoán, làm tăng rủi ro cho bệnh nhân: Các trung tâm và bệnh viện lớn đang bị quá tải rất nhiều. Nhiều bệnh viện phải làm thêm ca, thậm chí cả ca đêm. Các nhân viên y tế thường bị căng thẳng tại nơi làm việc. Trong chăm sóc sức khỏe, căng thẳng tại nơi làm việc của nhân viên có thể có tác động tiêu cực đến chất lượng chăm sóc bệnh nhân và ảnh hưởng đáng kể đến việc xuất hiện các vấn đề về sức khỏe dẫn đến thay đổi nơi làm việc và công việc hiện tại, bỏ nghề và gián đoạn mối quan hệ với đồng nghiệp. Không đủ thời gian để tiến hành nghiên cứu và thực hiện các quy trình kiểm tra chất lượng một cách đầy đủ. Điều này phần nào góp phần làm giảm chất lượng trong điều trị và chẩn đoán, làm tăng rủi ro cho bệnh nhân. Do vậy cần tiếp tục đầu tư thêm các trung tâm chẩn đoán và

điều trị có đủ năng lực tại khu vực và địa phương nhằm giảm tải cho các trung tâm, bệnh viện lớn.

Vấn đề 10. Thiếu trung tâm nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật bức xạ và hạt nhân trong y tế cấp quốc gia nhằm kết hợp các nguồn lực quốc gia tạo những bước chuyển biến cơ bản ứng dụng các công nghệ hiện đại và tiên tiến trong chẩn đoán và điều trị bệnh: Mạng lưới y học bức xạ sau quy hoạch số 1958, tuy đã được hình thành, khoảng 40 % các tỉnh có khoa xạ trị và 24% các tỉnh có y học hạt nhân, X-quang đã có tại tuyến huyện. Thiết bị được đầu tư khá hiện đại, tuy nhiên hiệu suất sử dụng thiết bị chưa được như mong muốn, bệnh nhân vẫn tập trung vào một số bệnh viện lớn ở Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh; hiện nay, khả năng nghiên cứu, thử nghiệm các phương thức chẩn đoán và điều trị còn rất hạn chế, đặc biệt là các thử nghiệm hoá sinh y học liên quan tới điều trị các dược chất phóng xạ. Điều này dẫn đến cần thành lập một số trung tâm nghiên cứu ứng dụng các kỹ thuật bức xạ và hạt nhân trong y tế cấp quốc gia đa ngành trên cơ sở các đề án xạ trị proton sắp được phê duyệt.

2. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT

2.1. Điểm mạnh

Việt Nam đã có một phần nền tảng và cơ sở hạ tầng để phát triển và ứng dụng công nghệ BX&ĐVPX trong ngành TN&MT. Có sẵn các viện nghiên cứu và trung tâm đào tạo chuyên ngành, các trường Đại học đảm bảo nguồn nhân lực chất lượng. Các viện nghiên cứu và trung tâm đào tạo chuyên ngành về BX&ĐVPX đã được thành lập và phát triển tại các trường đại học và viện nghiên cứu uy tín trong nước. Những cơ sở này không chỉ nghiên cứu và phát triển công nghệ, mà còn đào tạo và nâng cao kiến thức cho các chuyên gia và nhân viên làm việc trong lĩnh vực này. Ngoài ra, Việt Nam cũng đã và đang chú trọng xây dựng cơ sở hạ tầng và trang thiết bị hiện đại để hỗ trợ nghiên cứu và ứng dụng công nghệ BX&ĐVPX. Điều này đảm bảo rằng các hoạt động nghiên cứu và ứng dụng có thể được thực hiện một cách hiệu quả và đáng tin cậy. Nhờ vào nền tảng và cơ sở hạ tầng đã và đang có, Việt Nam có thể từng bước phát triển và ứng dụng công nghệ BX&ĐVPX trong ngành TN&MT một cách hiệu quả. Sự sẵn có của các viện/trường nghiên cứu và trung tâm đào tạo chuyên ngành cùng với nguồn nhân lực chất lượng giúp đảm bảo rằng Việt Nam có đủ kiến thức và kỹ năng để thực hiện các hoạt động liên quan đến BX&ĐVPX.

Chính phủ Việt Nam đã thể hiện cam kết và quan tâm đặc biệt đến việc ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT. Điều này tạo điều kiện thuận lợi để phát triển và đẩy mạnh công nghệ này. Chính phủ đã công nhận vai trò quan trọng của công nghệ BX&ĐVPX trong việc khai thác tài nguyên và bảo vệ môi trường. Để thúc đẩy sự phát triển của công nghệ này, chính phủ đã đưa ra các chính sách và quy định hỗ trợ như hỗ trợ tài chính, khuyến khích đầu tư và nghiên cứu, cung cấp hợp đồng và ưu đãi thuế. Ngoài ra, chính phủ cũng đã tạo ra môi trường thuận lợi cho việc hợp tác quốc tế và chia sẻ kinh nghiệm với các đối tác nước ngoài.

Việt Nam đã tham gia vào các chương trình hợp tác quốc tế, như chương trình hợp tác với IAEA và các dự án hợp tác với các quốc gia khác. Điều này giúp Việt Nam tiếp thu những kinh nghiệm và tiến bộ công nghệ từ các quốc gia tiên tiến, đồng thời nâng cao năng lực và hiệu quả trong việc ứng dụng BX&ĐVPX.

Việt Nam có tiềm năng lớn về tài nguyên, cần sử dụng công nghệ BX&ĐVPX để tối ưu hóa khai thác và bảo vệ tài nguyên, đồng thời giải quyết các vấn đề môi trường. Công nghệ BX&ĐVPX có thể được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau của TN&MT. Ví dụ, trong lĩnh vực khai thác tài nguyên, công nghệ này có thể sử dụng để đo lường và phân tích chất lượng và khối lượng tài nguyên, giúp tối ưu hóa quy trình khai thác và quản lý tài nguyên hiệu quả hơn.... Nó cũng có thể được sử dụng để nghiên cứu và phân tích tính chất của các quặng và khoáng sản, giúp cải thiện quy trình chế biến và gia công. Trong lĩnh vực môi trường, công nghệ BX&ĐVPX có thể được sử dụng để giám sát và đánh giá chất lượng nước, đất và không khí. Nó có thể giúp xác định nguồn gốc và đánh giá mức độ ô nhiễm, từ đó đề xuất các biện pháp khắc phục và bảo vệ môi trường. Công nghệ này cũng có thể được áp dụng trong việc xử lý nước thải và quản lý chất thải, giúp giảm thiểu tác động tiêu cực lên môi trường. Việc sử dụng công nghệ BX&ĐVPX trong ngành TN&MT có thể giúp tối ưu hóa khai thác tài nguyên và bảo vệ môi trường một cách hiệu quả. Đồng thời, nó cũng mang lại nhiều lợi ích kinh tế và xã hội, bao gồm tạo ra nguồn lực mới, cải thiện chất lượng cuộc sống và bảo vệ sự phát triển bền vững của đất nước.

2.2. Điểm yếu

Việt Nam vẫn còn hạn chế về trình độ chuyên môn và nhân lực trong lĩnh vực ứng dụng BX&ĐVPX. Sự thiếu hụt về chuyên môn và số lượng chuyên gia, cán bộ là một trong những điểm yếu của lĩnh vực ngành nghề này. Việc đào tạo và nâng cao trình độ chuyên môn cho cán bộ, nhân viên là cần thiết để đảm bảo an toàn và hiệu quả trong việc sử dụng công nghệ này. Để giải quyết vấn đề này, Chính phủ và các cơ quan chức năng cần tăng cường đầu tư vào việc đào tạo và nâng cao trình độ chuyên môn trong lĩnh vực ứng dụng BX&ĐVPX. Điều này có thể được thực hiện thông qua việc cung cấp các khóa đào tạo, chương trình học và buổi tập huấn về công nghệ, kỹ thuật hạt nhân, an toàn và quản lý trong việc sử dụng BX&ĐVPX. Không chỉ vậy cần có những chính sách khuyến khích, tài trợ, hỗ trợ kinh phí, đãi ngộ để thu hút nguồn nhân lực và cán bộ tiếp tục theo ngành nghề. Đồng thời, việc hợp tác với các tổ chức quốc tế và các đối tác có kinh nghiệm trong lĩnh vực này cũng rất quan trọng để chia sẻ kiến thức và kỹ năng. Ngoài việc đào tạo, việc xây dựng một hệ thống kiểm soát chất lượng và an toàn cũng là yếu tố quan trọng. Chính phủ cần đảm bảo rằng các quy định và tiêu chuẩn về an toàn và bảo vệ môi trường trong việc sử dụng BX&ĐVPX được thực thi một cách nghiêm ngặt. Để từ đó các quy định, các tiêu chuẩn được áp dụng rộng rãi và thực thi, dẫn tới các nhiệm vụ, công việc, ngành nghề được phát triển dưới sự tuân thủ của cộng đồng và đơn vị, danh nghiệp. Đồng thời, việc kiểm tra, giám sát và đánh giá định kỳ cũng cần được thực hiện để đảm bảo tuân thủ quy định và đảm bảo an toàn

Việc đầu tư và phát triển công nghệ BX&ĐVPX đòi hỏi nguồn lực tài chính lớn. Việc hạn chế nguồn lực tài chính có thể ảnh hưởng đến quá trình phát triển và ứng dụng công nghệ này. Để giải quyết vấn đề này, Chính phủ cần tăng cường đầu tư và hỗ trợ tài chính cho việc nghiên cứu, phát triển và ứng dụng công nghệ BX&ĐVPX. Điều này có thể được thực hiện thông qua việc cung cấp nguồn vốn từ ngân sách quốc gia, hỗ trợ tài chính từ các tổ chức quốc tế hoặc tạo điều kiện thuận lợi để thu hút đầu tư từ các nhà đầu tư trong và ngoài nước. Ngoài ra, Chính phủ cũng có thể thúc đẩy việc hợp tác công nghiệp với doanh nghiệp và tổ chức nghiên cứu trong lĩnh vực này. Việc hợp tác với các doanh nghiệp và tổ chức nghiên cứu có thể mang lại nguồn tài chính và kinh nghiệm trong việc phát triển và ứng dụng công nghệ BX&ĐVPX. Đồng thời, Chính phủ cần tạo ra môi trường kinh doanh thuận lợi để thu hút các doanh nghiệp và nhà đầu tư tham gia vào việc phát triển và ứng dụng công nghệ này. Điều này có thể được thực hiện thông qua việc cung cấp các chính sách khuyến khích, ưu đãi thuế và hỗ trợ quyền sở hữu trí tuệ. Sử dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT có nguy cơ gây ô nhiễm và an toàn sức khỏe. Điều này đòi hỏi sự quản lý và kiểm soát chặt chẽ để đảm bảo an toàn cho con người và môi trường. Để đảm bảo an toàn và kiểm soát rủi ro, các biện pháp quản lý và kiểm soát sau đây có thể được thực hiện: Xây dựng chính sách và quy định; Đào tạo và nâng cao nhân lực; Thực hiện quá trình đánh giá rủi ro và quản lý rủi ro liên quan đến sử dụng BX&ĐVPX. Điều này bao gồm việc xác định các nguy cơ tiềm ẩn, đưa ra biện pháp phòng ngừa và lập kế hoạch ứng phó trong trường hợp xảy ra sự cố và ứng phó sự cố; Giám sát và kiểm soát; Xử lý và loại bỏ chất thải; Đánh giá và theo dõi tác động môi trường:

2.3. Cơ hội

Phát triển và ứng dụng công nghệ BX&ĐVPX trong ngành TN&MT có thể giúp Việt Nam tối ưu hóa khai thác TN&MT. Điều này có thể tạo ra cơ hội phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường bền vững. Dưới đây là một số lợi ích và cơ hội mà công nghệ này mang lại: Cung cấp nguồn năng lượng ít phát thải khi nhà kính (điện hạt nhân); định vị tài nguyên giúp tối ưu hóa quá trình khai thác và sử dụng tài nguyên, giảm thiểu lãng phí và tác động môi trường; kiểm soát chất lượng nước; đo lường khí thải và ô nhiễm không khí; đo lường và giám sát môi trường.

Việc hợp tác với các đối tác trong khu vực và quốc tế trong lĩnh vực này có thể giúp Việt Nam tiếp cận công nghệ tiên tiến và chia sẻ kinh nghiệm. Điều này có thể đóng góp vào việc nâng cao năng lực và chất lượng trong lĩnh vực này. Hợp tác với các đối tác trong khu vực và quốc tế giúp Việt Nam tiếp cận và áp dụng các công nghệ tiên tiến và các phương pháp mới nhất trong lĩnh vực công nghệ BX&ĐVPX. Điều này giúp nâng cao năng lực và chất lượng trong việc sử dụng công nghệ này, tạo điều kiện thuận lợi cho phát triển và ứng dụng trong lĩnh vực TN&MT. Hợp tác với các đối tác trong khu vực và quốc tế cung cấp cơ hội để chia sẻ kinh nghiệm và học hỏi từ những quốc gia và tổ chức có kinh nghiệm trong việc sử dụng công nghệ BX&ĐVPX. Việc này giúp Việt Nam nắm bắt được những phương pháp tốt nhất, quy trình an toàn và quản lý rủi ro hiệu quả để áp

dụng trong lĩnh vực tương ứng. Hợp tác với các đối tác trong khu vực và quốc tế mở ra cơ hội mở rộng mạng lưới đối tác trong lĩnh vực công nghệ BX&ĐVPX. Điều này có thể tạo điều kiện thuận lợi cho trao đổi thông tin, hợp tác nghiên cứu và phát triển công nghệ, cũng như tạo cơ hội kinh doanh và đầu tư. Việc tham gia vào các dự án và hoạt động hợp tác quốc tế giúp tăng cường uy tín, hình ảnh về năng lực và chất lượng công nghệ của Việt Nam.

2.4. Thách thức

Việc quản lý và kiểm soát an toàn trong việc sử dụng công nghệ BX&ĐVPX đòi hỏi sự chú trọng và quyết tâm từ phía chính phủ và các cơ quan chức năng. Thách thức này cần được vượt qua để đảm bảo an toàn và hiệu quả trong việc sử dụng công nghệ này. Việc tăng cường trình độ chuyên môn và nhân lực trong lĩnh vực này là thách thức đối với Việt Nam. Để đáp ứng được yêu cầu và tiến bộ của công nghệ, cần có sự đầu tư và phát triển nguồn nhân lực chất lượng.

Tóm lại, việc phát triển và ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT ở Việt Nam mang lại nhiều cơ hội nhưng cũng đặt ra những thách thức và rủi ro. Để vượt qua những thách thức này, cần có sự cam kết và quan tâm từ phía Chính phủ, cùng với việc đầu tư vào nâng cao trình độ chuyên môn và nhân lực. Đồng hành là sự đầu tư cơ sở vật chất, phòng thí nghiệm, cấp ngân sách nghiên cứu, hành lang, cơ sở chính sách, khuyến khích, quan tâm và tạo điều kiện cho các cơ sở, viện, trường, đơn vị sự nghiệp hoạt động trong lĩnh vực này.

3. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành nông nghiệp

3.1. Điểm mạnh

Lĩnh vực chọn tạo giống đột biến là một trong các lĩnh vực thế mạnh của Việt Nam với mạng lưới với 10 cơ sở nghiên cứu chọn tạo giống tập trung ở miền Bắc và miền Nam, trong đó 8 cơ sở đã có giống đột biến bằng phương pháp chiếu xạ được đăng ký và đưa vào trong sản xuất, trong đó có Viện Di truyền nông nghiệp là đơn vị truyền thống và đi đầu trong công tác chọn tạo giống bằng phương pháp chiếu xạ gây đột biến. Theo đánh giá của IAEA năm 2014, Việt Nam là quốc gia đứng thứ tám trên thế giới trong lĩnh vực nghiên cứu về chọn tạo giống bằng phương pháp chiếu xạ gây đột biến, được trao 3 giải thưởng thành tựu. Giống cây chủ lực được tạo ra như lúa trong đó có giống ST25 đã 2 lần nhận được cúp Gạo ngon nhất thế giới đã góp phần nâng cao thương hiệu gạo của Việt Nam trên thế giới. Các giống lúa được chọn tạo bằng phương pháp chiếu xạ gây đột biến đã mang lại hiệu quả kinh tế to lớn trong việc đảm bảo an ninh lương thực.

Lĩnh vực chiếu xạ kiểm dịch và bảo quản thực phẩm cũng được đánh giá là tương đối phát triển với 05 cơ sở chiếu xạ công nghiệp chuyên chiếu xạ thực phẩm, và một số cơ sở chiếu xạ đa mục đích bao gồm chiếu xạ thực phẩm và kiểm dịch thực vật đã xử lý chiếu xạ trung bình trên 100 nghìn tấn thực phẩm/năm cho nhu cầu xuất khẩu và một lượng tương đối lớn cho tiêu dùng trong nước, góp phần tạo ra tăng trưởng kim ngạch xuất khẩu rau quả, thủy sản trong thời gian gần đây.

3.2. Điểm yếu

Cơ chế, chính sách cho phát triển, ứng dụng bức xạ trong nông nghiệp như Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ đến năm 2020 được ban hành tuy có nhiều nội dung được đặt ra nhưng một số mục tiêu quy hoạch chưa được triển khai, chưa có sự quan tâm và đầu tư về cơ sở vật chất, nhân lực tương xứng với tiềm năng và triển vọng. Các kết quả đạt được chủ yếu được thực hiện lồng ghép trong các chương trình, dự án, nhiệm vụ như Chương trình KH&CN trọng điểm cấp quốc gia KC.05, dự án hợp tác kỹ thuật với IAEA cũng như các nhiệm vụ cấp nhà nước, cấp Bộ khác. Đến nay, chưa có cơ sở, trung tâm nghiên cứu, phòng thí nghiệm hay nhà máy nào được thành lập và triển khai hoạt động.

Cơ sở vật chất và đội ngũ nhân lực chưa đáp ứng được yêu cầu cả về số lượng và chất lượng. Các nghiên cứu trong lĩnh vực này còn ít và chưa được ứng dụng rộng rãi trong thực tiễn. Cho đến nay, ngoài hai lĩnh vực chọn tạo giống cây trồng và bảo quản, chế biến thì ở các lĩnh vực ứng dụng bức xạ trong nông nghiệp còn lại như nông hóa, thổ nhưỡng, bảo vệ thực vật, chăn nuôi, thú y, nuôi trồng thủy sản mới chỉ có được một số kết quả nghiên cứu bước đầu, quy mô ứng dụng còn rất hạn chế.

Việc ứng dụng NLNT trong nông nghiệp ở Việt Nam mặc dù có tiềm năng rất lớn nhưng các hoạt động nghiên cứu, phát triển, ứng dụng vẫn còn hết sức hạn chế, chưa mang tính hệ thống, chưa có được sự đầu tư về cơ sở vật chất, nhân lực tương xứng với tiềm năng và triển vọng.

3.3. Cơ hội

Đảng và Nhà nước ta có những chính sách nhất quán về quan tâm phát triển nền nông nghiệp. Chiến lược phát triển nông nghiệp và nông thôn bền vững giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 đã xác định nông nghiệp là lợi thế, nền tảng bền vững của quốc gia; phát triển nông nghiệp hiệu quả, bền vững về KT-XH - môi trường; phát huy lợi thế, hiệu quả các nguồn lực (tài nguyên đất, nước, không khí, con người, truyền thống lịch sử, văn hóa) và KH&CN, đổi mới sáng tạo; phát triển nông nghiệp sinh thái, hữu cơ, tuần hoàn, phát thải các-bon thấp, thân thiện với môi trường và thích ứng với biến đổi khí hậu.

Ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp có nhiều tiềm năng đóng góp cho việc thực hiện mục tiêu phát triển nông nghiệp của nước ta bằng việc chọn tạo các giống cây trồng có năng suất cao, phẩm chất tốt, đặc biệt là các giống cây trồng có khả năng chống chịu các điều kiện khắc nghiệt của biến đổi khí hậu; nghiên cứu về dinh dưỡng cây trồng, tối ưu hóa sử dụng phân bón góp phần bảo đảm an toàn thực phẩm và bảo vệ môi trường; tạo ra các chế phẩm dùng trong nông nghiệp giúp kích kháng bệnh thực vật, điều hòa độ ẩm đất và tăng hiệu suất sử dụng phân bón, kích thích tăng trưởng thực vật...

Việc sử dụng công nghệ chiếu xạ để bảo quản thực phẩm trên thế giới ngày càng tăng. Ngoài việc ngăn chặn sự hư hỏng, việc tăng cường sử dụng chiếu xạ thực phẩm còn giúp ngăn chặn các bệnh lây truyền qua thực phẩm cũng như thương mại quốc tế ngày càng tăng đối với những thực phẩm phải đáp ứng các

tiêu chuẩn nghiêm ngặt về chất lượng. Ứng dụng chiếu xạ bảo quản thực phẩm có nhiều cơ hội mở rộng quy mô hoạt động cũng như thị trường do hoạt động xuất khẩu rau quả của Việt Nam sẽ tiếp tục thuận lợi trong thời gian tới nhờ nguồn cung nội địa dồi dào, nhu cầu các thị trường truyền thống và tiềm năng đều có xu hướng tăng, không chỉ có thị trường châu Á mà cầu nhập khẩu hàng rau quả tại các thị trường mới cũng có xu hướng tăng. Việt Nam đã ký kết nhiều hiệp định thương mại tự do, qua đó mở ra cơ hội lớn cho Việt Nam trong mở rộng, đa dạng hóa thị trường, tiến sâu vào các thị trường lớn, giúp doanh nghiệp Việt Nam tham gia mạnh mẽ vào chuỗi giá trị toàn cầu, nâng cao năng lực sản xuất xuất khẩu và cạnh tranh. Việt Nam là một trong những nền kinh tế có độ mở lớn, là một trong những quốc gia xuất khẩu hàng đầu trên thế giới, xếp thứ 20 về quy mô xuất khẩu trên toàn cầu.

Trong lĩnh vực bảo vệ thực vật, các biện pháp kiểm soát công trùng gây hại một cách thân thiện với môi trường đang ngày càng được khuyến khích. Kỹ thuật tiết sinh công trùng (SIT) đã được chứng minh là biện pháp hiệu quả cho kiểm soát côn trùng gây hại mà không ảnh hưởng đến môi trường, là biện pháp có tính cạnh tranh cao so với các biện pháp truyền thống và phù hợp với xu thế của thế giới, có triển vọng phát triển, mở rộng quy mô ứng dụng trong tương lai.

Hợp tác trong nước và quốc tế, đặc biệt là các chương trình hợp tác song phương với các nước phát triển và hợp tác khu vực, IAEA tiếp tục được đẩy mạnh trong giai đoạn tới, trong đó có hướng tới làm chủ và phát triển công nghệ mới như chọn tạo giống đột biến phóng xạ, xử lý chiếu xạ, rút ngắn thời gian lâm sàng trong chọn tạo giống, chế tạo chế phẩm sinh học an toàn, thân thiện với môi trường, vật liệu hiệu năng cao, các sản phẩm mới.

3.4. Thách thức

Kinh tế Việt Nam phát triển chưa ổn định, bền vững. Nhà nước đang gặp nhiều khó khăn trong việc cân đối giữa tích lũy và tiêu dùng, chính sách tài khóa, cân đối thu chi ngân sách. Nền kinh tế cơ bản còn phát triển theo chiều rộng, dựa vào vốn đầu tư, tài nguyên thiên nhiên, lao động phổ thông, chuyển dịch sang phát triển theo chiều sâu dựa trên khoa học - công nghệ và nguồn nhân lực chất lượng cao còn chậm.

Tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng đến nông nghiệp ngày càng nghiêm trọng và phức tạp. Tình trạng nhiệt độ tăng, ngập úng, tình trạng sụt lún, sạt lở bờ sông rạch khó dự báo chính xác và đòi hỏi chi phí kiểm soát, ứng phó lớn. Ở một số khu vực, sự thay đổi mực nước ngầm, các vùng thấp cửa sông bị ảnh hưởng mặn, phèn, ngập úng gây nên những tác động không nhỏ đến sản xuất nông nghiệp.

Hệ thống chính sách, giải pháp về phát triển nông nghiệp nói chung và nông nghiệp công nghệ cao nói riêng ban hành nhiều nhưng vẫn còn những bất cập, chưa phát huy hết hiệu quả, người sản xuất khó tiếp cận, nhất là chính sách về hỗ trợ tín dụng, đầu tư cơ giới hóa, phát triển kinh tế hợp tác. Kinh tế tập thể, trang trại và doanh nghiệp nông nghiệp, nông thôn chậm phát triển, tạo nên những thách

thức không nhỏ trong quá trình chuyển nhanh nền nông nghiệp nhỏ lẻ sang sản xuất hàng hóa lớn, ứng dụng công nghệ cao.

Để đáp ứng được yêu cầu thực tiễn, cần có sự đầu tư mạnh mẽ về cơ sở hạ tầng và phát triển nguồn nhân lực chất lượng. Đây cũng là một trong các thách thức đối với phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp. Nguồn ngân sách đầu tư cho lĩnh vực KH&CN nói chung cũng như lĩnh vực NLNT nói riêng còn hạn chế khiến các định hướng đầu tư chưa được thực hiện một cách đầy đủ. Ngoài ra, công tác truyền thông về NLNT chưa thật sự mạnh mẽ và hiệu quả để các cấp chính quyền và người dân hiểu về vai trò cũng như khả năng đóng góp của NLNT cho phát triển kinh tế - xã hội.

4. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành công nghiệp

4.1. Điểm mạnh

- Đã xây dựng được năng lực nghiên cứu, ứng dụng và làm chủ được một số các kỹ thuật NDT, chiếu xạ, tracer,... Hình thành các nhóm nghiên cứu mạnh, có năng lực triển khai các dự án có ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành công nghiệp.

- Các kỹ thuật hạt nhân và công nghệ bức xạ có lợi thế do có hiệu quả cao trong việc kiểm tra, đánh giá, bảo đảm an toàn và nâng cao hiệu quả trong xây dựng, vận hành khai thác các công trình; sản xuất công nghiệp; kiểm soát và bảo đảm chất lượng, tối ưu hóa các quá trình công nghiệp; phân tích trực tuyến theo thời gian thực

- Năng lực ứng dụng tracer của Việt Nam ở trình độ khá trong khu vực, có thể cạnh tranh với các dịch vụ quốc tế.

4.2. Điểm yếu

Về văn bản quy phạm pháp luật, cơ chế chính sách:

- Quy định về quy trình, thủ tục mua sắm chưa đầy đủ, phù hợp với thực tiễn khiến quá trình mua sắm các trang thiết bị công nghệ hạt nhân bị kéo dài, ảnh hưởng đến tiến độ thực hiện.

- Thiếu các cơ chế, chính sách khuyến khích và tạo động lực cho việc nội địa hóa công nghệ. Thiếu cơ chế khuyến khích, ưu tiên các doanh nghiệp, chuyên gia của Việt Nam tham gia triển khai các dự án lớn ứng dụng NDT.

- Thiếu tiêu chuẩn, quy chuẩn về ứng dụng kỹ thuật và công nghệ hạt nhân trong thực tiễn.

* Về cơ chế phối hợp

- Công tác thông tin tuyên truyền cho công chúng và đối tượng doanh nghiệp trong các lĩnh vực công nghiệp như xi măng, dầu khí, hóa chất,... về phát triển, ứng dụng NLNT còn hạn chế.

- Thiếu mối liên hệ giữa các tổ chức nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ hạt nhân với các doanh nghiệp trong các ngành trong công nghiệp.

* Về cơ sở vật chất kỹ thuật:

- Hạ tầng cơ sở cho phát triển, ứng dụng NLNT trong công nghiệp chủ yếu tập trung tại một số vùng trọng điểm như Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh, khả năng tiếp cận với kỹ thuật hạt nhân ở các địa phương còn hạn chế

- Năng lực năng cạnh tranh thương mại và mở rộng thị trường đối với sản phẩm, dịch vụ ứng dụng kỹ thuật hạt nhân và công nghệ bức xạ trong các ngành công nghiệp còn hạn chế.

- Việc quan tâm và bố trí kinh phí để phân tích thị trường và nghiên cứu khả thi đối với ứng dụng công nghiệp hạt nhân có tiềm năng còn hạn chế.

* Về nhân lực

- Việc sắp xếp, bố trí nhân lực phù hợp về năng lực và công việc còn hạn chế.

- Có nguy cơ thiếu hụt các chuyên gia trình độ cao cho ứng dụng NLNT trong công nghiệp.

* Về đầu tư và tài chính

- Đầu tư ban đầu cho các thiết bị công nghệ hạt nhân công nghiệp là rất lớn, do đó công nghệ hạt nhân ít được chính phủ ưu tiên đầu tư nên xét từ khía cạnh kinh tế.

- Thiếu cơ chính sách thuế định hướng và khuyến khích doanh nghiệp ứng dụng, đổi mới ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp.

* Về ứng dụng kỹ thuật

- Các phương pháp NDT mang bản chất gián tiếp, kết quả định tính hơn là định lượng.

- Chưa làm chủ được các công nghệ tiên tiến như máy gia tốc trong chiếu xạ; Lệ thuộc nguồn cung nguồn phóng xạ công nghiệp Co-60 vào nước ngoài, việc vận chuyển nguồn khó khăn;

- Một số ứng dụng tracer có yếu tố công nghệ cao còn chưa được cập nhật do thiếu đầu tư và trang thiết bị, như đánh dấu bằng công nghệ nano, hợp chất phát huỳnh quang, polymer nhả chậm...

- Năng lực thiết kế, chế tạo thiết bị bức xạ còn hạn chế.

4.3. Cơ hội

Hội nhập quốc tế sâu rộng tạo cơ hội mở rộng, đa dạng hóa thị trường, thu hút đầu tư, công nghệ, hiện đại hóa nền kinh tế.

Việc đẩy mạnh hợp tác trong nước giúp các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng tiếp thu làm chủ công nghệ, thúc đẩy đổi mới công nghệ, giảm chi phí đầu tư,

nâng cao hiệu quả cạnh tranh, nâng cao năng suất yếu tố tổng hợp TFP trong chuỗi giá trị.

Với sự phát triển của công nghệ thông tin và tác động của cách mạng công nghiệp 4, tổ chức, doanh nghiệp, người tiêu dùng ngày càng hiểu rõ hơn về lợi ích của kỹ thuật hạt nhân và công nghệ chiếu xạ, thúc đẩy mạnh mẽ ứng dụng NLNT trong các ngành công nghiệp và mở rộng thị trường thực phẩm chiếu xạ.

Những tiến bộ về công nghệ như máy chiếu xạ chùm điện tử đã khiến chiếu xạ công nghiệp đáng tin cậy hơn, giảm thiểu các lo ngại của người tiêu dùng về nhiễm xạ; nâng cao hiệu quả chế tạo vật liệu nano bằng xử lý chiếu xạ như nano bạc, nano vàng, nano selen, nhằm tạo ra các sản phẩm có hoạt tính sinh học dùng trong nông nghiệp, công nghiệp và y tế. Mở rộng thị trường không chỉ đối với thực phẩm chiếu xạ mà cả một số sản phẩm bảo quản bằng bức xạ khác.

Việt Nam tham gia đầy đủ và tích cực các hiệp định thương mại tự do.

Nhu cầu ứng dụng các kỹ thuật hạt nhân trong các ngành công nghiệp ngày càng cao nhằm bảo đảm độ tin cậy, chính xác, nâng cao chất lượng của sản phẩm và sự vận hành an toàn. Khai thác dầu khí đi vào giai đoạn tận thu, cần áp dụng công nghệ mới.

Nhu cầu soi chiếu trong công nghiệp và nhu cầu trang bị các thiết bị soi chiếu hàng hóa, an ninh là rất lớn đặt ra yêu cầu nhanh chóng xây dựng năng lực nghiên cứu, chế tạo các thiết bị soi chiếu công nghiệp, thiết bị soi chiếu container, hành lý.

4.4. Thách thức

Việc hội nhập quốc tế sâu rộng, gia tăng sức ép cạnh tranh ngay trên thị trường trong nước và quốc tế.

- Sự gia tăng chi phí phát sinh trong việc vận chuyển, quản lý nguồn phóng xạ và xử lý các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng đã làm giảm khả năng cạnh tranh của công nghệ bức xạ so với các biện pháp truyền thống như xử lý nhiệt, hóa chất... Khả năng mở rộng thị trường cũng là một trong những vấn đề khó khăn vì nhiều quốc gia không sẵn sàng chấp nhận thực phẩm chiếu xạ. Chi phí chiếu xạ khử trùng y tế còn cao nên hiện chỉ các sản phẩm đòi hỏi chất lượng cao như mô ghép mới được chiếu xạ, nhiều vật dụng y tế khác vẫn được khử trùng bằng phương pháp xông hóa chất, ảnh hưởng đến sức khỏe người dùng và môi trường.

- Kết quả ứng dụng NDT ngày càng đòi hỏi định lượng nhiều hơn do đó cần cải tiến quy trình, công nghệ; Sự ra đời và phát triển các loại vật liệu, sản phẩm mới, đặc thù đòi hỏi việc nghiên cứu, phát triển các phương pháp/kỹ thuật NDT một cách phù hợp.

- Tracer, soi chiếu có nguy cơ tụt hậu về công nghệ, suy giảm năng lực và ảnh hưởng đến phát triển năng lực nghiên cứu, ứng dụng; nhân lực có chuyên ngành phù hợp đang bị thiếu hụt; thiếu các dự án hỗ trợ kỹ thuật từ IAEA, thiếu sự giao lưu trao đổi về chuyên môn với các phòng thí nghiệm tiên tiến trên thế giới.

5. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với KH&CN hạt nhân, bảo đảm an toàn, an ninh

5.1. Điểm mạnh

Trong hơn 60 năm qua, KH&CN hạt nhân đã đóng vai trò thiết yếu trong sự phát triển bền vững của nhiều quốc gia trên thế giới; ngoài việc cung cấp nguồn năng lượng sạch, NLNT cũng được coi là công cụ giải quyết nhiều vấn đề cốt lõi trong an ninh quốc phòng, y học, nông nghiệp, môi trường, đặc biệt trong quản lý tài nguyên nước, ứng phó với biến đổi khí hậu và nhiều lĩnh vực quan trọng khác. Song hành với sự phát triển của thế giới, ngành NLNT Việt Nam về cơ bản đã vượt qua nhiều khó khăn, thách thức, đạt được các mục tiêu phát triển, trong đó tập trung vào việc nâng cao tiềm lực khoa học và công nghệ hạt nhân; hỗ trợ tiếp thu, làm chủ, chuyển giao và phát triển công nghệ; tạo ra nhiều công nghệ, sản phẩm và dịch vụ phục vụ cho sự nghiệp phát triển kinh tế-xã hội, đáp ứng những yêu cầu của đất nước.

Nhận thức được tầm quan trọng của việc ứng dụng NLNT phục vụ sự nghiệp phát triển KT-XH của đất nước, Đảng và Chính phủ đã sớm quan tâm, chỉ đạo lĩnh vực này. Nghị quyết Trung ương lần 2 khóa VIII đã yêu cầu: “Chuẩn bị tiền đề khoa học cho việc sử dụng NLNT sau năm 2000”. Văn kiện Đại hội Đảng khóa IX đã đề ra nhiệm vụ: “Nghiên cứu phương án sử dụng NLNT”. Có thể nói Việt Nam đã xây dựng được nền tảng cơ bản về chiến lược, chính sách phát triển tiềm lực khoa học và công nghệ hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân thông qua các quyết định quan trọng của Đảng và Chính phủ.

Để triển khai các chiến lược và chính sách, Việt Nam đã tăng cường và mở rộng quan hệ hợp tác với nhiều tổ chức quốc tế và các nước có nền công nghiệp hạt nhân tiên tiến trên thế giới; ký kết nhiều Hiệp định liên Chính phủ về Hợp tác sử dụng NLNT vì mục đích hòa bình; hợp tác với nhiều tổ chức quốc tế liên quan đến hạt nhân như: IAEA, Ủy ban châu Âu (EC); là thành viên của Hiệp định hợp tác Vùng về nghiên cứu, phát triển và đào tạo trong lĩnh vực KH&CN hạt nhân (RCA), Diễn đàn hợp tác hạt nhân châu Á (FNCA),...

5.2. Điểm yếu

Ở Việt Nam, NLNT đã được ứng dụng trong y tế, nông nghiệp, công nghiệp, địa chất, khoáng sản, khí tượng, thủy văn, giao thông, xây dựng, dầu khí, v.v.. Tuy nhiên, phạm vi và hiệu quả ứng dụng NLNT còn hạn chế, chưa tương xứng với tiềm năng và nhu cầu phát triển KT-XH. Nguyên nhân chính là do trình độ phát triển KT-XH của nước ta còn thấp và nhận thức của xã hội về vai trò của NLNT còn chưa đầy đủ. Mặc dù từ nhiều năm qua, KH&CN (nói chung) đã được Đảng, Nhà nước xác định là quốc sách hàng đầu, động lực quan trọng để phát triển đất nước, nhưng đầu tư của Nhà nước, của xã hội cho nghiên cứu phát triển, ứng dụng KH&CN hạt nhân còn thấp.

Các viện, trung tâm nghiên cứu, ứng dụng KH&CN của quốc gia, của các ngành, lĩnh vực, của các trường đại học hàng đầu của đất nước đều thiếu các máy

móc, thiết bị, công cụ, phương tiện nghiên cứu hiện đại, thiếu kinh phí hoạt động. Tuyệt đại bộ phận doanh nghiệp trong nước là doanh nghiệp nhỏ và vừa, nguồn lực tài chính hạn chế, phổ biến là sử dụng máy móc, thiết bị các thế hệ cũ, lạc hậu, do đó, việc tiếp thu, ứng dụng tiến bộ KH&CN mới trên thế giới đã là việc khó khăn, ít có khả năng nghiên cứu phát triển KH&CN, rất ít doanh nghiệp trong nước được doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài chuyển giao công nghệ, thu hút tham gia mạng sản xuất và chuỗi giá trị sản phẩm của họ. Đồng thời, thể chế, luật pháp, chính sách, cơ chế quản lý KH&CN chậm đổi mới, chưa tạo được những điều kiện thuận lợi, những động lực mạnh mẽ thúc đẩy KH&CN phát triển.

Kinh phí nhà nước dành cho KH&CN nhỏ nhưng lại đầu tư phân tán cho các ngành, các cấp, thiếu trọng tâm, trọng điểm, nhiều thủ tục quản lý hành chính phiền hà không phù hợp với lĩnh vực KH&CN. Chính sách thu hút các nguồn lực xã hội, khuyến khích các doanh nghiệp nghiên cứu, ứng dụng tiến bộ KH&CN trên thế giới để đổi mới, nâng cao chất lượng sản phẩm chưa có hiệu quả. Việc bảo vệ quyền sở hữu trí tuệ lỏng lẻo, hàng giả, hàng nhái, vi phạm quyền sở hữu trí tuệ diễn ra tràn lan, phổ biến...

Chính sách quản lý KH&CN chưa thu hút được người tài, tạo cơ hội cho người tài phát huy được tài năng mà chỉ tạo môi trường, cơ hội cho những người dựa dẫm vào cơ quan khoa học. Số lượng cán bộ KH&CN của nước ta nhiều người có chức danh, học vị cao, nhưng có rất ít, rất thiếu những chuyên gia, nhà KH&CN đầu ngành, tài năng, có khả năng lãnh đạo, định hướng nghiên cứu, phát triển KH&CN cho các ngành, lĩnh vực quan trọng, những tổng công trình sư có năng lực sáng tạo, thiết kế những sản phẩm có trình độ KH&CN cao, phức tạp, có giá trị cao. Đồng thời, nước ta có lực lượng lao động đông đảo, nhưng lại thiếu lực lượng lao động có tay nghề cao, lành nghề ở nhiều ngành, lĩnh vực, nhất là những ngành công nghiệp công nghệ cao...

Về văn bản quy phạm pháp luật, cơ chế chính sách: Quy định về quy trình, thủ tục mua sắm chưa đầy đủ, phù hợp với thực tiễn khiến quá trình mua sắm các trang thiết bị phục vụ nghiên cứu - triển khai bị kéo dài, ảnh hưởng đến tiến độ thực hiện. Thiếu các cơ chế, chính sách khuyến khích và tạo động lực phát triển doanh nghiệp KH&CN, phát triển thị trường KH&CN.

Về cơ chế phối hợp: Công tác thông tin tuyên truyền cho công chúng, cơ quan quản lý nhà nước, tổ chức nghiên cứu, doanh nghiệp về ứng dụng NLNT còn hạn chế, thiếu cơ chế chia sẻ nhằm nâng cao nhận thức của công chúng, sự quan tâm của các ngành KT-XH đến phát triển ứng dụng NLNT. Thiếu tương tác, cơ chế chia sẻ thông tin giữa cơ quan quản lý nhà nước, các tổ chức nghiên cứu về khoa học và công nghệ hạt nhân với các tổ chức, cá nhân và doanh nghiệp trong các lĩnh vực TN&MT, công nghiệp, nông nghiệp. Các kết quả nghiên cứu triển khai chưa phù hợp với nhu cầu thực tiễn, chưa gắn với thị trường.

Mặc dù có một số lượng đáng kể các cơ sở nghiên cứu, đào tạo, nhưng chưa tạo thành một mạng lưới các cơ sở nghiên cứu, đào tạo mạnh. Mạng lưới cơ sở nghiên cứu, đào tạo được phân bố tập trung ở các đô thị lớn, nhất là tập trung cao

ở Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, song chưa tạo thành động lực mạnh cho sự phát triển vượt trội, cạnh tranh quốc tế và đóng vai trò dẫn dắt của các đô thị này, mức độ lan tỏa phát triển ra các địa phương khác còn hạn chế. Năng lực nghiên cứu, thương mại hóa kết quả nghiên cứu của các tổ chức hạn chế, số lượng các bằng sáng chế, bằng giải pháp hữu ích và số bài báo công bố kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước còn chưa đồng đều. Không có sự liên kết giữa các chương trình nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ của các viện nghiên cứu, trường đại học. Chưa thu hút được nhân lực trẻ vào làm việc tại các nghiên cứu, đào tạo. Việc sắp xếp, bố trí nhân lực phù hợp về năng lực và công việc còn hạn chế. Có nguy cơ thiếu hụt các chuyên gia trình độ cao cho nghiên cứu, triển khai và ứng dụng NLNT trong công nghiệp.

Đầu tư, tăng cường cơ sở vật chất cho cơ sở nghiên cứu, đào tạo còn dàn trải, thiếu định hướng đầu tư tới hạn để đạt ngưỡng phát triển vượt bậc cho một số tổ chức KH&CN công lập nghiên cứu chuyên ngành, đóng vai trò dẫn dắt, làm chủ công nghệ, tạo động lực phát triển cho ngành công nghiệp. Cơ sở vật chất, trang thiết bị còn thiếu, gây khó khăn trong việc nghiên cứu, phát triển thương mại hóa sản phẩm. Việc bố trí kinh phí đối ứng để triển khai các dự án hợp tác quốc tế còn hạn chế.

Với tiềm lực, trình độ KH&CN của đất nước như vậy, việc phát triển những ngành, lĩnh vực, những sản phẩm công nghiệp mới, công nghệ cao sẽ rất khó khăn. Đây chính là một trong những nguyên nhân quan trọng cản trở cơ cấu lại công nghiệp, phát triển mạnh mẽ các ngành công nghiệp công nghệ cao, có giá trị gia tăng cao ở nước ta trong những năm qua.

5.3. Cơ hội

Các xu hướng và bối cảnh thế giới gợi mở cách thức giải quyết mới về những vấn đề đặt ra, qua đó góp phần định hướng cho phát triển KH&CN hạt nhân ở Việt Nam. Bối cảnh thế giới cho phép KH&CN hạt nhân nước ta tiếp cận các thành tựu mới từ bên ngoài nhằm tăng cường vai trò đóng góp vào phát triển KT-XH và thực hiện các bước nhảy vọt nâng cấp trình độ phát triển để rút ngắn khoảng cách với các nước đi trước. KH&CN hạt nhân có cơ hội tham gia vào phát triển KT-XH trên nhiều mặt: là đột phá chiến lược; nâng cao năng suất, giá trị gia tăng, sức cạnh tranh của nền kinh tế; phát triển một số ngành công nghiệp ưu tiên dựa trên KH&CN hạt nhân, đóng góp trực tiếp ngày càng cao cho phát triển các lĩnh vực KT-XH. KH&CN hạt nhân có cơ hội phối hợp với phát triển KT-XH trong tiếp cận cuộc CMCN 4.0, trong đổi mới cơ chế quản lý và trong thúc đẩy hội nhập quốc tế.

Có thể thấy rõ những lợi ích thiết thực từ việc phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân tại Việt Nam, cụ thể:

Thúc đẩy phát triển KT-XH và chăm sóc sức khỏe con người: Ứng dụng năng lượng bức xạ là một lĩnh vực có nhiều ưu việt, đóng góp tích cực cho tăng trưởng GDP thông qua việc nâng cao năng suất, chất lượng, hạ giá thành sản phẩm trong các ngành kinh tế. Ứng dụng năng lượng bức xạ nên được triển khai rộng

rãi trong chẩn đoán và điều trị bệnh sẽ góp phần phục vụ tốt hơn công tác chăm sóc sức khỏe nhân dân. Trong y học, bức xạ được đánh giá là phương pháp độc đáo và hiệu quả về mặt chi phí, giúp ngăn ngừa, chẩn đoán và điều trị nhiều loại bệnh khác nhau. Đối với các nước đang phát triển, việc sử dụng công nghệ bức xạ trong y học là cơ hội để tăng cường khả năng chăm sóc y tế. Phổ biến nhất là công nghệ chụp CT sử dụng bức xạ, cho phép tạo ra các hình ảnh cắt lớp nhiều khu vực trên cơ thể con người, đồng thời các đồng vị phóng xạ cũng được sử dụng rất nhiều trong nông nghiệp và y học.

Đáp ứng nhu cầu điện năng và góp phần đảm bảo an ninh năng lượng: Với các ưu thế về cạnh tranh kinh tế, khả năng cung cấp điện với số lượng lớn và ổn định, chi phí nhiên liệu và chi phí vận hành bảo dưỡng thấp, lượng nhiên liệu cần ít, có thể làm chủ được công nghệ, việc phát triển điện hạt nhân sẽ đáp ứng nhu cầu điện năng, đa dạng hoá nguồn cung cấp điện và góp phần đảm bảo an ninh năng lượng cho đất nước.

Góp phần nâng cao tiềm lực KH&CN và tiềm lực công nghiệp quốc gia: thúc đẩy phát triển nghiên cứu cơ bản về NLNT và một số lĩnh vực khoa học có liên quan khác như khoa học sự sống, tế bào học, sinh học, vật liệu học; tạo điều kiện phát triển các lĩnh vực công nghệ như quản lý dự án, thiết bị điều khiển tự động, kiểm tra không phá huỷ, thiết kế chịu động đất, công nghệ vật liệu, công nghệ thông tin hiện đại, phân tích an toàn, quản lý chất lượng và đảm bảo chất lượng. Việc phát triển công nghiệp công nghệ hạt nhân sẽ góp phần nâng cao tiềm lực khoa học và công nghệ và tiềm lực công nghiệp của quốc gia phục vụ cho sự nghiệp CNH - HĐH đất nước như kinh nghiệm của một số nước trong phát triển điện hạt nhân.

Góp phần bảo vệ môi trường: Cùng với các dạng năng lượng mới và tái tạo khác, ĐHN được xem là một nguồn năng lượng sạch, không phát thải khí CO₂ và các khí gây hiệu ứng nhà kính, đóng vai trò quan trọng góp phần bảo vệ môi trường. Các kỹ thuật bức xạ được sử dụng để khử trùng dụng cụ y tế, phòng trừ sâu bệnh, lưu hóa cao su, xử lý chất thải, chế tạo các chế phẩm sinh học, chế tạo vật liệu mới,... sẽ góp phần giải quyết vấn đề môi trường trong phát triển KT-XH của đất nước. Các chất thải phóng xạ của điện hạt nhân nhỏ về thể tích và khối lượng và hoàn toàn có thể kiểm soát được bằng các công nghệ và thiết bị hiện đại.

Hiện tại, ứng dụng thủy văn đồng vị đang là giải pháp hiệu quả để quản lý tài nguyên nước. Công nghệ này được sử dụng để nghiên cứu các mạch nước ngầm, tức là xác định nguồn gốc của nước và cách cung cấp bổ sung, đánh giá nguy cơ xâm nhập nước mặn hoặc ô nhiễm nguồn nước, cũng như kiểm tra khả năng sử dụng nước hợp lý.

5.4. Thách thức

Bên cạnh thời cơ, bối cảnh phát triển KH&CN hạt nhân trên thế giới cũng đặt ra những thách thức đối với phát triển KH&CN hạt nhân ở nước ta giai đoạn 10 năm tới.

- Nước ta phải đối phó với một số mặt trái của phát triển KH&CN trên thế giới. Internet vạn vật gây nên rủi ro về an ninh và sự bảo mật riêng tư. Phân tích dữ liệu lớn có nguy cơ gia tăng bất bình đẳng xã hội. Công nghệ nơ-ron có thể làm thay đổi một số khái niệm và phạm trù chính được sử dụng để tuân theo và hiểu các giá trị, chuẩn mực và quy tắc liên quan đến đạo đức của con người làm nảy sinh những cân nhắc nhất định về mặt đạo đức, luật pháp và xã hội.

- Việt Nam không dễ tiếp cận đối với một số xu hướng phát triển KH&CN hạt nhân trên thế giới:

+ Các nước phát triển ý thức rõ công nghệ mới là vũ khí chống lại các nước đang phát triển. Nhiều giải pháp sẽ được tiếp tục thực hiện trong tương lai như các chính sách mang tính chất “tăng cường bao vây công nghệ” với các hành động cụ thể: nghiêm ngặt quản lý xuất nhập khẩu công nghệ, tăng cường giám sát và quản lý đối với đầu tư nước ngoài, tăng cường bao vây công nghệ đối với các quốc gia đang phát triển.

+ Tiếp cận các xu hướng mới trên thế giới thường đòi hỏi những năng lực và điều kiện nhất định. Sự phát triển của KH&CN trong tương lai dựa trên nền tảng tiền đề của trình độ phát triển cao hiện nay về nhiều mặt như KH&CN, kinh tế, quản lý, chất lượng nguồn nhân lực,... Do hạn chế về trình độ phát triển hiện tại, Việt Nam và các nước đang phát triển có nguy cơ nới dài thêm khoảng cách tụt hậu so với các nước đi trước.

+ Bối cảnh quốc tế mở ra cơ hội chung cho nhiều nước. Các xu hướng phát triển KH, CN & ĐMST thế giới có thể tồn tại trong một thời gian dài nhưng cơ hội tiếp cận sẽ dần thu hẹp. Thành công của những nước đi trước sẽ làm hẹp lại cơ hội của các nước đến sau. Như vậy, có sự cạnh tranh quyết liệt giữa các nước trong tranh thủ cơ hội từ bối cảnh quốc tế. Chỉ có thể nắm bắt thành công các thời cơ khi chiến thắng trong các cuộc cạnh tranh.

- Bối cảnh phát triển mới đặt ra rất nhiều vấn đề mới phải giải quyết ở tầm chiến lược liên quan tới mọi lĩnh vực KH&CN. Các vấn đề về dân số, tài nguyên thiên nhiên và năng lượng, biến đổi khí hậu và môi trường, toàn cầu hóa, vai trò của Chính phủ, kinh tế, việc làm và năng suất, xã hội, ý tế, bất bình đẳng và phúc lợi,... Cần có sự phối hợp liên ngành giữa nhiều lĩnh vực khoa học và liên kết quốc tế để giải quyết hiệu quả các vấn đề này.

6. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với bảo đảm an toàn, an ninh

6.1. Điểm mạnh

Chính sách nhất quán của Việt Nam về sử dụng NLNT vì mục đích hòa bình, bảo đảm an toàn, an ninh và không phổ biến vũ khí hạt nhân đã được tuyên bố trong Luật NLNT 2008, cũng như trong Chiến lược ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020, nhiều hoạt động liên quan đến an ninh hạt nhân đã được các cơ quan có liên quan của Việt Nam triển khai thực hiện, bao gồm:

Thứ nhất, tăng cường khuôn khổ pháp lý và pháp quy về an ninh hạt nhân: Ngoài các quy định chung về an ninh hạt nhân được thể hiện trong Luật NLNT, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt đề án “Triển khai các biện pháp bảo đảm an ninh trong lĩnh vực NLNT” và ban hành Quy chế hoạt động kiểm soát hạt nhân. Tiếp theo đó, Bộ KH&CN đã ban hành một số các thông tư hướng dẫn liên quan. Các văn bản quy phạm pháp luật liên quan đến an ninh hạt nhân hiện có của Việt Nam, về cơ bản là dựa trên cơ sở các Tài liệu Hướng dẫn về An ninh hạt nhân của IAEA, đặc biệt là các khuyến cáo về an ninh hạt nhân, bảo vệ thực thể vật liệu hạt nhân và cơ sở hạt nhân. Hiện nay, Chính phủ Việt Nam đang tiếp tục hoàn thiện khuôn khổ pháp lý và pháp quy trong nước về an toàn, an ninh và thanh sát hạt nhân phù hợp với các Tài liệu Hướng dẫn mới nhất của IAEA.

Thứ hai, nâng cao năng lực quốc gia về an ninh hạt nhân: trên cơ sở đề án “Triển khai các biện pháp bảo đảm an ninh trong lĩnh vực NLNT” đã được Thủ tướng Chính phủ Việt Nam phê duyệt năm 2010, các bộ, ngành liên quan đã xây dựng kế hoạch triển khai thực hiện, trong đó có việc tăng cường năng lực để thực thi các biện pháp bảo đảm an ninh hạt nhân. Thêm vào đó, với sự hợp tác của IAEA, Việt Nam đang thực hiện Kế hoạch hỗ trợ an ninh hạt nhân tích hợp, đặc biệt là phát triển phương pháp luận về đánh giá các nguy cơ làm cơ sở thiết kế (DBT) cho nhà máy điện hạt nhân và tham gia Mạng quốc tế các Trung tâm Hỗ trợ kỹ thuật về an ninh hạt nhân, với kế hoạch xây dựng Trung tâm Hỗ trợ kỹ thuật về An ninh và thanh sát hạt nhân của Việt Nam.

Thứ ba, tăng cường kiểm soát các nguồn phóng xạ: Việt Nam đã thiết lập cơ sở dữ liệu quốc gia đối với các nguồn phóng xạ và các thông tin chi tiết về hành chính của tất cả các cơ sở có nguồn phóng xạ. Việt Nam ủng hộ và thực hiện một cách thiện chí Quy tắc Ứng xử về An toàn và an ninh nguồn phóng xạ và Hướng dẫn bổ sung về xuất khẩu và nhập khẩu nguồn phóng xạ của IAEA.

Thứ tư, chống buôn bán trái phép vật liệu hạt nhân: Việt Nam chia sẻ thông tin về việc buôn bán trái phép vật liệu hạt nhân và vật liệu phóng xạ thông qua việc tham gia vào cơ sở dữ liệu ITDB của IAEA.

Thứ năm, đóng góp vào việc giảm thiểu sử dụng nhiên liệu độ giàu cao (HEU): trong khuôn khổ Chương trình giảm thiểu nguy cơ phổ biến vũ khí hạt nhân, Việt Nam đã tham gia chương trình chuyển đổi nhiên liệu hạt nhân của lò phản ứng nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt từ loại nhiên liệu độ giàu cao (HEU) xuống sử dụng loại nhiên liệu độ giàu thấp (LEU). Trong năm 2012, Việt Nam đã thực hiện thành công việc chuyển đổi nhiên liệu từ HEU sang LEU cho Lò phản ứng nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt. Tháng 7/2013, toàn bộ nhiên liệu urani có độ giàu cao đã qua sử dụng đã được chuyển trả lại Nga. Đến nay, Việt Nam hoàn toàn không còn quản lý và sử dụng nhiên liệu HEU. Việc này đã được cộng đồng quốc tế đánh giá cao.

Thứ sáu, tích cực tham gia các nỗ lực quốc tế về an ninh hạt nhân: Việt Nam là quốc gia thành viên của Sáng kiến Toàn cầu chống khủng bố hạt nhân và đã tham gia nhiều hoạt động trong khuôn khổ Sáng kiến này, bao gồm các Phiên

họp Toàn thể tổ chức tại Hàn Quốc năm 2011 và Mê-hi-cô năm 2013, và các hội thảo về giám định hạt nhân, chống khủng bố hạt nhân. Về xây dựng tài liệu Phát triển Kiến trúc phát hiện hạt nhân, Việt Nam đã đóng góp kinh nghiệm về “Vai trò nhận thức của dân chúng trong việc cung cấp thông tin cảnh báo”.

Thứ bảy, hỗ trợ các hoạt động của IAEA: Việt Nam đã tích cực đóng góp vào việc xây dựng các Tài liệu Hướng dẫn về an ninh hạt nhân của IAEA thông qua việc tham gia vào Ủy ban Hướng dẫn An ninh hạt nhân và các cuộc họp tư vấn của IAEA trong quá trình xây dựng các Tài liệu về an ninh hạt nhân của IAEA. Trên cương vị thành viên (2013-2015) và Chủ tịch Hội đồng Thống đốc IAEA (2013-2014), Việt Nam đã tích cực đóng góp cho vấn đề bảo đảm an ninh hạt nhân.

Thứ tám, tích cực, chủ động thực hiện các điều ước quốc tế và Nghị quyết của Hội đồng Bảo an Liên hợp quốc: Việt Nam cam kết thực hiện Nghị quyết 1540 của Hội đồng Bảo an Liên hợp quốc và đã thực hiện đầy đủ trách nhiệm báo cáo của mình. Việt Nam đã phê chuẩn Nghị định thư bổ sung của Hiệp định Thanh sát tháng 9/2012. Tháng 10/2012, Việt Nam đã gia nhập Công ước Bảo vệ thực thể vật liệu hạt nhân và phê chuẩn Phần sửa đổi của Công ước. Tháng 10/2013, Việt Nam đã gia nhập Công ước chung về An toàn quản lý nhiên liệu đã qua sử dụng và An toàn quản lý chất thải phóng xạ.

6.2. Điểm yếu

Những lo ngại về vấn đề an toàn, an ninh liên quan đến vận chuyển, quản lý và sử dụng các nguồn phóng xạ hoạt độ cao cũng đang làm gia tăng chi phí và tính không chắc chắn trong việc cung cấp nguồn phóng xạ, nhất là trong tình hình thế giới diễn biến phức tạp hiện nay.

Việc quản lý các nguồn đồng vị đã qua sử dụng cũng làm phát sinh chi phí.

6.3. Cơ hội

Việt Nam đang nỗ lực để tiến tới tham gia Công ước quốc tế về Ngăn chặn hành động khủng bố hạt nhân. Việt Nam đã chia sẻ kinh nghiệm của mình tại Hội thảo khu vực về thúc đẩy phê chuẩn Phần sửa đổi của Công ước Bảo vệ thực thể vật liệu hạt nhân do IAEA tổ chức ở Trung Quốc năm 2013. Việt Nam tiếp tục hợp tác chặt chẽ với các quốc gia thành viên ASEAN nhằm xây dựng khu vực Đông Nam Á hòa bình, ổn định và không có vũ khí hạt nhân. Gần đây, Việt Nam đã tham gia Diễn đàn hợp tác các cơ quan pháp quy hạt nhân của các nước trong khối ASEAN (tên của Diễn đàn là ASEANTOM) nhằm thúc đẩy hợp tác về an toàn, an ninh và không phổ biến vũ khí hạt nhân trong khu vực, đồng thời là cầu nối để tăng cường hợp tác với IAEA cũng như các tổ chức hạt nhân của các khu vực khác trên thế giới về an toàn, an ninh và không phổ biến vũ khí hạt nhân.

6.4. Thách thức

Nguy cơ bị đe dọa khủng bố. Vận động hành lang mạnh mẽ để phát triển các nguồn năng lượng tái tạo (RES). Nhận thức tiêu cực của công chúng về năng

lượng hạt nhân (lo ngại về tai nạn, ô nhiễm phóng xạ và thải phóng xạ). Nguy cơ sử dụng năng lượng hạt nhân cho mục đích quân sự (công nghệ sử dụng kép).

Thiếu giáo dục công cộng về lợi ích của năng lượng hạt nhân, cũng như trong lĩnh vực năng lượng (xác định năng lượng hạt nhân với vũ khí hạt nhân).

V. Kịch bản phát triển

1. Kịch bản phát triển phát triển KT-XH 2021-2030, 2031-2050

Dự thảo báo cáo thuyết minh Quy hoạch tổng thể quốc gia giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 đã đưa ra 02 kịch bản phát triển KT-XH được dựa trên các giả định về sự thay đổi bối cảnh thế giới trong trung và dài hạn, lựa chọn chính sách phát triển để khai thác các tiềm năng, cơ hội cũng như hóa giải các hạn chế, thách thức trong giai đoạn 2021 - 2030 ở Việt Nam. Trong giai đoạn sau năm 2030, các kết quả dự báo được xem là xu hướng phát triển tiếp theo của giai đoạn 2021 - 2030.

a) Kịch bản 1 (Kịch bản thấp):

Kịch bản này được đưa ra với những giả định về bối cảnh thế giới và khu vực sau khủng hoảng dịch bệnh Covid - 19 và các xung đột khu vực hàm chứa nhiều yếu tố bất định. Cuộc khủng hoảng Covid-19 đã làm trầm trọng hơn các xu hướng tiêu cực của kinh tế thế giới, để lại nhiều hệ lụy lâu dài cho các chuỗi cung ứng các hoạt động thương mại, vận tải và du lịch quốc tế. Bên cạnh đó, kinh tế thế giới đã trải qua nhiều biến động, liên tiếp các sự kiện khủng bố xảy ra ở châu Âu, chiến tranh thương mại và công nghệ giữa Trung Quốc với Mỹ, Chiến dịch quân sự của Nga tiến hành ở Ucraina.... Điều này sẽ tạo một môi trường bất lợi tác động trực tiếp đến sự phát triển kinh tế xã hội của Việt Nam theo các xu hướng:

(1) Ảnh hưởng đến kỳ vọng của các nhà đầu tư, làm xấu hơn triển vọng phục hồi của các dòng vốn FDI và tăng trưởng thương mại;

(2) Chất lượng tăng trưởng được cải thiện, nhưng chậm, cơ cấu đầu tư dàn trải giữa các địa phương và các vùng kinh tế, chưa tập trung cao cho các vùng động lực chính, các hành lang kinh tế;

(3) Đầu tư xây dựng hệ thống kết cấu hạ tầng chậm, không huy động đủ nguồn lực, một số công trình hạ tầng quy mô lớn chậm tiến độ, chỉ đạt khoảng 85% các mục tiêu về xây dựng đường cao tốc, dẫn đến chi phí vận tải còn cao so với các nước trong khu vực;

(4) Nguồn nhân lực chất lượng cao cơ bản còn thiếu, đặc biệt là các kỹ sư công nghệ, các nhà quản lý trình độ khu vực, thế giới;

(5) Khả năng huy động các nguồn tài chính từ bên trong và bên ngoài không có đột phá lớn;

(6) Cơ cấu dân số già sẽ bắt đầu từ năm 2026 gia tăng áp lực đối với mạng lưới an sinh xã hội và chăm sóc sức khỏe người cao tuổi;

(7) Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu khốc liệt hơn, tần suất và cường độ của các hiện tượng thời tiết cực đoan sẽ gia tăng, gây tình trạng hạn hán và lũ lụt kéo dài, mưa cực đoan dẫn đến sạt lở đất ở vùng cao. Ngoài ra, tình trạng nước biển dâng ảnh hưởng đến nhiều đô thị ven biển. Bên cạnh đó, tình trạng tích lũy ô nhiễm đất, nước, không khí gây tổn hại đến sức khỏe người dân chậm được cải thiện.

Kết quả đầu ra cho Kịch bản này được các chuyên gia dự báo như sau:

+ Tỷ lệ đầu tư trên GDP được đạt khoảng 33,0% trong giai đoạn 2021 - 2030 nhưng giảm xuống 30% trong giai đoạn đến năm 2050. Khi đó, tăng trưởng tích lũy vốn sẽ đạt khoảng 9,6% giai đoạn 2021 - 2030. Giai đoạn đến năm 2050, tăng trưởng tích lũy vốn vào khoảng 6,8%/năm.

+ Dự báo đến năm 2025, quy mô dân số đạt 101,5 triệu người, khoảng 105,2 triệu người vào năm 2030 và 115 triệu người vào năm 2050.

+ Đô thị hóa tiếp tục diễn ra mạnh mẽ, dân số thành thị chiếm 42,4% năm 2025 và 50,7% năm 2030.

+ Tốc độ tăng trưởng GDP dự báo đạt bình quân 6,26%/năm trong giai đoạn 2021 - 2025; đạt bình quân 6,34%/năm trong giai đoạn 2026 - 2030. Tính chung cả giai đoạn 2021 - 2030 đạt bình quân 6,30%/năm. Giai đoạn 2031 - 2050 tốc độ tăng trưởng đạt khoảng 6,49%/năm.

+ Về thu nhập bình quân đầu người: Dự báo đến năm 2030 đạt hơn 7.000 USD/người, đến năm 2040 đạt khoảng 13.000 USD/người và năm 2050 đạt khoảng 25.000 USD/người. Như vậy, nếu theo chuẩn hiện nay của Ngân hàng thế giới³¹, thu nhập bình quân đầu người Việt Nam sau năm 2040 sẽ đạt ngưỡng thu nhập cao.

b) Kịch bản 2 (Kịch bản phấn đấu):

Kịch bản 2 được đưa ra trong bối cảnh thế giới và khu vực có sự chuyển biến tích cực, tạo ra nhiều yếu tố thuận lợi cho sự phát triển của kinh tế Việt Nam. Kịch bản này còn gọi là Kịch bản phấn đấu với việc dự báo các xu hướng phát triển khả quan về:

(1) Sự gia tăng nhanh chóng về số lượng, quy mô, phạm vi và chất lượng của các FTA do xu hướng khu vực hóa đang thay thế xu hướng toàn cầu hóa có thể thúc đẩy mạnh mẽ thương mại và đầu tư toàn cầu, khắc phục ảnh hưởng của khủng hoảng dịch bệnh.

(2) Khủng hoảng dịch bệnh cơ bản kết thúc trong năm 2022, mọi hoạt động KT-XH ở hầu hết các quốc gia trên thế giới dần trở lại bình thường. Các ảnh hưởng của cuộc chiến giữa Nga và Ukraina đến chuỗi cung ứng toàn cầu, giá cả một số mặt hàng như dầu khí, lương thực... tác động đến Việt Nam không mạnh.

(3) Vị thế, vai trò và uy tín của Việt Nam ngày càng được khẳng định trên thế giới, quan hệ quốc tế được mở rộng tạo điều kiện thuận lợi cho phát triển kinh tế, tận dụng có hiệu quả các cơ hội do quá trình tự do hóa thương mại và đầu

tur trên thế giới, cụ thể là các hiệp định thương mại tự do (FTA) mà Việt Nam đã tham gia và thực thi. quy mô dòng vốn FDI toàn cầu vượt lên ngưỡng 1.500-1.700 tỷ USD/năm.

(4) CMCN 4.0 sẽ tạo ra nhiều cơ hội cho Việt Nam nâng cao trình độ công nghệ, nâng cao năng lực sản xuất và cạnh tranh để tham gia sâu vào mạng sản xuất và các chuỗi giá trị toàn cầu.

(5) Kịch bản giả thiết việc tập trung các nguồn lực đầu tư hệ thống kết cấu hạ tầng quy mô lớn đạt kết quả như dự kiến. Đến năm 2030 đạt mục tiêu cả nước có khoảng 5.000 km đường bộ cao tốc; đến năm 2050 có trên 9.000 km đường bộ cao tốc; hoàn thành cảng hàng không Long Thành đạt tổng công suất đạt 120 triệu HK/năm; hoàn thành đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam đến năm 2050.

(6) Tăng cường đào tạo nguồn nhân lực, tận dụng tốt hơn giai đoạn dân số vàng, thích ứng tốt với giai đoạn già hóa dân số. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, các hiện tượng thời tiết cực đoan dự kiến sẽ tác động đến nước ta ở mức trung bình nhiều năm qua.

Kết quả đầu ra dự kiến ở Kịch bản này đã được tính toán như sau:

+ Tốc độ tăng trưởng GDP dự báo đạt bình quân 6,63%/năm trong giai đoạn 2021 - 2025; đạt bình quân 7,48%/năm trong giai đoạn 2026 - 2030. Tính chung cả giai đoạn 2021 - 2030 đạt bình quân 7,05%/năm. Giai đoạn 2031-2050, tốc độ tăng trưởng có khả năng đạt 7,16%/năm.

+ Về thu nhập bình quân đầu người: Tương tự như Kịch bản 1, dự báo đến năm 2025, quy mô dân số đạt 101,5 triệu người và 105,2 triệu người vào năm 2030 và 115 triệu người vào năm 2050. Khi đó, dự báo đến năm 2030 đạt khoảng 7.500 USD/người, đến năm 2040 đạt khoảng 16.500 USD/người và năm 2050 đạt khoảng 32.000 USD/người.

Đôi với Kịch bản 2, điều kiện để đạt được kịch bản này là khó khăn hơn, khả năng đạt được các yêu cầu này là tương đối cao về tăng trưởng TFP, tăng trưởng năng suất lao động; bên cạnh đó, môi trường kinh tế quốc tế cũng cần có nhiều yếu tố thuận lợi. Tuy nhiên, trên cơ sở phân tích các yếu tố bối cảnh thế giới và nội tại nền kinh tế, khả năng xảy ra Kịch bản 2 cũng khá cao. Để đạt được mục tiêu đến năm 2050 trở thành nước phát triển, có thu nhập cao và xây dựng đất nước phồn vinh, hạnh phúc, cần thúc đẩy các yếu tố trong nước để thực hiện được theo kịch bản này. Phải hình thành bộ khung kết cấu hạ tầng quốc gia; hạ tầng giao thông đảm bảo kết nối thông suốt Bắc - Nam, kết nối các cảng biển, trung tâm kinh tế của các vùng, các hành lang Đông - Tây; khai thác được các không gian phát triển mới gắn với hệ thống đường cao tốc, đường sắt tốc độ cao. Hình thành và phát triển một số vùng động lực và cực tăng trưởng quan trọng có tốc độ tăng trưởng cao, trở thành các đầu tàu lôi kéo sự phát triển của quốc gia.

2. Kịch bản phát triển, ứng dụng NLNT

2.1. Kịch bản phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế

Việc đề xuất các kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế trước hết phải xác định vị trí của Việt Nam ở nhóm các nước như thế nào trong thời gian tới. Nghị quyết Đại hội XIII của Đảng đã đặt ra mục tiêu, đến năm 2030, Việt Nam là nước đang phát triển, có công nghiệp hiện đại, thu nhập trung bình cao; đến năm 2045, Việt Nam trở thành nước phát triển, thu nhập cao. Việc đề xuất cũng cần dựa trên việc đánh giá lại những kết quả đã đạt được trong những năm qua, đặc biệt là giai đoạn 10 năm từ 2010-2020, ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế có bước phát triển mạnh mẽ, tăng nhanh về số lượng thiết bị, máy móc, trong đó các thiết bị xạ hình, xạ trị hiện đại nhất trên thế giới đã được đầu tư ở Việt Nam. Bên cạnh đó, cần phải xem xét đến các điều kiện cụ thể hiện nay như nhu cầu của người dân, khả năng nâng cao hiệu quả khai thác trang thiết bị hiện có, thiếu hụt nhân lực chất lượng cao, phát triển chưa tương ứng giữa các vùng, miền về ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế. Quyết định số 89/QĐ-TTg ngày 23/01/2024 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược quốc gia bảo vệ, chăm sóc và nâng cao sức khỏe nhân dân giai đoạn đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 với mục tiêu mọi người dân được hưởng các dịch vụ chăm sóc sức khỏe có chất lượng, được sống trong cộng đồng an toàn, phát triển tốt về thể chất và tinh thần, góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống, chất lượng nguồn nhân lực cho sự nghiệp xây dựng và bảo vệ Tổ quốc. Trong đó một số mục tiêu cụ thể của Chiến lược có thể sử dụng làm căn cứ xây dựng kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế:

- Công tác phòng, chống dịch bệnh được tăng cường, đặc biệt là dịch bệnh truyền nhiễm mới xuất hiện; bảo đảm an ninh y tế, ứng phó kịp thời với biến đổi khí hậu, các tình huống khẩn cấp về y tế công cộng. Từng bước kiểm soát các yếu tố nguy cơ gây bệnh, nâng cao năng lực quản lý môi trường y tế, các bệnh không lây nhiễm, bệnh nghề nghiệp, tai nạn thương tích và nâng cao sức khỏe người dân.

- Nâng cao chất lượng, hiệu quả của mạng lưới cung ứng dịch vụ y tế từ trung ương đến cơ sở để đáp ứng với sự thay đổi mô hình bệnh tật, hội nhập quốc tế và cuộc cách mạng công nghiệp 4.0; xây dựng hệ thống chăm sóc sức khỏe ban đầu vững mạnh; thu hẹp khoảng cách về bệnh tật, tử vong giữa các vùng, miền, các nhóm dân tộc. Phát triển y tế ngoài công lập, tăng cường phối hợp công - tư trong cung ứng dịch vụ y tế.

- Phát triển nguồn nhân lực y tế cả về số lượng, chất lượng và cơ cấu, đặc biệt nhân lực cho y tế cơ sở, khu vực nông thôn, vùng đồng bào dân tộc thiểu số và miền núi, biên giới, biển đảo; tiến tới đạt cơ cấu hợp lý giữa bác sĩ và điều dưỡng; bảo đảm cân đối giữa đào tạo và sử dụng nhân lực y tế.

- Công tác nghiên cứu khoa học, ứng dụng công nghệ cao trong dự phòng, phát hiện, chẩn đoán và điều trị bệnh tật, nghiên cứu và phát triển dược, thiết bị y tế được chú trọng; đẩy mạnh thực hiện chuyển đổi số, phát huy vai trò công nghệ thông tin trong quản lý, điều hành và hoạt động chuyên môn y tế.

Từ đó, có thể đề xuất hai phương án kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế như sau:

a) Kịch bản thấp

- Việt Nam là một trong ba nước dẫn đầu khu vực Đông Nam Á về ứng dụng BX&ĐVPX trong chẩn đoán, điều trị y tế.

- Về mạng lưới cơ sở điện quang, y học hạt nhân, xạ trị: Khai thác tốt và nâng cấp hệ thống mạng lưới cơ sở điện quang, xạ trị, y học hạt nhân hiện nay, trong đó, bổ sung thêm thiết bị xạ trị gia tốc cho các đơn vị xạ trị tại các bệnh viện chưa có trang thiết bị này; đầu tư thêm thiết bị xạ hình cho các đơn vị y học hạt nhân chưa có thiết bị xạ hình.

- Về thiết bị: Đầu tư thêm một số trang thiết bị cho bệnh viện từ tuyến tỉnh trở lên, trong đó đảm bảo ít nhất mỗi bệnh viện tỉnh có 1 máy chụp nhũ ảnh, một máy chụp CT phục vụ công tác tầm soát ung thư. Đầu tư thêm một số trang thiết bị xạ trị, y học hạt nhân cho các cơ sở có nhu cầu khám, chữa bệnh lớn.

- Về hiệu quả ứng dụng: Nâng cao hiệu quả ứng dụng BX&ĐVPX trong chẩn đoán và điều trị bệnh trong đó tập trung đối với bệnh ung thư dựa trên hệ thống mạng lưới cơ sở, trang thiết bị hiện có.

- Về đào tạo nhân lực: Hoàn thành chuẩn hóa chức danh vị trí việc làm, định danh nghề nghiệp cho nhân viên vật lý y khoa, đặc biệt là nguồn nhân lực đang làm việc tại các cơ sở y học hạt nhân, xạ trị trên cả nước.

- Về đảm bảo chất lượng trong chẩn đoán, điều trị: Các cơ sở điện quang, xạ trị, y học hạt nhân hoàn thiện và đảm bảo thực hiện đầy đủ các quy trình QA/QC trong chẩn đoán và điều trị, bước đầu tham gia vào chương trình đánh giá toàn diện quốc tế với điện quang, xạ trị, y học hạt nhân.

b) Kịch bản cao (kịch bản phấn đấu)

- Việt Nam có nền y học bức xạ tiệm cận với các nước phát triển trên thế giới.

- Về mạng lưới và trang thiết bị: Mở rộng mạng lưới các cơ sở/khoa xạ trị và y học hạt nhân tại các vùng: Trung du và miền núi phía Bắc, Vùng Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung, Tây Nguyên, Đồng bằng Sông Cửu Long đạt được 0,5-0,7 máy xạ trị trên triệu dân và 0,3-0,5 máy SPECT và PET/CT trên triệu dân, 12-15 máy CT trên triệu dân, 5 X-quang vú trên triệu dân và các bệnh viện tuyến trung ương, tỉnh, thành phố và khu vực có máy chụp mạch. Khai thác hiệu quả các dây chuyền sản xuất dược chất phóng xạ cyclotron và lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu, xem xét đầu tư thêm các hệ thống cyclotron ở các vùng có nhu cầu. Khuyến khích các trung tâm xạ trị, y học hạt nhân khu vực tư nhân đầu tư các thiết bị tiên tiến, hiện đại đáp ứng yêu cầu khám chữa bệnh của người dân. Khuyến khích phát triển các trung tâm/khoa xạ trị, y học hạt nhân và điện quang ngoài công lập.

- Về nhân lực: Đạt tỷ lệ 5,4 bác sĩ chuyên khoa xạ trị, y học hạt nhân/triệu dân; 11 kỹ thuật viên xạ trị, y học hạt nhân/triệu dân, 30-50 bác sĩ điện quang/triệu dân và số kỹ thuật viên gấp 2-3 lần bác sĩ điện quang; 15 nhân viên VLYK/triệu dân đạt mức trung bình toàn thế giới (trong đó có 5 nhân viên VLYK/triệu dân phục vụ trong xạ trị và 10 nhân viên VLYK/triệu dân phục vụ trong điện quang và y học hạt nhân). Nâng cao chất lượng đội ngũ bác sĩ, kỹ thuật viên chuyên khoa xạ trị và y học hạt nhân, được sĩ phóng xạ và nhân viên VLYK.

- Về đào tạo: hoàn thiện chương trình đào tạo chính quy (đào tạo đại học và sau đại học) bác sĩ chuyên khoa xạ trị và kỹ thuật viên xạ trị, y học hạt nhân, nhân viên VLYK và chương trình thực tập VLYK lâm sàng phù hợp với chuẩn quốc tế.

- Về hiệu quả, đảm bảo chất lượng: có ít nhất 4 cơ sở xạ trị, 4 cơ sở y học hạt nhân và 4 cơ sở điện quang tham gia chương kiểm định chất lượng toàn diện về xạ trị, y học hạt nhân và điện quang của cơ quan năng lượng quốc tế (IAEA). Tăng cường việc thực hiện chương trình đảm bảo chất lượng và kiểm tra chất lượng tại các cơ sở y học bức xạ (xạ trị, y học hạt nhân và điện quang) bao gồm cả nội kiểm và ngoại kiểm. Hoàn thiện hệ thống kiểm định liều lượng lâm sàng (clinical dosimetry audit) đối với các cơ sở xạ trị, y học hạt nhân và điện quang. 100% cơ sở xạ trị, y học hạt nhân và tất cả các cơ sở điện quang thuộc các bệnh viện cấp tỉnh và thành phố trực thuộc trung ương tham gia vào chương trình tự đánh giá chất lượng theo mô hình của IAEA.

- Về tăng cường việc kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế: Thực hiện công tác kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế tại một số khoa/trung tâm điện quang và y học hạt nhân ở các bệnh viện cấp tỉnh và các thành phố trực thuộc trung ương cho các đối tượng chụp CT, X-quang can thiệp (các thủ thuật phơi nhiễm liều cao) và các đối tượng có độ nhạy cảm với bức xạ cao như phụ nữ và trẻ em. Tăng cường giám sát việc thực thi công tác đảm bảo chất lượng và kiểm tra chất lượng tại các cơ sở y học bức xạ bao gồm cả nội kiểm và ngoại kiểm.

- Về nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ: Tổ chức nghiên cứu xây dựng dự án xạ trị proton hoặc các lựa chọn khác phù hợp; nghiên cứu xây dựng dự án trung tâm/viện khoa học bức xạ và y tế quốc gia (National Institute for radiological and Medical Sciences); Tổ chức nghiên cứu các vấn đề liên quan tới kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế, đảm bảo an toàn cho người bệnh và nhân viên y tế; Từng bước xây dựng bộ dữ liệu lớn quốc gia nhằm triển khai kỹ thuật, công nghệ AI trong chẩn đoán hình ảnh, y học hạt nhân; triển khai chiến lược chuyển đổi số trong quản lý và xử lý dữ liệu chẩn đoán hình ảnh, quản lý liều bệnh nhân và kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế.

2.2. Kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong TN&MT

Trong lĩnh vực TN&MT, thời gian qua, ứng dụng kỹ thuật hạt nhân đã được triển khai và ngày càng có vai trò quan trọng trong quản lý tài nguyên, đánh giá ô nhiễm nguồn nước, bảo vệ môi trường, dự báo và đánh giá tác động của biến đổi khí hậu. Đây cũng là một trong những hướng nghiên cứu, ứng dụng được IAEA

chú trọng, hỗ trợ và khuyến khích các nước thành viên triển khai và tổ chức đào tạo, bồi dưỡng nguồn nhân lực. Tuy nhiên việc ứng dụng NLNT cũng phụ thuộc nhiều vào khả năng kinh tế của mỗi nước. Thông qua việc phân tích các kịch bản phát triển kinh tế trong nước, một số hướng ứng dụng NLNT trong lĩnh vực TN&MT được đề xuất.

a) Kịch bản 1 (Kịch bản thấp)

Đối với kịch bản này các chuyên gia dự báo tình trạng trong ngành TN&MT như sau:

- Đối với yếu tố tự nhiên:

Biến đổi khí hậu ảnh hưởng sâu sắc hơn: Nhiều kịch bản về các khả năng và tác động của biến đổi khí hậu đều có chung nhận định về sự gia tăng nhiệt độ của Trái đất, hệ quả của sự gia tăng phát thải khí nhà kính vẫn tiếp diễn. Kết quả là các hiện tượng thời tiết cực đoan như sóng nhiệt, hạn hán, lũ lụt, bão, mưa cực đoan và mực nước biển dâng cao xảy ra thường xuyên và khắc nghiệt hơn trong tương lai.

- Đối với yếu tố nội tại của Việt Nam:

Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu khốc liệt hơn, tần suất và cường độ của các hiện tượng thời tiết cực đoan sẽ gia tăng, gây tình trạng hạn hán và lũ lụt kéo dài, mưa cực đoan dẫn đến sạt lở đất ở vùng cao. Theo Báo cáo “Kịch bản Biến đổi khí hậu” của Bộ TN&MT công bố năm 2021, nhiều khu vực ven biển và hải đảo của Việt Nam bị nước biển dâng khoảng 12-14 cm vào năm 2030 và 22-24 cm vào năm 2050. Với kịch bản cực đoan hơn, mực nước biển có thể dâng lên gần 40 cm vào năm 2050. Với mực nước biển dâng lên 40 cm, diện tích đất ven biển bị mất có thể lên đến hàng trăm nghìn hecta. Bên cạnh đó, tình trạng tích lũy ô nhiễm đất, nước, không khí gây tổn hại đến sức khỏe người dân chậm được cải thiện.

Với các giả thiết của kịch bản này kết quả đầu ra được các chuyên gia dự báo như sau:

Kịch bản này đặt ra một thách thức quan trọng: làm thế nào chúng ta có thể phát triển ứng dụng NLNT để đối phó với tình trạng biến đổi khí hậu và bảo vệ TN&MT. Dưới đây là một số khả năng ứng dụng NLNT trong ngành TN&MT để ứng phó với những thách thức đã đặt ra.

Phát triển ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong quan trắc, nghiên cứu biến đổi về khí tượng thủy văn phục vụ công tác dự báo thời tiết, thiên tai và biến đổi khí hậu, trong đó ứng dụng, thử nghiệm kỹ thuật neutron tia vũ trụ quan trắc độ ẩm đất tại một số trạm quan trắc khí tượng thủy văn; ưu tiên thiết lập các trạm quan trắc chủ yếu về đồng vị bền trong các nguồn nước tại các sông lớn ở Việt Nam.

Ứng dụng kỹ thuật đồng vị trong xác định nguồn gốc hình thành, khả năng bổ cập hiện đại và sự vận động của nước dưới đất nhằm đánh giá tiềm năng, quy hoạch quản lý, bảo tồn và bảo vệ chống ô nhiễm nước dưới đất; nghiên cứu chu trình nước từ lượng mưa đến nước mặt và nước ngầm. Đánh giá nguồn gốc, nguồn bổ cập và mối quan hệ thủy lực giữa các tầng chứa nước, mối quan hệ giữa nước

dưới đất với nước mặt trên lưu vực sông liên tỉnh, liên quốc gia. Xác định nguồn gốc nước dưới đất, tuổi của các tầng chứa nước và xác định cơ chế rửa lũa, hòa tan ô nhiễm và xâm nhập mặn.

Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong nghiên cứu, điều tra, đánh giá và làm rõ thành phần, cấu trúc địa chất; xác định các khu vực có nguy cơ xảy ra tai biến địa chất, môi trường địa chất; Xác định đặc điểm một số cấu trúc địa chất có tiềm năng lưu giữ nước dưới đất, lưu giữ CO₂, chôn lấp các chất độc hại, phóng xạ; phát hiện, đánh giá, thăm dò khoáng sản, đặc biệt là khoáng sản urani và thori, khoáng sản có chứa phóng xạ, đất hiếm các nguồn nước khoáng, nước nóng, địa nhiệt.

Nghiên cứu và giám sát môi trường: Các kỹ thuật hạt nhân có thể được sử dụng để nghiên cứu và giám sát môi trường, bao gồm việc đo lường phát thải khí nhà kính và theo dõi chất lượng nước. Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong quan trắc môi trường các mỏ khoáng sản có nguy cơ phát thải phóng xạ; nghiên cứu, điều tra, quan trắc các dạng tai biến do vận động địa chất hiện đại; xác định vị trí, diện tích các vùng có nguy cơ cao về sụt lún và sạt lở đất; xây dựng các bản đồ hiện trạng môi trường phục vụ công tác quy hoạch phát triển kinh tế xã hội.

Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong việc phân tích và đo lường chính xác lượng phát thải khí nhà kính; ứng dụng kỹ thuật đánh dấu đồng vị và các kỹ thuật liên quan để nghiên cứu quá trình axit hóa đại dương.

b) Kịch bản 2 (Kịch bản phần đầu)

Đối với kịch bản này các chuyên gia dự báo tình trạng trong ngành TN&MT như sau:

- Đối với yếu tố tự nhiên:

Biến đổi khí hậu ảnh hưởng sâu sắc hơn, các hiện tượng thời tiết cực đoan như sóng nhiệt, hạn hán, lũ lụt, bão, mưa cực đoan và mực nước biển dâng cao xảy ra thường xuyên và khắc nghiệt hơn, Việt Nam có thể mất hàng trăm nghìn héc-ta diện tích đất ven biển.

- Đối với yếu tố nội tại của Việt Nam:

Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu khốc liệt hơn, tần suất và cường độ của các hiện tượng thời tiết cực đoan sẽ gia tăng, gây tình trạng hạn hán và lũ lụt kéo dài, mưa cực đoan dẫn đến sạt lở đất ở vùng cao. Ngoài ra, tình trạng nước biển dâng ảnh hưởng đến nhiều đô thị ven biển. Bên cạnh đó, tình trạng tích lũy ô nhiễm đất, nước, không khí gây tổn hại đến sức khỏe người dân chậm được cải thiện. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, các hiện tượng thời tiết cực đoan dự kiến sẽ tác động đến nước ta ở mức trung bình nhiều năm qua. Với việc thực hiện cam kết đạt mức phát thải ròng bằng “0” đến năm 2050, Việt Nam phải thực hiện nhiều biện pháp liên quan đến chuyển đổi cơ cấu năng lượng, sản xuất và tiêu dùng xanh.

Với các giả thiết của kịch bản này kết quả đầu ra được các chuyên gia dự báo như sau:

Với kịch bản này ứng dụng NLNT trong TN&MT có thể trong một số lĩnh vực sau:

Năng lượng hạt nhân cho phát điện: Sử dụng năng lượng hạt nhân để sản xuất điện có thể giảm thiểu phát thải khí nhà kính và giúp đáp ứng nhu cầu năng lượng của dân số đang gia tăng. Điều này đặc biệt quan trọng trong bối cảnh tăng cường hiệu suất và an toàn của lưới điện quốc gia khi có nhiều nguồn phát điện tái tạo.

Ứng dụng trong xử lý nước: Công nghệ hạt nhân có thể được sử dụng để xử lý nước giúp loại bỏ ô nhiễm và làm sạch nước.

Xử lý chất thải và phân hủy hạt nhân: Công nghệ hạt nhân có thể được áp dụng để xử lý chất thải nguy hại và phân hủy chất thải hạt nhân một cách an toàn.

Phát triển ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong quan trắc, nghiên cứu biến đổi về khí tượng thủy văn phục vụ công tác dự báo thời tiết, thiên tai và biến đổi khí hậu, trong đó ứng dụng, thử nghiệm kỹ thuật neutron tia vũ trụ quan trắc độ ẩm đất tại một số trạm quan trắc khí tượng thủy văn; ưu tiên thiết lập các trạm quan trắc chủ yếu về đồng vị bền trong các nguồn nước tại các sông lớn ở Việt Nam.

Ứng dụng kỹ thuật đồng vị trong xác định nguồn gốc hình thành, khả năng bổ cập hiện đại và sự vận động của nước dưới đất nhằm đánh giá tiềm năng, quy hoạch quản lý, bảo tồn và bảo vệ chống ô nhiễm nước dưới đất; nghiên cứu chu trình nước từ lượng mưa đến nước mặt và nước ngầm. Đánh giá nguồn gốc, nguồn bổ cập và mối quan hệ thủy lực giữa các tầng chứa nước, mối quan hệ giữa nước dưới đất với nước mặt trên lưu vực sông liên tỉnh, liên quốc gia. Xác định nguồn gốc nước dưới đất, tuổi của các tầng chứa nước và xác định cơ chế rửa lũa, hòa tan ô nhiễm và xâm nhập mặn.

Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong nghiên cứu, điều tra, đánh giá và làm rõ thành phần, cấu trúc địa chất; xác định các khu vực có nguy cơ xảy ra tai biến địa chất, môi trường địa chất; Xác định đặc điểm một số cấu trúc địa chất có tiềm năng lưu giữ nước dưới đất, lưu giữ CO₂, chôn lấp các chất độc hại, phóng xạ; phát hiện, đánh giá, thăm dò khoáng sản, đặc biệt là khoáng sản urani và thori, khoáng sản có chứa phóng xạ, đất hiếm các nguồn nước khoáng, nước nóng, địa nhiệt.

Nghiên cứu và giám sát môi trường: Các kỹ thuật hạt nhân có thể được sử dụng để nghiên cứu và giám sát môi trường, bao gồm việc đo lường phát thải khí nhà kính và theo dõi chất lượng nước. Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong quan trắc môi trường các mỏ khoáng sản có nguy cơ phát thải phóng xạ; nghiên cứu, điều tra, quan trắc các dạng tai biến do vận động địa chất hiện đại; xác định vị trí, diện tích các vùng có nguy cơ cao về sụt lún và sạt lở đất; xây dựng các bản đồ hiện trạng môi trường phục vụ công tác quy hoạch phát triển kinh tế xã hội.

Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong việc phân tích và đo lường chính xác lượng phát thải khí nhà kính; ứng dụng kỹ thuật đánh dấu đồng vị và các kỹ thuật liên quan để nghiên cứu quá trình axit hóa đại dương.

2.3. Kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp

Trên cơ sở đánh giá các điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức phát triển của phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp, 02 kịch bản bước đầu xây dựng dựa trên các giả định về sự thay đổi bối cảnh KT-XH của thế giới và Việt Nam trong trung và dài hạn, lựa chọn chính sách phát triển để khai thác các tiềm năng, cơ hội cũng như hóa giải các hạn chế, thách thức trong giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

a) Kịch bản 1 (kịch bản thấp)

- Với kịch bản này, nền kinh tế với tốc độ tăng trưởng là 6,2% - 6,3%;
- Căng thẳng địa chính trị leo thang và chủ nghĩa bảo hộ tiếp diễn theo chiều hướng tiêu cực, ảnh hưởng đến kỳ vọng của các nhà đầu tư, làm xấu hơn triển vọng phục hồi của các dòng vốn FDI và tăng trưởng thương mại;
- Các hoạt động thương mại, vận tải và du lịch quốc tế chậm phục hồi, dẫn đến cạnh tranh trên các thị trường xuất khẩu và thu hút FDI gay gắt hơn, ảnh hưởng đến các quốc gia tăng trưởng dựa vào xuất khẩu và thu hút vốn FDI như Việt Nam;
- Rủi ro đối với hệ thống tài chính - tiền tệ gia tăng do biến động giá các hàng hóa cơ bản, thay đổi lãi suất của các nền kinh tế lớn, tỷ giá của các đồng tiền lớn biến động, tình trạng rút vốn xảy ra ở các nền kinh tế mới nổi;
- Chiến dịch quân sự của Nga tiến hành ở Ucraina và các biện pháp trừng phạt của Mỹ và phương Tây đối với Nga đã ảnh hưởng trực tiếp đến nguồn cung các nguyên liệu cơ bản (dầu thô, khí đốt, nhôm, nikel...) và lúa mì, làm lạm phát tăng cao ở nhiều quốc gia và gây khó khăn cho hoạt động sản xuất của nhiều ngành kinh tế;
- Ô nhiễm môi trường và biến đổi khí hậu làm gia tăng các dạng thời tiết cực đoan, đặc biệt tăng sự xâm nhập mặn và sự khan hiếm nước ngọt ở một số khu vực như Đồng bằng sông Cửu Long. Vấn đề dịch bệnh cho cây trồng, vật nuôi, đặc biệt dịch bệnh truyền nhiễm cho con người tiếp tục diễn ra.

Với kịch bản này, sản lượng nông sản giảm, lưu thông hàng hóa trong nước và xuất nhập khẩu giảm, do đó nhu cầu ứng dụng chiếu xạ thực phẩm giảm. Nhu cầu chọn tạo các giống cây trồng mới tăng do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Nguồn lực tài chính cho đầu tư công cũng như đầu tư tư nhân hạn chế do nền kinh tế chậm tăng trưởng, ảnh hưởng đến khả năng đầu tư cho ứng dụng BX&ĐVPX.

b) Kịch bản 2 (kịch bản phân đầu)

- Bối cảnh thế giới và khu vực có sự chuyển biến tích cực, tạo ra nhiều yếu tố thuận lợi cho sự phát triển của kinh tế Việt Nam. Khi đó kịch bản đặt ra kỳ vọng GDP tăng trưởng của Việt Nam là 7,5%/năm. KHCN& ĐMST có ý nghĩa đặc biệt là động lực chính của mô hình tăng trưởng mới, là một đột phá chiến lược. Mức thu nhập tăng cao hơn mang lại những thay đổi trong mô hình tiêu

dùng. Ngành nông nghiệp có mức tăng trưởng nhanh chóng, tăng trưởng GDP toàn ngành nông nghiệp ở mức 3% - 3,5%;

- Các ảnh hưởng của cuộc chiến giữa Nga và Ucraina đến chuỗi cung ứng toàn cầu, giá cả một số mặt hàng như dầu khí, lương thực... tác động đến Việt Nam không mạnh. Trong khi đó, vị thế, vai trò và uy tín của Việt Nam ngày càng được khẳng định trên thế giới, quan hệ quốc tế được mở rộng tạo điều kiện thuận lợi cho phát triển kinh tế, tận dụng có hiệu quả các cơ hội do quá trình tự do hóa thương mại và đầu tư trên thế giới, cụ thể là các hiệp định thương mại tự do (FTA) mà Việt Nam đã tham gia và thực thi;

- Tăng trưởng kinh tế nhanh chóng cần sử dụng nhiều nguồn tài nguyên đất đai, năng lượng, nước và nguyên vật liệu (dịch vụ cung cấp) dẫn đến sự suy giảm ở các dịch vụ khác như khả năng điều tiết môi trường thấp với lượng khí thải nhà kính cao. Mức độ tác động của phát triển kinh tế cao kết hợp với biến đổi khí hậu dẫn đến gia tăng các dạng thời tiết cực đoan, đặc biệt tăng sự xâm nhập mặn. Nguy cơ của dịch bệnh cho cây trồng, vật nuôi, đặc biệt dịch bệnh truyền nhiễm cho con người ngày càng cao và không kiểm soát được.

Với kịch bản này, ngành nông nghiệp tăng trưởng nhanh, nhu cầu ứng dụng chiếu xạ bảo quản thực phẩm và kiểm dịch tăng mạnh do nhu cầu tiêu dùng tăng, lưu thông hàng hóa mạnh mẽ. Nhu cầu chọn tạo các giống cây trồng mới có chất lượng tốt tiếp tục tăng do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nhu cầu sử dụng sản phẩm chất lượng cao của người dân. Các biện pháp kiểm soát dịch hại thân thiện với môi trường ngày càng được khuyến khích. Nguồn lực tài chính cho đầu tư công và đầu tư tư nhân được cải thiện, trong đó đầu tư cho KH&CN được ưu tiên là ngành then chốt. Ứng dụng BX&ĐVPX ngày càng đóng vai trò là giải pháp công nghệ cao, thân thiện với môi trường, đóng góp hiệu quả cho phát triển KT-XH.

c) Đánh giá

Trên cơ sở đánh giá tình hình và xu thế thế giới, các chủ trương, định hướng phát triển, các chiến lược, quy hoạch về phát triển nông nghiệp có liên quan, khả năng xảy ra kịch bản 2 là cao, cụ thể là:

- Đảng và Nhà nước ta xác định định hướng ngành nông nghiệp, nông thôn tiếp tục đẩy mạnh cơ cấu lại theo hướng phát triển nông nghiệp sinh thái, hiện đại, kinh tế tuần hoàn; nhất là "nông nghiệp bền vững, minh bạch và có trách nhiệm", thực hiện chuyên mạnh từ tư duy sản xuất nông nghiệp sang tư duy kinh tế nông nghiệp; từ phát triển đơn ngành sang hợp tác, phát triển đa ngành; thúc đẩy tích hợp đa giá trị trong sản phẩm nông lâm thủy sản; chuyển từ chuỗi cung ứng nông sản sang phát triển các chuỗi ngành hàng;

- Việt Nam hiện là mắt xích quan trọng trong chuỗi giá trị nông sản toàn cầu, nằm trong nhóm 15 quốc gia xuất khẩu nông sản lớn nhất thế giới và đứng thứ 2 trong khu vực Đông Nam Á. Việt Nam đã ký kết tham gia và đàm phán 17 Hiệp định thương mại tự do (FTA) và theo sau đó là Việt Nam đã tăng cường xuất khẩu các sản phẩm nông sản có lợi thế cạnh tranh. Tuy nhiên, trong các hiệp định

thương mại tự do thế hệ mới Việt Nam đã ký kết với nhiều cam kết rất chặt chẽ và có nhiều quy định mới về quy tắc xuất xứ, tiêu chuẩn kỹ thuật, lao động, môi trường. Do đó, việc đẩy mạnh nghiên cứu, ứng dụng phương pháp côn trùng tiết sinh (SIT) và công nghệ chiếu xạ vào lĩnh vực kiểm soát côn trùng gây hại trong trồng trọt, bảo quản và kiểm dịch nông sản là một nhu cầu rất cấp thiết, góp phần không nhỏ giúp nông sản Việt Nam không những đạt được các tiêu chuẩn đề ra của các nước nhập khẩu, mà còn giúp nâng cao tính cạnh tranh với nông sản của các nước khác, đồng thời mang lại lợi ích về mặt sinh thái và phát triển bền vững;

- Bộ NN&PTNT đẩy mạnh triển khai giải pháp trong các đề án đã được phê duyệt “Đề án thúc đẩy xuất khẩu nông, lâm, thủy sản đến năm 2030”; “Chiến lược phát triển nông nghiệp và nông thôn bền vững, giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến 2050”. Ngoài ra, ngành nông nghiệp cũng đang tiếp tục đẩy nhanh việc xây dựng trình Chính phủ phê duyệt và tổ chức thực hiện Đề án “Phát triển bền vững 1 triệu ha chuyên canh lúa chất lượng cao gắn với tăng trưởng xanh vùng đồng bằng sông Cửu Long” và Đề án “Phát triển hệ thống logistics nâng cao chất lượng và sức cạnh tranh của nông sản Việt Nam đến 2030, tầm nhìn 2050”;

- Năm 2023, tăng trưởng GDP toàn ngành nông nghiệp đạt 3,83%, cao nhất trong nhiều năm gần đây, đóng góp lớn vào mức tăng trưởng 5,05% của nền kinh tế. Các mặt hàng nông sản xuất khẩu chủ lực của Việt Nam đều có xu hướng tăng lên trong những năm gần đây như gạo với tốc độ tăng trưởng bình quân giai đoạn 2017-2022 là 5,66%, Nổi bật đó là sản lượng lúa năm 2023 đạt 43,5 triệu tấn, tăng 1,9% và năng suất đạt 61 tạ/ha, tăng 1 tạ/ha. Năm 2024, toàn ngành NN&PTNT đề ra chỉ tiêu tốc độ tăng trưởng GDP toàn ngành từ 3 - 3,5%; tổng kim ngạch xuất, nhập khẩu nông, lâm, thủy sản đạt khoảng 54 - 55 tỷ USD;

- Theo đánh giá dự báo, triển vọng, nhu cầu phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp giai đoạn tới là tiếp tục tăng. Lưu thông hàng hóa, xuất nhập khẩu tăng cao, nhu cầu sử dụng các sản phẩm nông sản chất lượng cao, an toàn, các yêu cầu cao về bảo đảm an toàn thực phẩm, kiểm soát dịch bệnh sẽ thúc đẩy nhu cầu sử dụng các công nghệ cao trong bảo quản và chế biến thực phẩm, kiểm dịch xuất khẩu;

- Biến đổi khí hậu gia tăng đặt ra yêu cầu cấp bách cho ngành nông nghiệp trong việc chọn tạo các giống cây trồng mới có chất lượng tốt và thích ứng với biến đổi khí hậu; chủ trương phát triển kinh tế nhưng không đánh đổi môi trường, đặt ra yêu cầu phát triển nông nghiệp xanh, bền vững, kiểm soát lượng hóa chất sử dụng trong bảo vệ cây trồng, thúc đẩy nhu cầu ứng dụng các kỹ thuật thân thiện với môi trường trong kiểm soát dịch hại cây trồng cũng như các nghiên cứu về dinh dưỡng, đất, nước trong nông nghiệp.

Đối với Kịch bản 1, các điều kiện bên ngoài là ít thuận lợi, mức độ cải thiện các yếu tố nội tại của nền kinh tế cũng tương đối hạn chế. Trên cơ sở phân tích các yếu tố bối cảnh thế giới và nội tại nền kinh tế, khả năng xảy ra Kịch bản 2 là khá cao.

Căn cứ các nội dung nghiên cứu đã đưa ra về đánh giá thực trạng, triển vọng, xu hướng phát triển, điểm mạnh và điểm yếu, cơ hội và thách thức đặt trong bối cảnh phát triển theo kịch bản cao đã đưa ra, các định hướng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp được đề xuất tập trung vào các nội dung như sau:

- Nâng cao năng lực nghiên cứu và triển khai (R&D), tiếp cận và làm chủ các kỹ thuật tiên tiến trong tạo chọn giống cây trồng đột biến; kiểm soát côn trùng, dịch hại, bảo vệ thực vật; quản lý đất trồng, nước tưới tiêu và chế độ canh tác; chăn nuôi và thú y; chế biến và bảo quản thực phẩm;

- Tăng cường ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp nhằm nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả, bảo đảm an ninh lương thực, đẩy mạnh xuất khẩu, góp phần tích cực vào phát triển nền nông nghiệp bền vững, thích ứng biến đổi khí hậu;

- Hoàn thiện và nâng cấp các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng BX&ĐVPX tại các vùng nông nghiệp trọng điểm; xây dựng các nhóm nghiên cứu mạnh về ứng dụng BX&ĐVPX trong tạo, chọn giống cây trồng; kiểm soát côn trùng, dịch hại; chiếu xạ thực phẩm nhằm tăng cường ứng dụng NLNT trong nông nghiệp;

- Tạo, chọn và đưa vào sản xuất các giống cây trồng đột biến có giá trị nhằm tăng năng suất, chất lượng, nâng cao giá trị nông sản Việt Nam, thích ứng biến đổi khí hậu và phát triển nông nghiệp xanh, sạch, bền vững; đến năm 2030, tăng sản lượng nông sản từ các giống đột biến trên 50%, duy trì vị trí số 1 Đông Nam Á về đột biến tạo giống cây trồng;

- Tăng cường xử lý chiếu xạ kiểm dịch nông sản, nâng cao chất lượng thủy hải sản, kéo dài thời gian bảo quản thực phẩm phục vụ tiêu dùng trong nước và xuất khẩu; đến năm 2030, tăng quy mô chiếu xạ thực phẩm trên 50%, thuộc nhóm các nước đứng đầu Đông Nam Á về chiếu xạ lương thực thực phẩm;

- Đẩy mạnh ứng dụng BX&ĐVPX trong kiểm soát xói mòn và rửa trôi, quản lý đất trồng, nước tưới tiêu và chế độ canh tác; kiểm soát dịch bệnh cây trồng, vật nuôi; sản xuất các chế phẩm sinh học thân thiện môi trường phục vụ sản xuất nông nghiệp xanh, sạch và bền vững; Nâng cao tỷ lệ đóng góp của các ứng dụng NLNT vào tăng trưởng GDP của toàn ngành nông nghiệp;

- Đầu tư, nâng cấp cho các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và chuyển giao công nghệ của ngành nông nghiệp để thực hiện nghiên cứu ứng dụng BX&ĐVPX tại các vùng nông nghiệp trọng điểm;

- Xây dựng cơ chế chính sách thúc đẩy hình thành các cơ sở chiếu xạ, cũng như ứng dụng xử lý chiếu xạ thực phẩm, chiếu xạ kiểm dịch các sản phẩm nông nghiệp phục vụ tiêu dùng trong nước và xuất khẩu;

- Kết hợp giữa doanh nghiệp và các viện, trung tâm nghiên cứu của ngành nông nghiệp để chuyển giao các kết quả nghiên cứu ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp nhằm mang lại hiệu quả cao cho sản xuất nông nghiệp xanh, sạch và bền vững, trước hết trong các lĩnh vực chọn tạo giống, kỹ thuật canh tác và chăn

nuôi, áp dụng các chế phẩm sinh học phục vụ nông nghiệp tạo ra từ công nghệ bức xạ;

- Xây dựng và tổ chức đào tạo chuyên môn về cứu ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp và công nghệ sinh học cho cán bộ có liên quan của các cơ sở nghiên cứu nông nghiệp và các đơn vị khác có liên quan.

2.4. Kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp

a) Kịch bản thấp

- CMCN 4.0 gắn với quá trình số hóa nền kinh tế sẽ làm xuất hiện các mô hình kinh doanh mới: CMCN 4.0 nhanh chóng thâm nhập vào tất cả các lĩnh vực sản xuất, kinh doanh từ nông nghiệp đến dịch vụ, tạo ra các mô hình kinh doanh mới hoặc chuyển đổi các mô hình kinh doanh truyền thống trở nên có hiệu suất và giá trị gia tăng rất cao.

- Mức độ đổi mới sáng tạo của nền kinh tế nói chung, đặc biệt là các doanh nghiệp tư nhân và đầu tư vào nghiên cứu - triển khai, sáng chế ở mức thấp, không có nhiều tập đoàn công nghệ tầm cỡ khu vực và thế giới đến đầu tư.

- Năng lực sản xuất tại các công đoạn chế biến, chế tạo đòi hỏi độ tinh xảo cao cũng như cung cấp các dịch vụ tiên tiến vẫn còn hạn chế.

- Đầu tư xây dựng hệ thống kết cấu hạ tầng chậm, không huy động đủ nguồn lực, một số công trình hạ tầng quy mô lớn chậm tiến độ, chỉ đạt khoảng 85% các mục tiêu về xây dựng đường cao tốc, dẫn đến chi phí vận tải còn cao so với các nước trong khu vực.

- Trữ lượng các tài nguyên đang khai thác giảm đáng kể như than đá, dầu thô, khí đốt, các loại quặng kim loại... Việt Nam phải đầu tư nhiều trong bảo đảm an ninh năng lượng.

Dự kiến kết quả đầu ra:

- Ứng dụng kỹ thuật NDT trong công nghiệp, xây dựng, giao thông bị chậm lại. Năng lực ứng dụng NDT phục vụ, bảo dưỡng, sửa chữa các công trình năng lượng, dầu khí, hóa chất chưa được phát huy.

- Năng lực chế tạo thiết bị ghi đo bức xạ hạn chế về số lượng và loại thiết bị, sản phẩm chưa được thương mại hóa.

- Không hình thành năng lực tư vấn, đào tạo, chuyển giao công nghệ, bảo dưỡng, sửa chữa các thiết bị NCS.

- Công nghệ chiếu xạ khử trùng, bảo quản thực phẩm được duy trì và phát triển với tốc độ như hiện nay. Các ứng dụng khác của chiếu xạ không được mở rộng và phát triển

- Việc mua sắm, tăng cường các thiết bị soi chiếu an ninh - hải quan hoàn toàn phụ thuộc vào nước ngoài.

b) Kịch bản phần đầu

Các ảnh hưởng của cuộc chiến giữa Nga và Ucraina đến chuỗi cung ứng toàn cầu, giá cả một số mặt hàng như dầu khí, lương thực... tác động đến Việt Nam không mạnh. Các tập đoàn đa quốc gia đang có xu hướng rút khỏi Trung Quốc và dịch chuyển sang các nước khu vực Đông Nam Á, Ấn Độ và một số nước đang phát triển khác, sắp xếp lại các cơ sở nhà máy sản xuất theo hướng gần với thị trường tiêu thụ hơn.

Mở rộng thị trường, đẩy mạnh xuất khẩu, giúp các doanh nghiệp nội địa tham gia sâu vào các chuỗi giá trị và mạng sản xuất toàn cầu.

Việc tận dụng được xu hướng phát triển của CMCN 4.0 gắn với chuyển đổi số đang diễn ra trên thế giới cũng rất quan trọng bởi đây là cơ sở cho thúc đẩy quá trình đổi mới mô hình tăng trưởng, nâng cao chất lượng thể chế, cơ cấu lại nền kinh tế, cùng với đó là thúc đẩy chuyển đổi số quốc gia, trọng tâm là phát triển kinh tế số, xây dựng đô thị thông minh, chính quyền điện tử, tiến tới chính quyền số, thay đổi phương thức, tư duy quản lý nhà nước.

- CMCN 4.0 sẽ tạo ra nhiều cơ hội cho Việt Nam nâng cao trình độ công nghệ, nâng cao năng lực sản xuất và cạnh tranh để tham gia sâu vào mạng sản xuất và các chuỗi giá trị toàn cầu. Sự lan tỏa của công nghệ mới và sự phát triển kinh tế số sẽ đem lại cơ hội để bắt kịp và nhảy vọt về công nghệ cũng như phát triển một số ngành công nghiệp mũi nhọn, công nghệ mới, công nghệ cao, chuyển dịch cơ cấu nội ngành công nghiệp theo hướng tăng các ngành công nghiệp có công nghệ, giá trị gia tăng cao và dịch chuyển lên các công đoạn có giá trị gia tăng cao trong chuỗi giá trị của từng ngành công nghiệp. Đối với các doanh nghiệp, CMCN 4.0 sẽ mang đến cơ hội kinh doanh và các phương thức kinh doanh mới như thương mại điện tử, truyền thông online, xúc tiến du lịch trực tuyến,... và là cơ hội tốt cho các doanh nghiệp khởi nghiệp sáng tạo.

- Sử dụng hiệu quả hơn các loại tài nguyên, nhất là tài nguyên đất, tài nguyên biển, tài nguyên nhân văn...

- Kịch bản giả thiết việc tập trung các nguồn lực đầu tư hệ thống kết cấu hạ tầng quy mô lớn đạt kết quả như dự kiến. Đến năm 2030 đạt mục tiêu cả nước có khoảng 5.000 km đường bộ cao tốc; đến năm 2050 có trên 9.000 km đường bộ cao tốc; hoàn thành cảng hàng không Long Thành với tổng công suất đạt 120 triệu hành khách/năm; hoàn thành đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam đến năm 2050.

Dự kiến kết quả đầu ra:

- Công nghiệp dầu khí, hóa chất và năng lượng: Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân đánh giá trữ lượng dầu có thể khai thác, kiểm tra điểm phun trong giếng gaslift, đánh giá rò rỉ đập thủy điện, thủy lợi và chẩn đoán chất lượng, tuổi thọ các chi tiết, cấu kiện, thiết bị trong các nhà máy điện, hóa dầu, hóa chất phục vụ công tác bảo dưỡng, sửa chữa. Nghiên cứu tiếp thu và làm chủ các công nghệ mới về ứng dụng kỹ thuật hạt nhân (đánh dấu, soi tháp, soi đường ống, chụp ảnh cắt lớp,...) trong các ngành công nghiệp dầu khí, hóa chất và năng lượng.

- Công nghệ vật liệu: Mở rộng quy mô và tiếp tục đẩy mạnh thương mại hóa các chế phẩm, vật liệu được tạo ra bằng công nghệ bức xạ phục vụ phát triển nông nghiệp bền vững (chế phẩm kích thích tăng trưởng và bảo vệ thực vật làm từ oligochitosan dung dịch và bột, dung dịch bạc nano/chitosan, phân bón lá nanopolidon và nanostarch, thức ăn nuôi tôm, chất siêu hấp thụ nước Gam-sorb-s và Gam-sorb-p giúp tiết kiệm nước tưới và tiết kiệm phân bón, Nano selen dùng cho gia súc, gia cầm và tôm, cá trong nuôi trồng thủy sản để tăng hệ miễn dịch, tăng sức đề kháng, kích thích tăng trưởng và khả năng sinh sản, ...); phục vụ nhu cầu của ngành y tế (kim tiêm, bao tay, ống truyền dịch, khử trùng vật liệu y tế, mô ghép sinh học, dung dịch nano bạc kháng khuẩn dùng để sát trùng, diệt khuẩn và tiệt trùng các thiết bị y tế cũng như làm băng gạc phủ nano chữa bỏng, vải nano bạc dùng làm khẩu trang, quần áo cho bác sỹ và ga trải giường bệnh viên,...), vật liệu kháng khuẩn dùng trong lĩnh vực xây dựng (ống lọc nước dùng bạc nano zeolit) và xử lý môi trường nước trong nuôi trồng thủy hải sản (nano selen/oligochitisan), các vật liệu polyme sinh học dễ phân hủy ứng dụng trong đời sống (túi đựng đồ, bao gói thực phẩm), xử lý bề mặt một số loại vật liệu để làm tăng độ bền, lưu hóa cao su bằng bức xạ thay cho công nghệ dùng hóa chất độc hại môi trường, xử lý vật liệu nanocomposite,... Nghiên cứu tiếp thu và làm chủ công nghệ chế tạo vật liệu mới sử dụng lò phản ứng và máy gia tốc phục vụ cho các ngành kinh tế - kỹ thuật để có thể triển khai ứng dụng thực tế sau năm 2030.

- Các ngành công nghiệp khác: Ứng dụng rộng rãi các kỹ thuật hạt nhân (NCS và phân tích hạt nhân) trong điều khiển tự động dây chuyền sản xuất, kiểm tra phối liệu đầu vào, đánh giá chất lượng sản phẩm, tối ưu hóa dây chuyền sản xuất nhằm nâng cao năng suất, hạ giá thành sản phẩm trong một số ngành công nghiệp thực phẩm, sản xuất và chế tạo. Nâng cao năng lực cho các tổ chức trong nước có thể thực hiện toàn bộ việc bảo dưỡng, sửa chữa, nạp nguồn các thiết bị điều khiển hạt nhân tự động và phân tích hạt nhân ứng dụng trong một số ngành công nghiệp ở Việt Nam. Nghiên cứu tiếp thu, làm chủ và chuyển giao các công nghệ ứng dụng kỹ thuật hạt nhân.

- Công nghiệp giao thông và xây dựng: Đưa kỹ thuật NDT được ứng dụng phổ biến và trở thành một kỹ thuật bắt buộc trong kiểm tra chất lượng và tuổi thọ của các công trình giao thông và xây dựng. Nghiên cứu triển khai các công nghệ cao (chụp ảnh muon, áp dụng AI trong giải mã chụp ảnh bức xạ,...) về chụp ảnh bức xạ trong kiểm tra chất lượng và tuổi thọ các công trình giao thông và xây dựng lớn, quan trọng mà các kỹ thuật khác không thể làm được.

- Chế tạo thiết bị: Sản xuất được một số chủng loại thiết bị bức xạ (thiết bị chiếu xạ công nghiệp dùng nguồn phóng xạ, thiết bị chụp ảnh phóng xạ công nghiệp, thiết bị chụp ảnh bức xạ dùng máy phát tia X, máy phát tia X, ...) và thiết bị ghi đo bức xạ (máy đo liều bức xạ, máy đo phóng xạ môi trường các loại, đầu đo báo cháy, thiết bị kiểm soát an ninh nguồn phóng xạ đơn giản, ...) có nhu cầu sử dụng lớn ở trong nước để thay thế cho nhập khẩu. Nâng cao năng lực về bảo dưỡng và sửa chữa các thiết bị bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ đã được sử dụng

ở Việt Nam để hỗ trợ các đơn vị trong nước khai thác hiệu quả và tiết kiệm ngoại tệ.

- Nghiên cứu tiếp thu, làm chủ các công nghệ hiện đại về ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật phục vụ cho giai đoạn sau năm 2030, ưu tiên các công nghệ có nhu cầu sử dụng lớn, phục vụ các ngành KT-XH trọng điểm và không có các công nghệ truyền thống nào có thể cạnh tranh được. Có thể chế tạo được các chủng loại thiết bị soi chiếu container, soi chiếu an ninh - hải quan; thiết bị kiểm soát an ninh nguồn phóng xạ hiện đại phục vụ kiểm soát cửa khẩu, nhà ga, bến cảng, lối ra vào các khu vực quan trọng và các sự kiện đông người, các thiết bị chiếu xạ công nghiệp sử dụng máy gia tốc...

2.5. Kịch bản phát triển KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

Các kịch bản phát triển KH&CN hạt nhân giai đoạn 2021 - 2030 được xây dựng dựa vào các động lực từ bên ngoài và bên trong lĩnh vực KH&CN hạt nhân. Động lực từ bên ngoài đến từ các dự báo xu thế phát triển. Động lực từ bên trong đến từ thực trạng hiện nay (bao gồm kết quả thực hiện quy hoạch giai đoạn 2011 - nay) và phương hướng phát triển KH&CN trong giai đoạn tới. Mỗi kịch bản có những điểm mạnh và hạn chế.

Phát triển KH&CN hạt nhân giai đoạn 2021 - 2030 được tiến hành trong một bối cảnh đặc biệt với các đặc điểm như sự phát triển của điện hạt nhân trên thế giới, vị thế quốc gia về NLNT, sự hình thành trật tự kinh tế thế giới mới, khu vực hóa lên ngôi, CMCN 4.0, đại dịch Covid-19, nhu cầu tái thiết nền kinh tế Việt Nam sau các làn sóng dịch,.... Trong bối cảnh đó có nhiều động lực từ cả bên ngoài và bên trong tác động đến sự phát triển KH&CN hạt nhân. Bởi thế, việc xây dựng kịch bản phát triển KH&CN hạt nhân giai đoạn 2021 - 2030 cần tiến hành theo tiếp cận mở, gắn với các động lực của bối cảnh và phát triển hợp lý từ quá khứ đến hiện tại kèm dự báo tương lai. Trong khuôn khổ báo cáo này, có hai kịch bản cơ sở như sau:

Bảng 9. Mô tả các kịch bản phát triển mạng lưới tổ chức KH&CN công lập

TT	Kịch bản	Mô tả
1	Kịch bản thấp	Thể hiện sự KH&CN hạt nhân trong thập niên tới có xu thế phát triển giống như trong thập niên qua, phù hợp với thực trạng và các mục tiêu trong chiến lược phát triển KH, CN & ĐMST giai đoạn 2021 - 2030.
2	Kịch bản phấn đấu	Thể hiện sự KH&CN hạt nhân trong thập niên tới có những bước phát triển đột phá theo một xu thế hoàn toàn mới so với thập niên trước, hướng tới sự bền vững, tác động lớn đến sự phát triển KT-XH của đất nước.

a) Kịch bản thấp

Kịch bản diễn biến tích cực diễn ra với giả định sự tiếp tục của các xu hướng đổi mới, phát triển nối tiếp từ thập niên trước, chiến lược và các kế hoạch phát triển kinh tế xã hội và phát triển KH,CN&ĐMST đã ban hành. Nhu cầu về nghiên cứu, ứng dụng KH&CN hạt nhân trong nước tăng như dự báo. Việc chuyển đổi mô hình tăng trưởng kinh tế, chuyển dịch cơ cấu ngành kinh tế, phát triển và liên kết vùng diễn ra về cơ bản theo tiến trình trong quy hoạch và đạt được các mục tiêu đề ra. Các tổ chức KH&CN công lập tiến hành đổi mới, tái cấu trúc theo lộ trình đặt ra. Tốc độ đầu tư cho nghiên cứu khoa học và công nghệ hạt nhân tương đương với mức đầu tư giai đoạn trước. Nhân lực đào tạo, bồi dưỡng thông qua các kênh hợp tác với IAEA và các quốc gia trên thế giới như Nhật Bản, Hàn Quốc, Nga. Đầu tư từ khu vực doanh nghiệp vào lĩnh vực KH&CN hạt nhân có thể không tăng như kỳ vọng. Khả năng hợp tác quốc tế trong lĩnh vực KH&CN hạt nhân có thể chậm lại so với thập niên trước. Khi đó, Chính phủ cần gia tăng đầu tư công và hỗ trợ các doanh nghiệp công nghệ phục hồi, phát triển để duy trì tốc độ tăng cầu trong thị trường công nghệ. Đồng thời, Chính phủ ban hành các chương trình thu hút nhân lực chất lượng cao vào khu vực tổ chức KH&CN công lập.

b) Kịch bản phân đầu

Kịch bản này diễn ra với giả định Việt Nam đẩy nhanh được quá trình phục hồi kinh tế, khu vực doanh nghiệp công nghệ phát huy tối đa sự năng động và sức sáng tạo, kinh tế số phát triển mạnh mẽ. Việt Nam trở thành quốc gia có sức hấp dẫn lớn đối với các nhà đầu tư trực tiếp nước ngoài. Bên cạnh đó, người Việt ở trong và ngoài nước đoàn kết, tương trợ lẫn nhau, đồng hành cùng Chính phủ vượt qua khó khăn. Đầu tư công và đầu tư cho đổi mới sáng tạo và khoa học, công nghệ gia tăng, tạo động lực mới cho phát triển kinh tế. Người Việt Nam bắt nhịp nhanh với chuyển đổi số và nền kinh tế số, tích cực nâng cấp bản thân để đáp ứng. Trong bối cảnh thuận lợi đó, các tổ chức KH&CN công lập đều phát triển mạnh về cả số lượng và chất lượng, tạo đột phá trong đào tạo nguồn nhân lực, tác động lớn đến tốc độ tăng trưởng kinh tế và ổn định xã hội. Nhận thức về KH&CN hạt nhân và nhu cầu học khởi nghiệp sáng tạo của người dân tăng cao, kỹ năng khởi nghiệp sáng tạo được phổ cập ở các trường đại học. KH&CN phát triển theo một xu hướng mới so với thập niên trước, tiến tới một số quốc gia trong khu vực.

Kết quả của kịch bản như sau:

- Kịch bản thấp:

- Các cơ sở nghiên cứu được rà soát, sắp xếp lại theo đúng lộ trình và mục tiêu đặt ra; số lượng tổ chức nghiên cứu, ứng dụng công lập được khu vực và thế giới xếp hạng tăng như kế hoạch đề ra và được phân bổ tương đối hợp lý theo các vùng KT-XH trên cả nước; tái cấu trúc, đổi mới hoạt động và về cơ bản đáp ứng được nhu cầu của xã hội và tại địa phương.

- Đầu tư từ doanh nghiệp vào KH&CN tăng nhẹ tăng nhẹ so với thập niên trước, đóng góp quan trọng vào phát triển mạng lưới tổ chức KH&CN công lập quốc gia.

- Tăng cường trang thiết bị cho một số cơ sở nghiên cứu và ứng dụng có thế mạnh về kỹ thuật hạt nhân, sản xuất ĐVPX, công nghệ bức xạ.

- Hoàn thiện chương trình đào tạo vật lý hạt nhân, kỹ thuật hạt nhân đáp ứng yêu cầu cho các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo.

- Phát triển năng lực của cơ quan hỗ trợ kỹ thuật và QLNN về an toàn bức xạ, hạt nhân. Thành lập mạng lưới QT&CBPXMT, tăng cường trang thiết bị cho trạm trung tâm.

- Hoàn thiện hệ thống pháp luật về NLNT

- *Kịch bản phấn đấu*

- Các cơ sở nghiên cứu hoạt động hiệu quả, tạo đột phá trong phát triển kinh tế cho quốc gia và khu vực. Nâng cấp và xây dựng mới một số cơ sở nghiên cứu và ứng dụng, phòng thí nghiệm hiện đại (trong đó có các cơ sở ngang tầm quốc tế) về ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong các ngành, lĩnh vực; nghiên cứu công nghệ và an toàn lò phản ứng; sản xuất đồng vị phóng xạ, công nghệ bức xạ, thiết kế và chế tạo thiết bị chiếu xạ, thiết bị bức xạ, thiết bị ghi đo bức xạ; phân tích nguyên tố và đồng vị, thủy văn đồng vị, kiểm tra không phá hủy, đánh dấu và soi tia bức xạ, xử lý chất thải phóng xạ và nguồn phóng xạ đã qua sử dụng, chuẩn đo lường bức xạ và ATBX;

- Thành lập tổ chức nghiên cứu khoa học và công nghệ hạt nhân dựa trên Dự án Trung tâm Nghiên cứu khoa học công nghệ hạt nhân tại Đồng Nai với lò phản ứng nghiên cứu hạt nhân 10 MW và hệ thống các phòng thí nghiệm hiện đại;

- Đổi mới các chương trình đào tạo phù hợp với chuẩn quốc tế, bổ sung các chuyên ngành mới, nâng cấp hạ tầng kỹ thuật tại các cơ sở đào tạo hiện có và tăng cường đội ngũ giảng viên, nghiên cứu viên đáp ứng yêu cầu nhân lực cho nghiên cứu, ứng dụng năng lượng nguyên tử trong các ngành, lĩnh vực;

- Hoàn thiện hệ thống pháp luật về NLNT, từng bước nội luật hóa các điều ước quốc tế mà Việt Nam là thành viên;

- Nâng cao năng lực thẩm định, đánh giá, thanh tra an toàn, an ninh và thanh sát hạt nhân; hoàn thiện mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia; hệ thống chuẩn đo lường và ATBX ion hóa; hệ thống quản lý ATBX và hạt nhân, an ninh hạt nhân; ứng phó sự cố và điều hành ứng phó sự cố; quản lý an toàn chất thải phóng xạ, nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng và nguồn phóng xạ đã qua sử dụng; quản lý chiếu xạ nghề nghiệp và chiếu xạ y tế; quản lý chuẩn đo lường bức xạ ion hóa; quản lý công tác kiểm định và hiệu chuẩn thiết bị bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ; quản lý phóng xạ môi trường toàn quốc; xây dựng cơ quan quản lý nhà nước về ATBXHN có chức năng là cơ quan pháp quy hạt nhân, phù hợp với các nguyên tắc cơ bản của IAEA và yêu cầu của các điều ước quốc tế về hạt nhân;

- Tăng cường năng lực QLNN về phát triển, ứng dụng NLNT và bảo đảm an toàn, an ninh.

CHƯƠNG IV. NỘI DUNG CỦA QUY HOẠCH

I. Quan điểm, mục tiêu phát triển

1. Quan điểm phát triển, ứng dụng NLNT

a) Đẩy mạnh ứng dụng rộng rãi NLNT trong các ngành, lĩnh vực nhằm nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả trong sản xuất và dịch vụ, nâng cao sức khỏe nhân dân, bảo vệ môi trường và bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân.

b) Phát triển, ứng dụng NLNT phải bảo đảm tính cân đối, đồng bộ, hiệu quả, liên kết, liên ngành phù hợp với chiến lược, quy hoạch phát triển của các ngành và điều kiện KT-XH của địa phương, vùng và quốc gia, xu hướng phát triển khoa học, công nghệ và hội nhập quốc tế.

c) Đầu tư cho tiềm lực KH&CN hạt nhân phải được ưu tiên đi trước, công nghệ hiện đại, tiên tiến đồng bộ với phát triển nhân lực chất lượng cao, phù hợp với xu hướng phát triển trên thế giới và yêu cầu thực tiễn của Việt Nam, bảo đảm cho công tác nghiên cứu KH&CN và triển khai ứng dụng phục vụ hiệu quả phát triển các ngành, lĩnh vực.

d) Chủ động và tích cực hợp tác quốc tế trên cơ sở phát huy tối đa nội lực nhằm thúc đẩy quá trình hoàn thiện thể chế phù hợp với thông lệ và luật pháp quốc tế, nâng cao trình độ, chất lượng nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân và năng lực quốc gia về NLNT; Tuân thủ các cam kết quốc tế mà Việt Nam tham gia trong lĩnh vực NLNT.

đ) Đầu tư của Nhà nước có trọng tâm, trọng điểm, tập trung vào cơ sở hạ tầng nền tảng, bảo đảm đồng bộ giữa hạ tầng kỹ thuật với phát triển nhân lực; đồng thời khuyến khích đầu tư xã hội, đầu tư nước ngoài vào các ứng dụng NLNT để phát triển KT-XH.

2. Mục tiêu tổng quát phát triển, ứng dụng NLNT đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050

2.1. Mục tiêu tổng quát đến năm 2030

Hệ thống pháp luật, cơ chế chính sách và cơ quan quản lý nhà nước về NLNT được hoàn thiện phù hợp với thông lệ quốc tế; hệ thống các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng, đào tạo trong lĩnh vực NLNT được quy hoạch tinh gọn, nâng cấp về cơ sở vật chất kỹ thuật và chất lượng nhân lực, hoạt động có hiệu quả; một số dự án trọng điểm đã được phê duyệt triển khai đúng tiến độ; một số lĩnh vực KH&CN và ứng dụng NLNT có thể mạnh vươn lên đạt trình độ tiên tiến trong khu vực; các hoạt động ứng dụng BX&ĐV PX được triển khai rộng rãi, hiệu quả trong các ngành, lĩnh vực, góp phần tích cực vào việc nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả trong sản xuất kinh doanh, nâng cao sức khỏe của nhân dân, bảo vệ môi trường và bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân.

2.2. Tầm nhìn đến năm 2050

Ứng dụng NLNT (bức xạ và đồng vị phóng xạ, năng lượng hạt nhân) có đóng góp quan trọng và hiệu quả cho phát triển KT-XH, an ninh năng lượng, an

ninh lương thực, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân; trình độ KH&CN hạt nhân và nhiều lĩnh vực ứng dụng NLNT ngang bằng với mức trung bình của các quốc gia phát triển; tự chủ được các công nghệ, kỹ thuật tiên tiến, bảo đảm ứng dụng NLNT có đóng góp hiệu quả trong các ngành, lĩnh vực KT-XH.

II. Phát triển, ứng dụng bức xạ và đồng vị trong các ngành, lĩnh vực

1. Phát triển, ứng dụng bức xạ và đồng vị trong ngành y tế

1.1. Mục tiêu tổng quát đến năm 2030

Hoàn thiện và phát triển mạng lưới các cơ sở y tế chuyên ngành điện quang, y học hạt nhân, ung bướu - xạ trị, phân bố hợp lý ở các vùng, địa phương phục vụ công tác khám, chữa bệnh, nghiên cứu khoa học và đào tạo; nâng cao hiệu quả, chất lượng khám, chữa bệnh trên cơ sở nâng cao chất lượng nhân lực, ứng dụng các kỹ thuật tiên tiến, hiện đại, hoàn thiện quản lý trong các cơ sở y học bức xạ; bảo đảm an toàn và bảo vệ chống bức xạ cho bệnh nhân, nhân viên y tế và môi trường.

1.2. Mục tiêu cụ thể đến năm 2030

a) Phát triển mạng lưới các cơ sở xạ trị, y học hạt nhân, điện quang phù hợp với nhu cầu khám chữa bệnh của người dân

- Hình thành mạng lưới các cơ sở xạ trị và y học hạt nhân tại các vùng mà hiện nay việc đầu tư còn hạn chế: Trung du và miền núi phía Bắc; Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung; Tây Nguyên; Đồng bằng sông Cửu Long. Nâng số thiết bị của các vùng này đạt được 0,5 - 0,7 máy xạ trị trên triệu dân, 0,3 - 0,5 máy SPECT và PET/triệu dân, 12-15 máy CT/triệu dân, 5 máy X-quang vú/triệu dân và đảm bảo các bệnh viện tuyến trung ương, tuyến tỉnh, thành phố và khu vực có máy chụp mạch;

- Khai thác hiệu quả các cơ sở sản xuất dược chất phóng xạ từ các hệ thống cyclotron và lò phản ứng hạt nhân hiện có, đầu tư có hiệu quả các thiết bị cyclotron phù hợp ở các vùng có nhu cầu;

- Bổ sung chức năng và đầu tư thiết bị cho một số trung tâm xạ trị/y học hạt nhân để có thể cấp cứu, chẩn đoán và điều trị bệnh phóng xạ trong trường hợp sự cố bức xạ hạt nhân;

- Đào tạo, bổ sung nguồn nhân lực đồng bộ với đầu tư trang thiết bị, đạt tỷ lệ 5 bác sĩ chuyên khoa xạ trị/triệu dân và 5 bác sĩ y học hạt nhân/triệu dân; 10 kỹ thuật viên xạ trị và 10 kỹ thuật viên y học hạt nhân/triệu dân; 30-50 bác sĩ điện quang/triệu dân, bảo đảm tỷ lệ phù hợp giữa kỹ thuật viên và bác sĩ điện quang; chú trọng đào tạo nhân viên VLYK;

- Làm chủ các kỹ thuật liên quan tới kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế, các thủ thuật chẩn đoán và can thiệp liều cao, đối với phụ nữ và trẻ em;

- Nghiên cứu làm chủ để sớm ứng dụng các kỹ thuật bức xạ và hạt nhân tiên tiến bao gồm chẩn trị đồng thời, xạ trị proton và xạ trị bắt neutron; sinh học

phóng xạ, miễn dịch học; điều chế các thuốc phóng xạ mới phù hợp với xu thế phát triển y học chính xác;

- Đẩy mạnh ứng dụng chuyển đổi số và công nghệ AI trong chẩn đoán và điều trị trong các cơ sở y học hạt nhân, xạ trị, điện quang.

b) Nâng cao hiệu quả, đảm bảo chất lượng, bảo đảm ATBX trong chẩn đoán và điều trị

- Thực hiện chương trình đảm bảo chất lượng và kiểm tra chất lượng tại tất cả các cơ sở y học bức xạ (xạ trị, y học hạt nhân và điện quang), bao gồm cả nội kiểm và ngoại kiểm. Hoàn thiện hệ thống kiểm định liều lượng lâm sàng (clinical dosimetry audit) đối với các cơ sở xạ trị, y học hạt nhân và điện quang. Có ít nhất 4 cơ sở xạ trị, 4 cơ sở y học hạt nhân và 4 cơ sở điện quang tham gia chương kiểm định chất lượng toàn diện về xạ trị, y học hạt nhân và điện quang của cơ quan năng lượng quốc tế (IAEA). Bảo đảm 100% cơ sở xạ trị, y học hạt nhân và tất cả các cơ sở điện quang thuộc các bệnh viện cấp tỉnh và thành phố trực thuộc trung ương tham gia vào chương trình tự đánh giá chất lượng theo mô hình của IAEA;

- Quản lý hiệu quả chiếu xạ y tế theo khuyến cáo của IAEA và Tổ chức Y tế thế giới nhằm ngăn ngừa, hạn chế phơi nhiễm bức xạ và bảo đảm an toàn cho bệnh nhân và nhân viên y tế ở tất cả các cơ sở y học bức xạ trong cả nước.

1.3. Tầm nhìn đến năm 2050

Đến năm 2050, ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế tiến kịp mức trung bình của các nước phát triển, đáp ứng được đầy đủ nhu cầu, chất lượng khám, chữa bệnh ngày càng cao của nhân dân, thu hút bệnh nhân quốc tế đến khám, chữa trị ở một số lĩnh vực y tế có thế mạnh, có đóng góp đáng kể cho phát triển kinh tế - xã hội. Tiềm lực y học bức xạ được tăng cường, các cơ sở nghiên cứu, đào tạo, ứng dụng NLNT được trang bị cơ sở hạ tầng hiện đại với đội ngũ nhân lực chất lượng cao, cơ cấu hợp lý, có năng lực giải quyết những vấn đề KH&CN thiết yếu phục vụ ứng dụng và tự chủ công nghệ, kỹ thuật tiên tiến; một số lĩnh vực KH&CN và ứng dụng NLNT trong y tế đạt trình độ quốc tế.

1.4. Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo liên quan đến NLNT của ngành y tế đến năm 2030

a) Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu

- Các bệnh viện đầu ngành về lĩnh vực y học bức xạ có thêm chức năng nghiên cứu về các phương pháp chữa bệnh, các công nghệ, kỹ thuật tiên tiến trong lĩnh vực ứng dụng BX&ĐVPX phục vụ chẩn đoán và điều trị bệnh;

- Nghiên cứu xây dựng đề án thành lập Viện/Trung tâm quốc gia về y học bức xạ, có chức năng tiếp thu, làm chủ và chuyển giao các công nghệ tiên tiến trong ứng dụng BX&ĐVPX, chẩn đoán và điều trị bệnh nhiễm xạ, và tham gia ứng phó sự cố bức xạ và hạt nhân.

b) Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở ứng dụng

- Phát triển một số cơ sở xạ trị và y học hạt nhân tại 4 vùng kinh tế có mức đầu tư còn hạn chế: Trung du và miền núi phía Bắc, Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung, Tây Nguyên, Đồng bằng sông Cửu Long;

- Phổ cập các kỹ thuật chẩn đoán và điều trị thông dụng cho các cơ sở y học bức xạ tại địa phương. Đầu tư các thiết bị tiên tiến, hiện đại và phát triển nhân lực chất lượng cao cho các cơ sở xạ trị và y học hạt nhân của các bệnh viện Trung ương.

c) Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở đào tạo

- Chuẩn hóa các chương trình đào tạo bác sĩ chuyên khoa và kỹ thuật viên xạ trị, y học hạt nhân và nhân viên VLYK, được sỹ phóng xạ trong các cơ sở đào tạo đại học, chương trình đào tạo liên tục phù hợp với thông lệ quốc tế;

- Triển khai đào tạo các kiến thức cơ bản về an toàn và bảo vệ chống bức xạ trong các trường đại học y; đào tạo sử dụng các kỹ thuật, công nghệ tiên tiến (AI, kỹ thuật số,...) cho đội ngũ chuyên gia y tế.

2. Phát triển, ứng dụng bức xạ và đồng vị trong ngành TN&MT

2.1. Mục tiêu tổng quát đến năm 2030

Đến năm 2030, triển khai ứng dụng các kỹ thuật hạt nhân có hiệu quả trong các lĩnh vực quan trắc, dự báo trong khí tượng thủy văn, điều tra cơ bản tài nguyên nước, điều tra cơ bản địa chất, khoáng sản, quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu. Hoàn thiện, nâng cấp hệ thống cơ sở nghiên cứu, ứng dụng, đào tạo đáp ứng được yêu cầu ứng dụng NLNT trong lĩnh TN&MT. Nghiên cứu, tiếp cận các kỹ thuật, công nghệ tiên tiến, xu hướng mới để chủ động đưa vào áp dụng trong lĩnh vực TN&MT.

2.2. Mục tiêu cụ thể đến năm 2030

- Khí tượng, thủy văn: Phát triển ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong quan trắc, nghiên cứu biến đổi về khí tượng thủy văn phục vụ công tác dự báo thời tiết, thiên tai và biến đổi khí hậu; ứng dụng kỹ thuật neutron tia vũ trụ quan trắc độ ẩm đất tại một số trạm quan trắc khí tượng thủy văn; thiết lập các trạm quan trắc đồng vị bền trong nguồn nước tại các sông lớn ở Việt Nam.

- Tài nguyên nước: Ứng dụng kỹ thuật đồng vị trong xác định nguồn gốc hình thành, khả năng bổ cập hiện đại và sự vận động của nước dưới đất nhằm đánh giá tiềm năng, quy hoạch quản lý, bảo tồn và bảo vệ chống ô nhiễm nước dưới đất; nghiên cứu chu trình nước từ lượng mưa đến nước mặt và nước ngầm. Đánh giá nguồn gốc, nguồn bổ cập và mối quan hệ thủy lực giữa các tầng chứa nước, mối quan hệ giữa nước dưới đất với nước mặt trên lưu vực sông liên tỉnh, liên quốc gia (13 lưu vực sông chính). Xác định nguồn gốc nước dưới đất, tuổi của các tầng chứa nước và xác định cơ chế rửa lũa, hòa tan ô nhiễm và xâm nhập mặn tại Đồng bằng sông Cửu Long, lưu vực sông Đồng Nai, sông Mã.

- Địa chất, khoáng sản: Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong nghiên cứu, điều tra, đánh giá và làm rõ thành phần, cấu trúc địa chất; xác định các khu vực có

nguy cơ xảy ra tai biến địa chất, môi trường địa chất; Xác định đặc điểm một số cấu trúc địa chất có tiềm năng lưu giữ nước dưới đất, lưu giữ CO₂, chôn lấp các chất độc hại, phóng xạ; phát hiện, đánh giá, thăm dò khoáng sản, đặc biệt là khoáng sản urani và thori, khoáng sản có chứa phóng xạ, đất hiếm các nguồn nước khoáng, nước nóng, địa nhiệt. Hoàn thành bộ bản đồ môi trường phóng xạ tự nhiên tỷ lệ 1:250.000 cho toàn lãnh thổ Việt Nam; Điều tra, đánh giá tổng thể tiềm năng quặng thori Việt Nam (phần đất liền); Thăm dò urani khu vực trũng Nông Sơn - Quảng Nam.

- Bảo vệ môi trường: Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong quan trắc môi trường các mỏ khoáng sản có nguy cơ phát thải phóng xạ; nghiên cứu, điều tra, quan trắc các dạng tai biến do vận động địa chất hiện đại; xác định vị trí, diện tích các vùng có nguy cơ cao về sụt lún và sạt lở đất; xây dựng các bản đồ hiện trạng môi trường phục vụ công tác quy hoạch phát triển kinh tế xã hội; nghiên cứu, phát triển ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong đánh giá ô nhiễm vi hạt nhựa và biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến môi trường biển.

- Biến đổi khí hậu: Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong việc phân tích và đo lường chính xác lượng phát thải khí nhà kính; ứng dụng kỹ thuật đánh dấu đồng vị và các kỹ thuật liên quan để nghiên cứu quá trình axit hóa đại dương.

2.3. Tầm nhìn đến năm 2050

Làm chủ và ứng dụng rộng rãi kỹ thuật hạt nhân tiên tiến trong nghiên cứu, quan trắc khí tượng, thủy văn; xử lý nước thải, xử lý, tái sử dụng nước ngọt trong những khu vực có nguy cơ xâm nhập mặn. Ứng dụng phương pháp chụp ảnh muon trong điều tra, đánh giá không gian ngầm đô thị, các cấu trúc tầng trữ trong lĩnh vực địa chất, khoáng sản, địa chất công trình, địa chất đô thị. Ứng dụng công nghệ bức xạ xử lý một số loại chất thải gây ô nhiễm môi trường từ hoạt động sản xuất và đời sống. Sử dụng kỹ thuật hạt nhân để nghiên cứu quá trình axit hóa đại dương. Tiếp tục đẩy mạnh nghiên cứu phát triển ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong ngành TN&MT đặc biệt là môi trường biển. Đánh giá, làm rõ trữ lượng công nghiệp, chất lượng và các điều kiện cần thiết đối với quặng phóng xạ để khai thác thương mại.

2.4. Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo liên quan đến NLNT của ngành TN&MT đến năm 2030

- Bổ sung, hoàn thiện chức năng nghiên cứu, đào tạo nhân lực về NLNT cho các cơ sở nghiên cứu, đào tạo hiện có; xây dựng các chương trình, học phần đào tạo sử dụng kỹ thuật hạt nhân trong lĩnh vực TN&MT trên cơ sở đó đầu tư bổ sung, nâng cấp đồng bộ cơ sở hạ tầng kỹ thuật và nhân lực cần thiết;

- Đầu tư, nâng cấp phòng thí nghiệm phục vụ phân tích mẫu đồng vị phóng xạ nhân tạo, tự nhiên trong môi trường đất, nước, không khí theo hướng đồng bộ, hiện đại; đầu tư trang thiết bị, nguồn nhân lực để bảo đảm yêu cầu chất lượng, hiệu quả đối với các đơn vị thực hiện công tác điều tra địa chất, khoáng sản, quan trắc khí tượng thủy văn, tài nguyên nước, môi trường phục vụ phát triển KT-XH;

- Hoàn thiện và tăng cường hệ thống QT&CBPXMT quốc gia.

3. Phát triển ứng dụng bức xạ và đồng vị trong ngành nông nghiệp

3.1. Mục tiêu tổng quát đến năm 2030

Nâng cao năng lực nghiên cứu và triển khai, tiếp cận và làm chủ các kỹ thuật tiên tiến về ứng dụng BX&ĐVPX trong tạo chọn giống cây trồng đột biến; kiểm soát côn trùng, dịch hại, bảo vệ thực vật; quản lý đất trồng, nước tưới tiêu và chế độ canh tác; chăn nuôi và thú y; chế biến và bảo quản thực phẩm; có được một số ứng dụng NLNT trong nông nghiệp đạt trình độ khu vực và quốc tế; tăng cường ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp nhằm nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả, bảo đảm an ninh lương thực, đẩy mạnh xuất khẩu, góp phần tích cực vào phát triển nền nông nghiệp bền vững, thích ứng biến đổi khí hậu.

3.2. Mục tiêu cụ thể đến năm 2030

- Hoàn thiện và nâng cấp các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng BX&ĐVPX tại các vùng nông nghiệp trọng điểm; xây dựng các nhóm nghiên cứu mạnh về ứng dụng BX&ĐVPX trong tạo, chọn giống cây trồng; kiểm soát côn trùng, dịch hại; và chiếu xạ thực phẩm nhằm tăng cường ứng dụng NLNT trong nông nghiệp;

- Tạo, chọn và đưa vào sản xuất các giống cây trồng đột biến có giá trị nhằm tăng năng suất, chất lượng, nâng cao giá trị nông sản Việt Nam, thích ứng biến đổi khí hậu và phát triển nông nghiệp xanh, sạch, bền vững; đến năm 2030, tăng sản lượng nông sản từ các giống đột biến trên 50%, duy trì vị trí số 1 Đông Nam Á về đột biến tạo giống cây trồng;

- Tăng cường xử lý chiếu xạ kiểm dịch nông sản, nâng cao chất lượng thủy hải sản, kéo dài thời gian bảo quản thực phẩm phục vụ tiêu dùng trong nước và xuất khẩu; đến năm 2030, tăng quy mô chiếu xạ thực phẩm trên 50%, thuộc nhóm các nước đứng đầu Đông Nam Á về chiếu xạ lương thực thực phẩm;

- Đẩy mạnh ứng dụng BX&ĐVPX trong kiểm soát xói mòn và rửa trôi, quản lý đất trồng, nước tưới tiêu và chế độ canh tác; kiểm soát dịch bệnh cây trồng, vật nuôi; sản xuất các chế phẩm sinh học thân thiện môi trường phục vụ sản xuất nông nghiệp xanh, sạch và bền vững; Nâng cao tỷ lệ đóng góp của các ứng dụng NLNT vào tăng trưởng GDP của toàn ngành nông nghiệp với tốc độ tăng trưởng bình quân hàng năm đạt 10%.

3.3. Tầm nhìn đến năm 2050

Ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp được tích hợp vào các mô hình sản xuất nông nghiệp công nghệ cao, có đóng góp quan trọng cho phát triển nông nghiệp bền vững và tăng trưởng kinh tế; hình thành được một số trung tâm nông nghiệp hạt nhân hàng đầu khu vực châu Á - Thái Bình Dương; phát triển các ứng dụng NLNT trong tạo, chọn giống cây trồng, bảo vệ thực vật, sản xuất chế phẩm sinh học và chiếu xạ thực phẩm thành công cụ phổ biến; một số ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp đạt trình độ quốc tế, được chuyển giao cho các nước trong khu vực.

3.4. Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo liên quan đến NLNT của ngành nông nghiệp đến năm 2030

a) Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu

Đầu tư, nâng cấp cho các cơ sở nghiên cứu của ngành nông nghiệp để thực hiện nghiên cứu ứng dụng BX&ĐVPX trong tạo, chọn giống cây trồng, vi sinh vật đột biến; bảo vệ thực vật; nông hóa, thổ nhưỡng và dinh dưỡng cây trồng; chăn nuôi, thú y; nuôi trồng thủy sản; bảo quản và chế biến sau thu hoạch.

b) Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở ứng dụng

- Xây dựng cơ chế chính sách thúc đẩy hình thành các cơ sở chiếu xạ, cũng như ứng dụng xử lý chiếu xạ thực phẩm, chiếu xạ kiểm dịch các sản phẩm nông nghiệp phục vụ tiêu dùng trong nước và xuất khẩu;

- Kết hợp giữa doanh nghiệp và các viện, trung tâm nghiên cứu của ngành nông nghiệp để chuyển giao các kết quả nghiên cứu ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp nhằm mang lại hiệu quả cao cho sản xuất nông nghiệp xanh, sạch và bền vững, trước hết trong các lĩnh vực chọn tạo giống, kỹ thuật canh tác và chăn nuôi, áp dụng các chế phẩm sinh học phục vụ nông nghiệp tạo ra từ công nghệ bức xạ.

c) Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở đào tạo

- Bổ sung các môn học liên quan đến ứng dụng BX&ĐVPX trong sinh học và nông nghiệp vào chương trình đào tạo của các trường đại học nông nghiệp để định hướng nghề nghiệp cho sinh viên;

- Xây dựng chương trình và tổ chức đào tạo chuyên môn về ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp cho cán bộ nghiên cứu của các viện, trường trong lĩnh vực nông nghiệp và các đơn vị khác có liên quan.

4. Phát triển ứng dụng bức xạ và đồng vị trong ngành công nghiệp

4.1. Mục tiêu tổng quát đến năm 2030

Đẩy mạnh ứng dụng BX&ĐVPX trong các ngành công nghiệp; sản xuất, chế tạo một số loại thiết bị bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ đơn giản, có nhu cầu lớn trong các ngành kinh tế – xã hội thay thế cho nhập khẩu; thương mại hóa các sản phẩm và dịch vụ kỹ thuật được tạo ra từ các kết quả nghiên cứu; nghiên cứu tiếp thu, làm chủ các công nghệ mới về ứng dụng BX&ĐVPX phục vụ phát triển các ngành công nghiệp trong nước cho giai đoạn tiếp theo.

4.2. Mục tiêu cụ thể đến năm 2030

- Khai thác dầu khí, hóa chất và năng lượng: Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân đánh giá trữ lượng dầu có thể khai thác, kiểm tra điểm phun trong giếng gaslift, đánh giá rò rỉ đập thủy điện và chẩn đoán chất lượng, tuổi thọ các chi tiết, cấu kiện, thiết bị trong các nhà máy điện, hóa dầu, hóa chất phục vụ công tác bảo dưỡng, sửa chữa.

- Chế tạo vật liệu: Mở rộng quy mô và tiếp tục đẩy mạnh thương mại hóa các chế phẩm, vật liệu được tạo ra bằng công nghệ bức xạ phục vụ ngành nông nghiệp, y tế, xây dựng và các lĩnh vực ứng dụng khác thay thế các vật liệu, công nghệ có hại cho môi trường.

- Các ngành công nghiệp khác: Ứng dụng rộng rãi các kỹ thuật hạt nhân trong điều khiển tự động dây chuyền sản xuất nhằm nâng cao năng suất, hạ giá thành sản phẩm trong một số ngành công nghiệp thực phẩm, sản xuất và chế tạo. Nâng cao năng lực cho các tổ chức trong nước có thể thực hiện toàn bộ việc bảo dưỡng, sửa chữa, nạp nguồn các thiết bị điều khiển hạt nhân tự động và phân tích hạt nhân ứng dụng trong một số ngành công nghiệp ở Việt Nam.

- Các công trình xây dựng, giao thông: Đưa kỹ thuật kiểm tra không phá hủy được ứng dụng phổ biến và trở thành một kỹ thuật bắt buộc trong kiểm tra chất lượng và tuổi thọ của các công trình giao thông và xây dựng.

- Chế tạo thiết bị: Sản xuất được một số chủng loại thiết bị bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ có nhu cầu sử dụng lớn ở trong nước để thay thế cho nhập khẩu. Nâng cao năng lực về bảo dưỡng và sửa chữa các thiết bị bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ đã được sử dụng ở Việt Nam để hỗ trợ các đơn vị trong nước khai thác hiệu quả và tiết kiệm ngoại tệ.

- Nghiên cứu tiếp thu, làm chủ các công nghệ hiện đại về ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật phục vụ cho giai đoạn sau năm 2030, ưu tiên các công nghệ có nhu cầu sử dụng lớn, phục vụ các ngành KT-XH trọng điểm và không có các công nghệ truyền thống nào có thể cạnh tranh được.

4.3. Tầm nhìn đến năm 2050

Đến năm 2050, ứng dụng BX&ĐVPX được phát triển rộng rãi trong các ngành công nghiệp, có đóng góp quan trọng cho tăng trưởng của ngành và thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội; tiếp cận và làm chủ các công nghệ, kỹ thuật tiên tiến, hiện đại, tự chủ được một số công nghệ cơ bản, chế tạo một số thiết bị thiết yếu trong nước, tạo ra nhiều sản phẩm và dịch vụ có giá trị gia tăng cao phục vụ nhu cầu trong nước và xuất khẩu.

4.4. Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo liên quan đến NLNT của ngành công nghiệp đến năm 2030

a) Định hướng phát triển cơ sở nghiên cứu

- Nâng cấp các cơ sở nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật kiểm tra không phá hủy, hệ điều khiển hạt nhân, kỹ thuật đánh dấu, phân tích hạt nhân hiện có của các Bộ, ngành và địa phương, hình thành một số cơ sở có đủ năng lực làm chủ và chuyên giao công nghệ hiện đại cho các doanh nghiệp.

- Tập trung đầu tư nghiên cứu các công nghệ mới, hiện đại, kết hợp AI để triển khai ứng dụng BX&ĐVPX trong một số ngành kinh tế - kỹ thuật quan trọng như: dầu khí, vật liệu, hóa chất, năng lượng, cơ khí và chế tạo máy, xây dựng, ...

- Đào tạo, phát triển nguồn nhân lực cho các cơ sở nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp theo chuẩn mực quốc tế.

b) Định hướng phát triển các cơ sở đào tạo

- Chuẩn hóa các chương trình đào tạo đại học trong lĩnh vực NLNT theo chuẩn mực quốc tế, chú trọng các môn học ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp và các ngành, lĩnh vực khác.

- Hợp tác với IAEA và các tổ chức quốc tế liên quan tổ chức đào tạo và cấp chứng chỉ theo tiêu chuẩn quốc tế cho nhân viên chụp ảnh bức xạ công nghiệp.

- Khuyến khích các doanh nghiệp có đủ điều kiện xây dựng cơ sở đào tạo kỹ thuật viên về kiểm tra không phá hủy, hệ điều khiển hạt nhân, kỹ thuật đánh dấu, công nghệ bức xạ, các kỹ thuật phân tích hạt nhân phục vụ nhu cầu xã hội.

c) Định hướng phát triển các cơ sở ứng dụng

- Nâng cấp, tăng cường năng lực cho một số cơ sở ứng dụng BX&ĐVPX hiện có trong lĩnh vực chiếu xạ công nghiệp, kỹ thuật kiểm tra không phá hủy và kỹ thuật đánh dấu theo chuẩn mực quốc tế để chuyển giao kiến thức, công nghệ cho các doanh nghiệp trong cùng lĩnh vực.

- Đầu tư nâng cao năng lực sản xuất, chế tạo và bảo dưỡng sửa chữa thiết bị bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ trong ngành công nghiệp cũng như trong các ngành, lĩnh vực KT-XH khác.

- Khuyến khích doanh nghiệp đầu tư, hợp tác với các tổ chức khoa học và công nghệ xây dựng cơ sở xử lý chất thải công nghiệp, y tế và sinh hoạt sử dụng chùm điện tử gia tốc đưa vào ứng dụng thực tiễn.

5. Phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân

5.1. Mục tiêu tổng quát đến năm 2030

Tái cấu trúc chức năng, nâng cấp hạ tầng kỹ thuật và phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao cho các cơ sở nghiên cứu và đào tạo hiện có đáp ứng được yêu cầu thực tiễn và chất lượng về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng khoa học công nghệ hạt nhân trong các ngành, lĩnh vực; nâng cao năng lực hỗ trợ kỹ thuật phục vụ công tác bảo đảm an toàn và an ninh hạt nhân trong phát triển, ứng dụng NLNT; Hoàn thiện đồng bộ hệ thống pháp luật, hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn và bộ máy quản lý nhà nước trong lĩnh vực NLNT phù hợp thông lệ quốc tế.

5.2. Mục tiêu cụ thể đến năm 2030

- Nâng cấp và xây dựng mới một số phòng thí nghiệm hiện đại về ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong các ngành, lĩnh vực; sản xuất đồng vị phóng xạ, công nghệ bức xạ, thiết kế và chế tạo thiết bị chiếu xạ, thiết bị bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ;

- Đổi mới các chương trình đào tạo phù hợp với chuẩn mực quốc tế, bổ sung các chuyên ngành mới, nâng cấp hạ tầng kỹ thuật tại các cơ sở đào tạo hiện có;

- Nâng cao năng lực thẩm định, đánh giá, thanh tra an toàn, an ninh, thanh sát và giám định hạt nhân; hoàn thiện mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia; hệ thống chuẩn đo lường và ATBX ion hóa; hệ thống quản lý chất thải phóng xạ và nguồn phóng xạ đã qua sử dụng;

- Hoàn thiện hệ thống pháp luật về NLNT, từng bước nội luật hóa các điều ước quốc tế mà Việt Nam là thành viên;

- Tăng cường năng lực quản lý nhà nước về phát triển, ứng dụng NLNT và bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân.

5.3. Tầm nhìn đến năm 2050

Đến năm 2050, tiềm lực, trình độ khoa học và công nghệ hạt nhân của Việt Nam, với Viện NLNTVN là trung tâm, được phát triển ngang bằng với mức trung bình của các nước phát triển, có cơ sở vật chất kỹ thuật hiện đại, nguồn nhân lực chất lượng cao, bảo đảm nền tảng cho ứng dụng NLNT (bức xạ và đồng vị phóng xạ, năng lượng hạt nhân) có đóng góp quan trọng và hiệu quả đối với phát triển KT-XH và bảo vệ môi trường.

5.4. Định hướng quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng KH&CN hạt nhân đến năm 2030

a) Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam

- Thành lập tổ chức nghiên cứu khoa học và công nghệ hạt nhân dựa trên Dự án Trung tâm Nghiên cứu khoa học công nghệ hạt nhân tại Đồng Nai với lò phản ứng nghiên cứu hạt nhân 10 MW và hệ thống các phòng thí nghiệm hiện đại.

- Đầu tư, nâng cấp cơ sở vật chất kỹ thuật và phát triển nguồn nhân lực cho Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân đáp ứng yêu cầu quốc gia trong lĩnh vực nghiên cứu - triển khai và hỗ trợ kỹ thuật cho quản lý nhà nước về an toàn, an ninh hạt nhân.

- Thành lập Viện Ứng dụng bức xạ Đà Nẵng trên cơ sở chi nhánh tại Đà Nẵng của Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai công nghệ bức xạ, trong đó tập trung vào nghiên cứu về công nghệ bức xạ, môi trường biển và tài nguyên biển, quan trắc phóng xạ môi trường.

- Thành lập Viện Ứng dụng công nghệ bức xạ tiên tiến TP. Hồ Chí Minh trên cơ sở Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai công nghệ bức xạ trong đó tập trung vào nghiên cứu, ứng dụng công nghệ bức xạ, thiết kế và chế tạo thiết bị chiếu xạ quy mô công nghiệp.

- Đầu tư, nâng cấp và phát triển nhân lực cho một số phòng thí nghiệm chuyên đề về ứng dụng BX&ĐVPX phục vụ phát triển KT-XH trong các đơn vị trực thuộc Viện NLNTVN, tập trung vào các lĩnh vực: nghiên cứu công nghệ và an toàn lò phản ứng, sản xuất đồng vị và dược chất phóng xạ, công nghệ bức xạ, thiết kế và chế tạo thiết bị bức xạ, thiết bị ghi đo bức xạ, phân tích nguyên tố và đồng vị, thủy văn đồng vị, kiểm tra không phá hủy, đánh dấu và soi tia bức xạ, xử

lý chất thải phóng xạ và nguồn phóng xạ đã qua sử dụng, chuẩn đo lường bức xạ và an toàn bức xạ.

- Đầu tư phát triển Trung tâm Đào tạo hạt nhân có đủ năng lực đào tạo chuyên ngành, bồi dưỡng nhân lực quản lý nhà nước, nghiên cứu - triển khai và hỗ trợ kỹ thuật bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân cho phát triển, ứng dụng NLNT.

- Xây dựng Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao công nghệ chế biến đất hiếm trực thuộc Viện Công nghệ Xạ hiếm tại Phùng, Hà Nội với nhiệm vụ nghiên cứu làm chủ công nghệ lõi chế biến quặng đất hiếm và nghiên cứu phát triển công nghệ quy mô công nghiệp nhỏ, với công suất 50 tấn ô-xít đất hiếm/năm.

- Xây dựng đề án thành lập Trung tâm Máy gia tốc lớn tại Hà Nội với mục đích phục vụ các nghiên cứu và ứng dụng khoa học công nghệ hạt nhân trình độ tiên tiến.

- Xây dựng đề án thành lập Viện nghiên cứu và ứng dụng kỹ thuật bức xạ và hạt nhân trong y tế trực thuộc Trung tâm Nghiên cứu khoa học công nghệ hạt nhân tại tỉnh Đồng Nai.

b) Xây dựng Trung tâm gia tốc thuộc Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Xây dựng Trung tâm Gia tốc thuộc Viện HLKHCNVN với máy gia tốc cyclotron và máy gia tốc LINAC nhằm thực hiện các nghiên cứu cơ bản và ứng dụng vật lý hạt nhân, vật lý máy gia tốc và sản xuất đồng vị cho y tế.

5.5. Đào tạo và phát triển nguồn nhân lực

a) Phát triển các cơ sở đào tạo chuyên ngành

Rà soát, đánh giá, lựa chọn các cơ sở đào tạo hiện có để đầu tư cơ sở vật chất, trang thiết bị, phòng thí nghiệm và tăng cường đội ngũ giảng viên, nghiên cứu viên đáp ứng yêu cầu nhân lực cho nghiên cứu, ứng dụng NLNT trong các ngành, lĩnh vực.

b) Tổ chức đào tạo, bồi dưỡng

Tổ chức đào tạo đại học và sau đại học trong và ngoài nước về NLNT đáp ứng yêu cầu về số lượng, chất lượng và chuyên ngành hạt nhân (trung bình 200 cử nhân-kỹ sư/năm, 50 thạc sĩ/năm, 10 tiến sĩ/năm) cho các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo. Như vậy, đến năm 2030, cần đào tạo thêm 1000 cử nhân-kỹ sư, 250 thạc sĩ, 50 tiến sĩ chuyên ngành hạt nhân để đáp ứng nhu cầu phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong các ngành kinh tế - kỹ thuật của Việt Nam.

Tổ chức thực tập và bồi dưỡng trong và ngoài nước các chuyên ngành đối với nhân lực quản lý nhà nước ngành NLNT, nhân lực nghiên cứu - triển khai đáp ứng yêu cầu phát triển, ứng dụng NLNT của các bộ/ngành và nhân lực hỗ trợ kỹ thuật về an toàn, an ninh hạt nhân.

5.6. Đảm bảo an toàn và an ninh hạt nhân

a) Nâng cao năng lực quản lý nhà nước

- Hoàn thiện hệ thống các văn bản quy phạm pháp luật, tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về an toàn và an ninh hạt nhân, các văn bản hướng dẫn cụ thể cho các ngành, lĩnh vực;

- Xây dựng Cục ATBXHN có chức năng là cơ quan pháp quy hạt nhân, phù hợp với các nguyên tắc an toàn và an ninh hạt nhân cơ bản của IAEA và yêu cầu của các điều ước quốc tế về hạt nhân mà Việt Nam là thành viên;

- Đầu tư cho Cục ATBXHN để tăng cường năng lực về thẩm định, cấp phép và thanh tra ATBX và hạt nhân, an ninh hạt nhân đối với các cơ sở bức xạ, cơ sở hạt nhân và các hoạt động trong lĩnh vực NLNT; thực hiện chức năng đầu mối tổ chức triển khai các điều ước quốc tế về an toàn, an ninh, không phổ biến và bồi thường hạt nhân mà Việt Nam đã tham gia.

b) Nâng cao năng lực hỗ trợ kỹ thuật của Cục ATBXHN

Tăng cường năng lực hỗ trợ kỹ thuật của Cục ATBXHN về ATBX, an ninh hạt nhân; ứng phó sự cố và điều hành ứng phó sự cố; quản lý an toàn chất thải phóng xạ, nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng và nguồn phóng xạ đã qua sử dụng; quản lý chiếu xạ nghề nghiệp và chiếu xạ y tế; quản lý chuẩn đo lường bức xạ ion hóa; quản lý công tác kiểm định và hiệu chuẩn thiết bị bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ; quản lý phóng xạ môi trường toàn quốc; tổ chức và thực hiện hoạt động thông tin pháp quy hạt nhân; đào tạo quản lý nhà nước về ATBXHN.

III. Xây dựng chi tiết nội dung về danh mục các chương trình, dự án quan trọng, ưu tiên

1. Xây dựng tiêu chí, xác định chương trình, dự án, đề án quan trọng, ưu tiên

Sau khi tìm hiểu về việc phân loại dự án đầu tư công theo quy định của Luật Đầu tư công và trao đổi với đầu mối lập hợp phần quy hoạch thời kỳ 2021-2030 tầm nhìn đến năm 2030, chúng tôi đã thực hiện chọn lọc các dự án do các bộ, ngành, địa phương đề xuất theo tiêu chí sau:

Dự án có quy mô từ nhóm B trở lên và đáp ứng một trong các tiêu chí sau:

- Dự án tại địa bàn đặc biệt quan trọng đối với quốc gia về quốc phòng, an ninh, bảo vệ chủ quyền quốc gia và địa bàn đặc biệt khó khăn, miền núi, hải đảo;

- Dự án có tính chất kết nối liên vùng, liên kết chuỗi nghiên cứu - ứng dụng - thương mại hóa kết quả nghiên cứu.

- Dự án sử dụng công nghệ tiên tiến, hiện đại, ít tác động xấu tới môi trường.

- Các dự án đầu tư, nâng cao năng lực nghiên cứu của các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng công lập thuộc các bộ, cơ quan ngang bộ, cơ quan thuộc Chính phủ, các đại học quốc gia theo hướng tiếp cận với chuẩn quốc tế.

Do Kế hoạch đầu tư trung hạn 2021-2025 đã được phê duyệt, do đó đề xuất dự án cho giai đoạn 2025-2030 và 2030-2035.

2. Dự kiến tổng mức kinh phí

Để thực hiện Quy hoạch thời kỳ 2021- 2030, tầm nhìn 2050 nhu cầu kinh phí như sau:

- Kinh phí để thực hiện danh mục dự án ưu tiên đầu tư phát triển các tổ chức thuộc các bộ, ngành là **10,000 tỷ đồng**, gồm dự án nhóm B và dự án nhóm C.

- Kinh phí để thực hiện danh mục chương trình/đề án/dự án sử dụng kinh phí sự nghiệp phục vụ nghiên cứu, đào tạo, phát triển nguồn nhân, thông tin tuyên truyền với kinh phí dự kiến **1000 tỷ đồng**

Tổng số vốn: **11.000 tỷ đồng**.

Nguồn vốn thực hiện quy hoạch gồm: Nguồn ngân sách nhà nước (vốn đầu tư phát triển và vốn sự nghiệp trung ương, vốn địa phương), vốn huy động từ các nguồn tài chính hợp pháp khác, trong đó nguồn vốn ngoài ngân sách nhà nước tiếp tục được thu hút.

3. Danh mục các chương trình, dự án, đề án quan trọng, ưu tiên

Danh mục các chương trình, dự án, đề án quan trọng, ưu tiên có trong Phụ lục III.

IV. Giải pháp, nguồn lực thực hiện quy hoạch

1. Giải pháp hoàn thiện hệ thống tổ chức quản lý

Hoàn thiện và tăng cường năng lực các cơ quan quản lý nhà nước về phát triển, ứng dụng NLNT và bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân. Nâng cao năng lực hỗ trợ kỹ thuật phục vụ quản lý nhà nước về bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân.

2. Giải pháp xây dựng và hoàn thiện hệ thống pháp luật và cơ chế, chính sách

a) Rà soát, xây dựng hệ thống văn bản quy phạm pháp luật và các cơ chế chính sách nhằm thúc đẩy phát triển, ứng dụng NLNT trong các ngành KT-XH và bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân;

b) Rà soát, hoàn thiện, xây dựng cơ chế, chính sách thu hút, đào tạo, bồi dưỡng, trọng dụng, đãi ngộ nhân tài, nhất là chính sách tuyển dụng, tiền lương, tạo môi trường làm việc, tập trung ưu tiên nhân lực chất lượng cao;

c) Hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật, định mức kinh tế kỹ thuật của ứng dụng NLNT trong các ngành, lĩnh vực; chú trọng các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về an toàn, an ninh hạt nhân, chăm sóc sức khỏe và bảo vệ môi trường;

d) Xây dựng các quy định và hướng dẫn lựa chọn địa điểm lưu giữ tạm thời, địa điểm lưu giữ và chôn lấp lâu dài cấp quốc gia chất thải phóng xạ và các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng trong y tế, tài nguyên và môi trường, nông nghiệp, công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác.

3. Giải pháp phát triển nguồn nhân lực

a) Đào tạo nguồn nhân lực đủ năng lực để tiếp nhận các công nghệ, kỹ thuật mới, tăng cường liên kết giữa các viện nghiên cứu, trường đại học và doanh nghiệp, xây dựng các nhóm nghiên cứu mạnh trong lĩnh vực NLNT;

b) Tuyển dụng sinh viên tốt nghiệp loại giỏi và cử đi đào tạo sau đại học ở nước ngoài theo chuyên ngành phù hợp với định hướng quy hoạch. Cử cán bộ trẻ tham gia các khóa đào tạo, thực tập khoa học tại các cơ sở nghiên cứu ở nước ngoài với các chủ đề phù hợp với định hướng phát triển;

c) Đa dạng hóa các loại hình đào tạo trên cơ sở chuẩn hóa quy trình đào tạo, kiểm soát chặt chẽ việc đào tạo chuyên môn cho nhân viên bức xạ và người làm dịch vụ hỗ trợ ứng dụng NLNT; đổi mới chương trình đào tạo đáp ứng nhu cầu thực tiễn;

d) Nâng cao trình độ khoa học và công nghệ, trình độ quản lý, xây dựng nguồn nhân lực có chất lượng, đáp ứng nhu cầu phát triển ứng dụng, quản lý và thực hiện hiệu quả các chương trình, dự án ứng dụng bức xạ;

đ) Xây dựng và triển khai đề án/dự án đào tạo, bồi dưỡng nhân lực trong lĩnh vực NLNT đáp ứng nhu cầu nhân lực cả về số lượng, trình độ, chuyên ngành và chuyên gia có trình độ cao. Thiết lập và triển khai thực hiện các kế hoạch trao đổi nhân lực giữa các cơ sở đào tạo, cơ sở nghiên cứu, ứng dụng của các Bộ, ngành; phối hợp giữa đào tạo, nghiên cứu và thực hành tại các cơ sở ứng dụng, các doanh nghiệp;

e) Đẩy mạnh các chương trình đào tạo ngoài nước về NLNT thông qua các đề án và hợp tác với các tổ chức quốc tế (IAEA, JINR, ANSN, EURATOM,...) và các tổ chức nghiên cứu và đào tạo tiên tiến về NLNT ở nước ngoài.

4. Giải pháp xây dựng và phát triển tiềm lực KH&CN

a) Xây dựng và tổ chức thực hiện chương trình nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp quốc gia trong lĩnh vực NLNT;

b) Tăng cường nghiên cứu, thiết kế chế tạo, sản xuất một số loại trang thiết bị phục vụ ứng dụng bức xạ và đồng vị phóng xạ;

c) Tăng cường hợp tác nghiên cứu khoa học, liên doanh liên kết giữa các cơ sở bức xạ và cơ sở tiến hành công việc bức xạ, các viện nghiên cứu và các trường đại học phục vụ phát triển nguồn nhân lực, ứng dụng tiên bộ khoa học và công nghệ, ứng dụng có hiệu quả các kết quả nghiên cứu vào quá trình sản xuất kinh doanh của các cơ sở, doanh nghiệp thuộc mọi thành phần kinh tế trong lĩnh vực NLNT; phát huy tối đa hiệu quả của Quỹ phát triển khoa học và công nghệ quốc gia trong việc hỗ trợ hoạt động khoa học công nghệ của ngành NLNT; tăng ngân sách cho nghiên cứu khoa học công nghệ, cung cấp và bảo lãnh tín dụng cho việc ứng dụng công nghệ mới;

d) Đầu tư nghiên cứu, nhập khẩu công nghệ, tiếp nhận và phát triển công nghệ chuyên giao nhằm sử dụng thành thạo và ứng dụng hiệu quả kỹ thuật bức xạ

và hạt nhân. Đối với các lĩnh vực trọng điểm, xây dựng cơ chế chính sách đặc thù và xem xét hỗ trợ vốn phát triển ứng dụng; các doanh nghiệp được trích thành lập Quỹ phát triển KH&CN của doanh nghiệp theo quy định hiện hành;

đ) Phát triển hệ thống các phòng thí nghiệm chuẩn quốc gia, trung tâm tư vấn chuyên giao công nghệ, bảo dưỡng, sửa chữa và kiểm định, hiệu chuẩn thiết bị bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ tại các địa phương; xây dựng mới các cơ sở nghiên cứu, phòng thí nghiệm đạt chuẩn quốc tế thuộc Dự án Trung tâm Nghiên cứu KH&CN hạt nhân;

e) Ứng dụng chuyển đổi số trong quản lý thông tin, dữ liệu, hình ảnh; Phát triển năng lực nghiên cứu về năng lượng hạt nhân, đẩy mạnh hợp tác quốc tế;

g) Xây dựng tiềm lực phát triển công nghệ và kỹ thuật sản xuất thuốc phóng xạ đáp ứng nhu cầu thực tế và phát triển các kỹ thuật chẩn đoán và điều trị mới;

h) Đẩy mạnh hợp tác giữa các viện nghiên cứu, doanh nghiệp, bệnh viện, liên doanh với các công ty nước ngoài, nghiên cứu và phát triển các kỹ thuật bức xạ và hạt nhân tiên tiến phục vụ các ngành KT-XH.

5. Giải pháp bảo đảm an toàn, an ninh

a) Hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, tiêu chuẩn, quy chuẩn về an toàn, an ninh hạt nhân;

b) Tăng cường năng lực cho cơ quan pháp quy hạt nhân và các tổ chức hỗ trợ kỹ thuật về đảm bảo an toàn, an ninh hạt nhân;

c) Quản lý an toàn chất thải phóng xạ, nguồn phóng xạ đã qua sử dụng. Loại bỏ dần các thiết bị bức xạ lạc hậu, khuyến khích ứng dụng các thiết bị bức xạ công nghệ cao theo hướng kiểm soát được liều bức xạ cho con người và môi trường;

d) Tăng cường kiểm soát công tác đảm bảo chất lượng, kiểm tra chất lượng và thực hiện văn hóa an toàn, an ninh hạt nhân tại các cơ sở bức xạ, cơ sở hạt nhân và các hoạt động sử dụng nguồn phóng xạ.

6. Giải pháp nâng cao nhận thức và sự ủng hộ của cộng đồng

a) Tiếp tục đẩy mạnh công tác truyền thông nâng cao nhận thức của các cấp ủy Đảng, chính quyền, các cơ quan, đơn vị, tổ chức có liên quan và nhân dân về vai trò của ứng dụng NLNT phục vụ phát triển kinh tế - xã hội;

b) Tạo ra nhận thức và sự hiểu biết đầy đủ, đúng đắn của các tầng lớp xã hội và các tổ chức liên quan về tính chất, đặc điểm, sự cần thiết và lợi ích của ứng dụng NLNT trong phát triển KT-XH và về yêu cầu đảm bảo an toàn, an ninh hạt nhân, góp phần duy trì và nâng cao sự đồng thuận của công chúng cho phát triển, ứng dụng NLNT;

c) Rà soát cơ chế, chính sách về truyền thông nâng cao nhận thức về NLNT; đổi mới nội dung và phương thức truyền thông; tăng cường năng lực đội ngũ cán bộ làm công tác truyền thông;

d) Xây dựng và triển khai đề án/dự án về thông tin, truyền thông NLNT;

đ) Tăng cường hoạt động và khai thác hiệu quả thế mạnh của các phương thức truyền thông truyền thống kết hợp với truyền thông hiện đại và hệ thống phòng trưng bày.

7. Giải pháp đẩy mạnh hợp tác và hội nhập quốc tế

a) Tăng cường, mở rộng hợp tác IAEA, các quốc gia trên thế giới và các tổ chức quốc tế, đẩy mạnh thực hiện các Hiệp định, Thỏa thuận song phương đối với các đối tác phát triển trong nghiên cứu, phát triển và ứng dụng NLNT;

b) Tăng cường năng lực thực thi các điều ước quốc tế về an toàn, an ninh và không phổ biến hạt nhân mà Việt Nam đã tham gia;

c) Đẩy mạnh các chương trình đào tạo ngoài nước thông qua hợp tác với các tổ chức quốc tế và các nước tiên tiến về NLNT. Hình thành mạng lưới quốc tế về nhân lực làm việc trong lĩnh vực NLNT để chia sẻ kỹ năng, kinh nghiệm;

d) Đẩy mạnh hợp tác và hội nhập quốc tế phục vụ cho việc đào tạo, chuyển giao công nghệ về ứng dụng NLNT, gắn hợp tác quốc tế về NLNT với hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ và hợp tác quốc tế về kinh tế, hướng vào các đối tác có công nghệ tiên tiến và nhiều kinh nghiệm trong nghiên cứu, phát triển, ứng dụng NLNT;

đ) Đẩy mạnh xây dựng, thực hiện chương trình, dự án nghiên cứu khoa học, hợp tác quốc tế nhằm huy động nguồn lực, kinh nghiệm cho phát triển tiềm lực khoa học và công nghệ trong ngành NLNT; Tăng cường vận động và sử dụng hiệu quả nguồn viện trợ nước ngoài cho đầu tư cơ sở hạ tầng, thiết bị;

e) Tăng cường phối hợp, chia sẻ thông tin trong các cơ chế hợp tác đa phương, các điều ước quốc tế nhằm nâng cao năng lực quan trắc, cảnh báo và ứng phó trước các tác động của biến đổi khí hậu, ô nhiễm môi trường hay sự cố bức xạ xuyên biên giới.

8. Giải pháp đầu tư, tài chính và huy động vốn

a) Nghiên cứu, hoàn thiện các cơ chế tài chính và huy động vốn cho đầu tư phát triển, ứng dụng NLNT;

b) Đẩy mạnh xã hội hóa, đa dạng hóa các nguồn vốn, các hình thức huy động vốn, thu hút có hiệu quả các nguồn vốn trong và ngoài nước vào nghiên cứu, phát triển, ứng dụng, đào tạo nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân trong lĩnh vực NLNT;

c) Ưu tiên bố trí ngân sách nhà nước phù hợp với quy định của pháp luật về đầu tư công, các quy định pháp luật khác có liên quan cho các dự án phát triển, ứng dụng NLNT;

d) Ưu tiên bố trí vốn cho các chương trình/dự án quan trọng, ưu tiên; phát triển, mạng lưới QT&CBPXMT;

đ) Nhà nước đầu tư và có cơ chế khuyến khích, ưu đãi phù hợp để các doanh nghiệp, cơ sở nghiên cứu, ứng dụng tham gia đầu tư các phòng thí nghiệm chuyên ngành.

9. Giải pháp tổ chức thực hiện quy hoạch

a) Tổ chức công bố Quy hoạch theo quy định tại Điều 20 Nghị định số 41/2019/NĐ-CP;

b) Xây dựng Kế hoạch thực hiện Quy hoạch theo quy định tại Điều 31 Nghị định số 41/2019/NĐ-CP;

c) Phối hợp đồng bộ, chặt chẽ giữa các ngành, các địa phương trong quá trình thực hiện Quy hoạch; bảo đảm tính thống nhất, đồng bộ và hiệu quả của Quy hoạch;

d) Báo cáo về hoạt động quy hoạch và Đánh giá thực hiện Quy hoạch theo quy định tại Điều 32, 33 Nghị định số 41/2019/NĐ-CP;

đ) Tăng cường kiểm tra và giám sát thực hiện Quy hoạch bảo đảm đúng quy định; phát huy vai trò của cá nhân, tổ chức, doanh nghiệp trong giám sát thực hiện Quy hoạch;

e) Tăng cường vai trò của Hội đồng phát triển, ứng dụng NLNT quốc gia trong việc nghiên cứu, tư vấn cho Thủ tướng Chính phủ về việc thực hiện Quy hoạch.

V. Tổ chức thực hiện

1. Bộ Khoa học và Công nghệ

a) Tổ chức công bố Quy hoạch; xây dựng trình cấp có thẩm quyền phê duyệt kế hoạch thực hiện và hướng dẫn thực hiện Quy hoạch;

b) Chủ trì, phối hợp với các bộ, ngành, địa phương liên quan trong việc xây dựng, phê duyệt, trình cấp có thẩm quyền phê duyệt, tổ chức thực hiện các chương trình, dự án, đề án quan trọng, ưu tiên đầu tư được giao;

c) Chủ trì, phối hợp với các bộ liên quan xây dựng kế hoạch hợp tác với IAEA quốc tế về phát triển, ứng dụng NLNT và bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân trong các lĩnh vực y tế, công nghiệp, nông nghiệp, TN&MT;

d) Phối hợp với Bộ Kế hoạch và Đầu tư, Bộ Tài chính hướng dẫn nội dung chi, bố trí ngân sách thực hiện Quy hoạch theo quy định của Luật Đầu tư công, Luật ngân sách nhà nước và pháp luật có liên quan;

đ) Chủ trì, phối hợp với các Bộ, cơ quan ngang bộ, Ủy ban nhân dân cấp tỉnh tổ chức đánh giá thực hiện quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT định kỳ hàng năm, năm năm hoặc đột xuất; đề xuất điều chỉnh Quy hoạch (nếu cần thiết), báo cáo Thủ tướng Chính phủ; xây dựng cơ sở dữ liệu về phát triển, ứng dụng NLNT;

e) Hướng dẫn nội dung và biểu mẫu báo cáo về hoạt động quy hoạch cho các bộ, ngành, địa phương; tổng hợp báo cáo thực hiện quy hoạch hàng năm, báo cáo tổng kết trình Thủ tướng Chính phủ.

2. Bộ Y tế

a) Phối hợp với Bộ KH&CN xây dựng kế hoạch thực hiện Quy hoạch; bố trí nguồn lực và tổ chức triển khai nội dung quy hoạch về phát triển, ứng dụng BX&ĐV PX trong ngành y tế;

b) Chủ trì, phối hợp với các bộ, ngành, địa phương liên quan trong việc xây dựng, phê duyệt, trình cấp có thẩm quyền phê duyệt, tổ chức thực hiện các chương trình, dự án, đề án quan trọng, ưu tiên đầu tư được giao;

c) Chuẩn hoá chức danh chuyên môn, nghề nghiệp cho các đối tượng bác sĩ chuyên khoa, kỹ thuật viên xạ trị, y học hạt nhân và điện quang và nhân viên VLYK phục vụ trong các khoa xạ trị, y học hạt nhân và điện quang;

d) Phối hợp với Bộ Nội vụ xây dựng vị trí việc làm đối với các nhân viên y tế làm việc trong lĩnh vực y học bức xạ; bổ sung chức danh bác sĩ chuyên khoa xạ trị vào danh mục nghề của Việt Nam;

đ) Hoàn thiện các thủ tục cấp phép nhập khẩu dược chất phóng xạ sử dụng trong y tế; cấp giấy phép lưu hành thuốc và chứng nhận GMP đối với các cơ sở sản xuất dược chất phóng xạ;

e) Hàng năm đánh giá kết quả thực hiện Quy hoạch gửi Bộ KH&CN tổng hợp, báo cáo Thủ tướng Chính phủ.

3. Bộ Tài nguyên và Môi trường

a) Phối hợp với Bộ KH&CN xây dựng kế hoạch thực hiện quy hoạch; bố trí nguồn lực và tổ chức triển khai nội dung quy hoạch về phát triển, ứng dụng BX&ĐV PX trong ngành TN&MT;

b) Chủ trì, phối hợp với các bộ, ngành, địa phương liên quan trong việc xây dựng, phê duyệt, trình cấp có thẩm quyền phê duyệt, tổ chức thực hiện các chương trình, dự án, đề án quan trọng, ưu tiên đầu tư được giao;

d) Hàng năm đánh giá kết quả thực hiện Quy hoạch gửi Bộ KH&CN tổng hợp, báo cáo Thủ tướng Chính phủ.

4. Bộ Công Thương

a) Phối hợp Bộ KH&CN xây dựng kế hoạch thực hiện quy hoạch; bố trí nguồn lực và tổ chức triển khai nội dung quy hoạch về phát triển, ứng dụng BX&ĐV PX trong ngành công nghiệp;

b) Chủ trì, phối hợp với các bộ, ngành, địa phương liên quan trong việc xây dựng, phê duyệt, trình cấp có thẩm quyền phê duyệt, tổ chức thực hiện các chương trình, dự án, đề án quan trọng, ưu tiên đầu tư được giao;

c) Hàng năm đánh giá kết quả thực hiện Quy hoạch gửi Bộ KH&CN tổng hợp, báo cáo Thủ tướng Chính phủ.

5. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn

a) Phối hợp Bộ KH&CN xây dựng kế hoạch thực hiện quy hoạch; bố trí nguồn lực và tổ chức triển khai nội dung quy hoạch về phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành nông nghiệp;

b) Chủ trì, phối hợp với các bộ, ngành, địa phương liên quan trong việc xây dựng, phê duyệt, trình cấp có thẩm quyền phê duyệt, tổ chức thực hiện các chương trình, dự án, đề án quan trọng, ưu tiên đầu tư được giao;

c) Hàng năm đánh giá kết quả thực hiện Quy hoạch gửi Bộ KH&CN tổng hợp, báo cáo Thủ tướng Chính phủ.

6. Bộ Kế hoạch và Đầu tư

Chủ trì, phối hợp với Bộ KH&CN và các bộ, ngành liên quan tổng hợp trình Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ kế hoạch đầu tư công trung hạn và hàng năm để thực hiện các chương trình, dự án được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt theo quy định của pháp luật về đầu tư công để triển khai thực hiện Quy hoạch.

7. Bộ Tài chính

Tổng hợp từ đề xuất của các bộ, cơ quan trung ương và khả năng cân đối ngân sách nhà nước, trình cấp có thẩm quyền bố trí kinh phí chi thường xuyên của ngân sách trung ương để thực hiện các nhiệm vụ của Quy hoạch.

8. Các Bộ, ngành khác và Ủy ban nhân dân các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương

- Bộ Giáo dục và Đào tạo chủ trì, phối hợp với Bộ KH&CN và các bộ, ngành liên quan, các hiệp hội nghề nghiệp rà soát, hoàn thiện các chương trình đào tạo trong lĩnh vực NLNT và bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân phù hợp với chuẩn quốc tế và nhu cầu trong nước; xây dựng chương trình đào tạo phù hợp với chuẩn quốc tế, mạng lưới các cơ sở đào tạo đại học, trên đại học và tổ chức công tác đào tạo;

- Thông tấn xã Việt Nam, Đài Tiếng nói Việt Nam, Đài Truyền hình Việt Nam, đài phát thanh - truyền hình địa phương, các báo, đài có trách nhiệm: Xây dựng nội dung, tin bài, chương trình phát sóng, đưa tin, chuyên mục thông tin, tuyên truyền về ứng dụng NLNT phục vụ phát triển KT-XH;

- Bộ Nội vụ phối hợp với Bộ Y tế, Bộ GD-ĐT và các Bộ, các cơ quan liên quan tiến hành rà soát, bổ sung vị trí việc làm, định danh nghề nghiệp cho các đối tượng đang làm trong lĩnh vực y tế có sử dụng bức xạ ion hóa bao gồm: nhân viên VLYK, kỹ thuật viên bức xạ hoặc tương đương, dược sĩ phóng xạ....;

- Bộ Ngoại giao, Bộ Quốc phòng, Bộ Công an, Bộ Thông tin và Truyền thông và các bộ, ngành liên quan theo chức năng, nhiệm vụ phối hợp thực hiện các nội dung của Quy hoạch;

- Ủy ban nhân dân các tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương: phối hợp với Bộ KH&CN và các bộ, ngành triển khai các nội dung liên quan của Quy hoạch;

bố trí quỹ đất, tạo điều kiện thuận lợi để triển khai các chương trình, dự án, đề án thuộc Quy hoạch.

PHỤ LỤC I

RÀ SOÁT, ĐÁNH GIÁ QUY HOẠCH THỜI KỲ TRƯỚC

I. Tổng quan kết quả thực hiện quy hoạch phát triển, ứng dụng bức xạ trong các ngành, lĩnh vực

1. Tổng quan kết quả phát triển ứng dụng bức xạ trong y tế

“Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong y tế đến năm 2020” đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 1958/QĐ-TTg ngày 04/11/2011, với mục tiêu cụ thể:

a) 80% tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương có cơ sở y học hạt nhân và cơ sở ung bướu có thiết bị xạ trị. Toàn quốc đạt tỷ lệ ít nhất 01 thiết bị xạ trị và 01 thiết bị xạ hình trên 1 triệu dân;

b) 80% tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương có ít nhất 01 máy chụp mạch số hóa; 80% bệnh viện đa khoa khu vực có 01 máy chụp cắt lớp vi tính; 100% bệnh viện huyện có máy X-quang cao tần;

c) Phát triển các kỹ thuật chụp hình cắt lớp photon đơn (SPECT, SPECT/CT) và phát triển kỹ thuật X-quang can thiệp ở các bệnh viện tuyến tỉnh, thành phố và trung tâm y tế lớn;

d) Phát triển các kỹ thuật cắt lớp positron (PET/CT) ở một số trung tâm khu vực, thành phố trực thuộc Trung ương;

đ) Tập trung sản xuất thiết bị y tế đảm bảo đáp ứng 20% nhu cầu sử dụng thiết bị y tế công nghệ cao ứng dụng bức xạ và 30% thiết bị hỗ trợ cho các trung tâm và khoa y học hạt nhân, xạ trị và điện quang;

e) Tập trung sản xuất đồng vị và dược chất phóng xạ đáp ứng 70% nhu cầu sử dụng;

g) Nghiên cứu và phát triển các thiết bị y tế công nghệ cao khác: Máy gia tốc, máy SPECT, các thiết bị mô phỏng, máy cộng hưởng từ và thiết bị laser;

h) Tăng cường năng lực cho phòng chuẩn đo lường bức xạ và hạt nhân cấp quốc gia. Đảm bảo chất lượng các thiết bị ứng dụng bức xạ, năng lực bảo dưỡng, sửa chữa và chế tạo các thiết bị ứng dụng bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ trong y tế.

Theo Quy hoạch chi tiết, đến năm 2020 sẽ thành lập và hoàn thiện đầu tư cơ sở vật chất, tăng cường trang thiết bị cho 39 cơ sở y học hạt nhân (YHHN), 65 cơ sở xạ trị, 67 cơ sở điện quang, thành lập Viện Y học bức xạ trung ương trực thuộc Bộ Y tế; thành lập và hoàn thiện trung tâm y học hạt nhân, trung tâm điện quang tại Bệnh viện Bạch Mai, trung tâm xạ trị tại Bệnh viện K, trung tâm y học hạt nhân và xạ trị tại Bệnh viện TƯQĐ 108.

1.1. Tổng quan kết quả

Đến 2019, cả nước có 35 cơ sở y học hạt nhân, gần 40 cơ sở xạ trị, trong đó có khoảng 30 cơ sở có cả chức năng y học hạt nhân và xạ trị.

Về y học hạt nhân:

Hiện cả nước có 35 cơ sở y học hạt nhân, chủ yếu tập trung ở các tỉnh/thành phố lớn. Về trang thiết bị: trên 45 thiết bị xạ hình (trên 35 máy SPECT và SPECT/CT, 10 PET/CT), đạt tỷ lệ khoảng 0,5 máy/1 triệu dân.

Một số kỹ thuật chụp hình chẩn đoán hiện đại tương đương với trình độ y học hạt nhân các nước trong khu vực và quốc tế như xạ hình SPECT tưới máu cơ tim, đánh giá cơ tim sống bằng FDG PET/CT, chụp xạ hình hạch góc và sử dụng đầu dò gamma trong phẫu thuật ung thư vú, chụp xạ hình SPECT Tc99m gắn hồng cầu chẩn đoán u mao mạch gan... đã được triển khai thành công và phát triển nhanh chóng về cả số lượng và chất lượng.

Các kỹ thuật xạ hình bằng SPECT & SPECT/CT đối với ung thư và di căn, các bệnh tim mạch, hệ tiêu hoá, xương khớp, hô hấp... đã và đang được thực hiện có kết quả cho hàng ngàn bệnh nhân mỗi năm. Một số bệnh viện có số bệnh nhân xạ hình SPECT trung bình từ 2000 - 3000 ca/năm.

Kỹ thuật xạ hình PET/CT sử dụng 18F-FDG, công nghệ tiên tiến của thế giới hiện đã trở thành kỹ thuật thường quy trong chẩn đoán - điều trị các bệnh về ung thư, tim mạch và thần kinh tại Việt Nam. Số lượng bệnh nhân xạ hình tại Bệnh viện Bạch Mai và Chợ Rẫy khoảng 7000-8000 lượt/năm (trong đó, xạ hình PET/CT khoảng 1000 lượt). Hiện nay, trên thế giới, các đồng vị phóng xạ mới như 11C-choline, 68Ga-PSMA, 18F-fluciclovine, 18F-FCH... đang được nghiên cứu sử dụng trong ghi hình PET để tăng thêm độ nhạy độ đặc hiệu trong chẩn đoán các loại u trong não, bàng quang, tuyến tiền liệt, các khối u nội tiết... Vì vậy, cần nghiên cứu triển vọng sử dụng các đồng vị phóng xạ mới như nêu trên trong xạ hình PET/CT cũng như khả năng sản xuất các đồng vị phóng xạ này tại Việt Nam.

Về xạ trị:

Cả nước hiện có gần 40 cơ sở xạ trị (phần lớn tập trung tại các thành phố lớn). Thống kê tới tháng 6/2018, tổng số trên 70 thiết bị xạ trị, đạt tỷ lệ 0,75 thiết bị/1 triệu dân, trong đó có 45 máy gia tốc tuyến tính LINAC, 01 Cyber-Knife, 06 máy Co-60, 06 thiết bị xạ trị Gamma Knife và 11 thiết bị xạ trị áp sát liều cao (HDR). So với mục tiêu Quy hoạch đặt ra (đạt tỷ lệ ít nhất 1 thiết bị xạ trị trên 1 triệu dân) cần phải trang bị thêm trên 20 thiết bị xạ trị. Đặc biệt, trong năm 2017, Bệnh viện K đã khai trương hệ thống gia tốc xạ trị đa mức năng lượng có bộ chuẩn trực 160 lá, được đánh giá là hệ thống xạ trị hiện đại nhất Việt Nam hiện nay, Bệnh viện Trung ương Quân đội 108 đã đưa vào vận hành hệ thống máy xạ trị - xạ phẫu hiện đại TrueBeam STX trong điều trị ung thư.

Nhiều kỹ thuật xạ trị hiện đại, ngang tầm khu vực và quốc tế hiện đã được triển khai tại Việt Nam như: Điều trị ung thư tế bào gan (HCC) bằng kỹ thuật gây tắc mạch bằng các vi cầu phóng xạ; kỹ thuật điều trị miễn dịch phóng xạ bằng kháng thể đơn dòng Rituzumab gắn I-131; kỹ thuật cấy hạt phóng xạ trong điều trị ung thư tuyến tiền liệt (triển khai thành công lần đầu tiên tại Trung tâm Y học hạt nhân và Ung bướu Bệnh viện Bạch Mai năm 2015); kỹ thuật xạ trị trong chọn

lọc bằng hạt vi cầu phóng xạ trong điều trị ung thư gan và di căn vào gan (triển khai năm 2013 tại Trung tâm Y học hạt nhân và Ung bướu Bệnh viện Bạch Mai, Bệnh viện TƯQĐ 108 và đã được chuyển giao cho một số bệnh viện khác); kỹ thuật xạ trị áp sát trong điều trị ung thư cổ tử cung, ung thư trực tràng, ung thư vú, ung thư vòm họng, ung thư thực quản; kỹ thuật xạ phẫu bằng dao gamma quay, xạ trị điều biến liều, mô phỏng lập kế hoạch xạ trị bằng PET/CT, xạ trị áp sát suất liều cao...

Sự tiên bộ của khoa học công nghệ mà đặc biệt là công nghệ gia tốc đã giúp cho phương pháp xạ trị đạt được hiệu quả và có nhiều ưu thế trong trị liệu ung thư. Năm 2000, tại Bệnh viện K, thiết bị gia tốc xạ trị LINAC hiện đại đầu tiên của Việt Nam được lắp đặt và đưa vào phục vụ công tác điều trị bệnh ung thư. Sau gần 20 năm, ngoài các thiết bị chẩn đoán, hỗ trợ chuyên môn, hiện nay đã có khoảng trên 40 máy gia tốc LINAC được trang bị ở các đơn vị bệnh viện ung bướu phân bố ở cả ba miền trên cả nước, trong đó chủ yếu tập trung ở các bệnh viện ở Hà Nội (15 máy) và TP. Hồ Chí Minh (11 máy). Do năng lực thiết kế, chế tạo chưa đáp ứng được nên hầu hết các thiết bị đều được nhập khẩu hoàn toàn. Tại một số bệnh viện lớn như Bệnh viện Chợ Rẫy, Bệnh viện Trung ương Huế và mới đây là Bệnh viện K (tháng 6/2017) đã đưa vào sử dụng hệ thống máy gia tốc xạ trị LINAC thế hệ mới hiện đại ngang tầm thế giới với bộ chuẩn trực đa lá cho phép thực hiện nhiều kỹ thuật xạ trị tiên tiến như xạ trị điều biến liều (IMRT), xạ trị theo hướng dẫn của hình ảnh (IGRT), xạ trị điều biến thể tích (VMAT)... giúp điều trị hiệu quả nhiều loại bệnh ung thư như ung thư vòm họng, ung thư thực quản, ung thư vú, ung thư cổ tử cung, ung thư tuyến tiền liệt, ung thư phổi...

Khoa Xạ trị - Xạ phẫu của Bệnh viện TƯQĐ 108 đã được đầu tư và phát triển các kỹ thuật xạ trị tiên tiến, hiện đại như xạ trị điều biến liều IMRT, xạ trị theo hướng dẫn hình ảnh IGRT, xạ trị quay điều biến thể tích VMAT, xạ trị lập thể định vị thân, xạ phẫu, hóa xạ trị đồng thời, xạ trị toàn não tùy, xạ trị dưới gáy mê,... điều trị cho hàng trăm nghìn lượt bệnh nhân ung thư, giúp nâng cao chất lượng điều trị ung thư tại Bệnh viện.

Về chẩn đoán hình ảnh (điện quang):

Trong lĩnh vực điện quang, công nghệ bức xạ tiên tiến được ứng dụng trong các thiết bị chẩn đoán hiện đại như CT, MRI. Các thiết bị điện quang chẩn đoán hiện đại còn là thiết bị không thể thiếu sử dụng trong phương pháp xạ trị ung thư dưới hướng dẫn ảnh (IGRT) nhằm đem lại hiệu quả xạ trị, tiêu diệt chính xác khối u và bảo toàn phần lớn số lượng các mô lành xung quanh. Các thiết bị điện quang chẩn đoán như CT, MRI còn có khả năng ghép nối với các thiết bị xạ hình hiện đại như SPECT, PET để chụp ảnh kết hợp cấu trúc/chức năng, cấu trúc/chuyển hóa của các cơ quan trong cơ thể có độ nhạy và độ đặc hiệu chẩn đoán rất cao đối với các ung thư nguyên phát, phân biệt chính xác u lành và u ác tính, di căn, tái phát, đánh giá hiệu quả điều trị, theo dõi sau điều trị. Các thiết bị kết hợp điện quang/y học hạt nhân có vai trò quan trọng trong việc xác định đúng giai đoạn ung thư, phát hiện sớm ung thư để lựa chọn phương pháp điều trị thích hợp.

Hiện cả nước có 174 máy chụp cắt lớp vi tính, 51 máy chụp cộng hưởng từ và 21 máy chụp mạch máu, trên 500 máy X - quang cao tần. Hàng ngàn máy X-quang thường quy đã được trang bị đến tuyến huyện. Các kỹ thuật cao về điện quang mới chỉ được áp dụng ở những bệnh viện đầu ngành. Một số cơ sở điện quang lớn ở các bệnh viện trung ương hoặc bệnh viện cấp khu vực, tỉnh, thành phố đã đưa vào hoạt động một số thiết bị hiện đại. Các hệ thống ghi hình tích hợp (hybrid imaging) như SPECT/CT, PET/CT, PET/MRI đang trở thành công cụ thiết yếu quan trọng cho ngành ung bướu, tim mạch, thần kinh... Kỹ thuật ghi hình có độ chính xác cao ở mức phân tử, tế bào như RIS (Radioimmunoscintigraphy) cũng đang được áp dụng.

Về sản xuất và sử dụng đồng vị, được chất phóng xạ:

Thực hiện các kỹ thuật về y học hạt nhân và xạ trị cần sử dụng các loại được chất phóng xạ (DCPX), trong đó các DCPX đời sống ngắn dùng cho xạ hình được sản xuất trên các máy cyclotron, các loại DCPX đời sống dài và trung bình dùng cho xạ trị được sản xuất trên lò phản ứng nghiên cứu.

Theo báo cáo của Viện Nghiên cứu hạt nhân và 18 cơ sở y tế có sử dụng được chất phóng xạ (Qua điều tra, thống kê của Cục NLNT phối hợp với Cục Quản lý khám chữa bệnh (Bộ Y tế) tiến hành năm 2015), tổng nhu cầu DCPX trong y tế của Việt Nam hiện nay khoảng 1800 Ci/năm, trong đó Viện Nghiên cứu hạt nhân (Đà Lạt) cung cấp gần 750 Ci/năm, sản xuất trên các máy cyclotron khoảng 300 Ci/năm (tổng lượng cung cấp từ các cơ sở sản xuất trong nước đạt khoảng 60% nhu cầu, đáp ứng được mục tiêu đề ra trong Quy hoạch chi tiết về ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế); phần còn lại khoảng 750Ci/năm chủ yếu do các doanh nghiệp cung cấp từ nhập khẩu. Hiện nay Việt Nam có 5 máy gia tốc cyclotron, trong đó 1 máy ở Bệnh viện Chợ Rẫy Tp. Hồ Chí Minh, 3 máy ở Hà Nội, 1 máy ở Bệnh viện đa khoa Đà Nẵng. Trong đó 4 máy cung cấp DCPX ^{18}F FDG dùng cho PET/CT. Gần đây, Bệnh viện Trung ương Quân đội 108 đã nghiên cứu hoàn thiện quy trình công nghệ và sản xuất thành công được chất phóng xạ ^{18}F -NaF sử dụng máy gia tốc cyclotron 30 MeV phục vụ chụp xạ hình xương trên PET/CT. Ngoài việc cung cấp cho thị trường trong nước, tháng 10/2017, Viện Nghiên cứu hạt nhân đã tiến hành đợt xuất khẩu đồng vị phóng xạ đầu tiên sang Campuchia (máy phát Tc-99m, I-131).

Hiện nay, máy gia tốc nhỏ minicyclotron với các phần phụ trợ được gọi là Biomarker Generator System for Molecular Imaging của Mỹ có nhiều ưu điểm hơn các cyclotron kích thước lớn. Minicyclotron có kích thước nhỏ hơn, vận hành đơn giản hơn, cần ít cán bộ kỹ thuật hơn, tính an toàn cao hơn, có thể cung cấp các liều FDG hàng ngày cho từng máy PET/CT tại chỗ. Do vậy, cần xem xét khả năng đầu tư thêm máy gia tốc cyclotron ở TP. Hồ Chí Minh, triển vọng sử dụng các minicyclotron để sản xuất đồng vị phóng xạ cho các máy PET/CT riêng lẻ ở các địa phương xa Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh.

1.2. Đánh giá chung và những vấn đề đặt ra khi xây dựng quy hoạch mới

Các kết quả cơ bản đáp ứng được các nhiệm vụ và chỉ tiêu đề ra của Chiến lược và Quy hoạch chi tiết. Trong đó có những thành tựu, kết quả trong sử dụng các thiết bị y tế tiên tiến hiện đại trong chẩn đoán, điều trị bệnh đã đạt trình độ quốc tế. Tuy nhiên, vẫn còn một số mục tiêu chưa thực hiện được như: Tập trung sản xuất thiết bị y tế đảm bảo đáp ứng 20% nhu cầu sử dụng thiết bị y tế công nghệ cao ứng dụng bức xạ và 30% thiết bị hỗ trợ cho các trung tâm và khoa y học hạt nhân, xạ trị và điện quang; Nghiên cứu và phát triển các thiết bị y tế công nghệ cao khác: Máy gia tốc, máy SPECT, các thiết bị mô phỏng, máy cộng hưởng từ và thiết bị laser; Đảm bảo chất lượng các thiết bị ứng dụng bức xạ, năng lực bảo dưỡng, sửa chữa và chế tạo các thiết bị ứng dụng bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ trong y tế.

Theo báo cáo của Bộ Y tế, việc triển khai Quy hoạch chi tiết còn có những khó khăn như: thiếu biên chế, thiếu đội ngũ cán bộ chuyên môn và thiếu kinh phí để đầu tư, thành lập mới các trung tâm, các khoa về y học hạt nhân, xạ trị, điện quang. Việt Nam hiện chưa xây dựng được năng lực về bảo dưỡng, sửa chữa, lắp ráp, chế tạo một số chủng loại thiết bị ghi đo hạt nhân, thiết bị laser và máy gia tốc trong nước (ngoài một số thành công bước đầu về nghiên cứu, chế tạo, lắp ráp thiết bị X-quang y tế), khó đạt được mục tiêu của Chiến lược. Bên cạnh đó, việc phối hợp của các ngành trong công tác kiểm tra, đảm bảo chất lượng, đảm bảo ATBX cũng chưa được thường xuyên.

Từ thực tiễn phát triển ứng dụng bức xạ và đồng vị bức xạ trong ngành y tế trên cả 4 lĩnh vực y học hạt nhân, xạ trị, chẩn đoán hình ảnh, sản xuất và sử dụng đồng vị và dược chất phóng xạ cho thấy một số vấn đề đặt ra trong quy hoạch thời kỳ tới như sau :

- Để có thể tăng cường đầu tư cho ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế cần có cơ chế về tài chính phù hợp để huy động nguồn tài chính từ ngân sách Nhà nước và địa phương, cũng như chính sách khuyến khích đầu tư theo chủ trương xã hội hóa trong ngành y tế để phát triển về điện quang, xạ trị và y học hạt nhân.

- Cần đẩy mạnh liên kết, phối hợp các Bộ, ngành trong đào tạo nguồn nhân lực, đặc biệt là trong lĩnh vực y vật lý; bác sỹ y học hạt nhân, hóa dược phóng xạ đáp ứng yêu cầu cấp bách về nguồn nhân lực chất lượng cao cho các cơ sở y học hạt nhân và xạ trị của Việt Nam; Cần có cơ chế hỗ trợ nghề nghiệp, chương trình nâng cao năng lực và huấn luyện chính quy cho đội ngũ cán bộ chuyên sâu về y học bức xạ và vật lý y học.

- Cần tiếp tục đầu tư kinh phí cho lĩnh vực nghiên cứu sản xuất đồng vị và dược chất phóng xạ, nghiên cứu chế tạo trang thiết bị y tế công nghệ cao trên cơ sở phù hợp trình độ công nghệ và năng lực của doanh nghiệp Việt Nam để đáp ứng nhu cầu điều trị số lượng bệnh nhân ung thư ngày càng cao.

- Cần tiếp tục tăng cường đầu tư nghiên cứu, chuyển giao, ứng dụng các kỹ thuật xạ trị tiên tiến, hiện đại. Bên cạnh đó, cần nghiên cứu khả năng ứng dụng một số kỹ thuật tiên tiến, có nhiều ưu điểm đã và đang được nghiên cứu, ứng dụng trên thế giới như sử dụng các dược chất phóng xạ phát tia alpha trong điều trị, kết

hợp giữa các đồng vị phóng xạ phát tia alpha với các nanobodies giúp tăng hiệu quả điều trị các khối u đặc hiệu hơn; xạ trị bằng hạt proton (hiện tại trên thế giới mới chỉ được áp dụng tại các nước phát triển như Mỹ, Nhật Bản...); xạ trị bằng hạt neutron; xạ trị kích hoạt bằng neutron.

- Đẩy mạnh hợp tác nghiên cứu chế tạo đồng vị phóng xạ và dược chất phóng xạ đáp ứng nhu cầu về điều trị cho các bệnh nhân ung thư ngày càng tăng; cần nghiên cứu triển vọng sử dụng các đồng vị phóng xạ mới như ^{11}C -choline, ^{68}Ga -PSMA, ^{18}F -fluciclovine, ^{18}F -FCH... trong xạ hình PET/CT cũng như khả năng sản xuất các đồng vị phóng xạ trên tại Việt Nam; thúc đẩy đầu tư thêm máy gia tốc cyclotron ở TP. Hồ Chí Minh; xem xét triển vọng ứng dụng các minicyclotron để sản xuất đồng vị phóng xạ cho các máy PET/CT riêng lẻ ở các địa phương xa Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh. Việc nghiên cứu dược chất phóng xạ phải gắn liền với đào tạo và huấn luyện cán bộ, chuyển giao và hoàn thiện công nghệ, gắn liền với thực hành lâm sàng.

2. Tổng quan kết quả phát triển ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường

“Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường đến năm 2020” đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 899/QĐ-TTg ngày 10/6/2011, với các mục tiêu:

- Hoàn thiện, nâng cấp các phòng thí nghiệm và đào tạo cán bộ về ứng dụng các kỹ thuật đồng vị và phân tích hạt nhân đạt trình độ ngang bằng các nước tiên tiến trong khu vực;

- Đầu tư trang thiết bị và triển khai ứng dụng các phương pháp, kỹ thuật hiệu quả trong nghiên cứu, điều tra, đánh giá về tài nguyên và môi trường.

2.1. Tổng quan kết quả

Thực hiện Chiến lược ứng dụng NLNT, Quy hoạch tổng thể và Quy hoạch chi tiết, tới nay Bộ TN&MT (TN&MT) đã đạt được một số kết quả nhất định trong việc triển khai hoàn thành thăm dò thử nghiệm, đánh giá trữ lượng tài nguyên urani khu Pà lừa - Pà Rồng, Nam Giang, Quảng Nam (Lô A), cơ bản hoàn thành công tác đo vẽ lập bản đồ địa chất trên mặt diện tích 6,2km² và đang tiếp tục thi công lô G. Đề án Đánh giá tiềm năng tài nguyên urani Việt Nam (ban hành theo Quyết định số 295/QĐ-TTg ngày 12/3/2012) đến nay đã hoàn thành mục tiêu, nhiệm vụ công tác điều tra, khảo sát thực địa tiềm năng urani tỷ lệ 1/1.000.000 và diện tích nghiên cứu tỷ lệ 1/200.000 theo đề cương được phê duyệt.

Triển khai thực hiện các nhiệm vụ, Đề án phục vụ phát triển ứng dụng các kỹ thuật đo bức xạ và phân tích hạt nhân trong địa chất và khoáng sản, các nhiệm vụ về môi trường và ứng dụng kỹ thuật đồng vị và kỹ thuật hạt nhân trong lĩnh vực khí tượng thủy văn, biến đổi khí hậu và tài nguyên nước. Áp dụng các quy trình đo khí phóng xạ, phân tích mẫu phóng xạ trên các thiết bị tiên tiến nhập

ngoại, áp dụng các phương pháp phóng xạ để nghiên cứu, điều tra địa chất và đánh giá, thăm dò khoáng sản bằng các thiết bị đường bộ, gắn trên tàu biển, trên máy bay, trong lỗ khoan của các phương pháp địa vật lý.

Ứng dụng kỹ thuật đồng vị và kỹ thuật hạt nhân đã được sử dụng trong thăm dò, đánh giá trữ lượng tài nguyên urani, khảo sát các pha dầu, nước và khí trong thời gian qua và đã thu được kết quả đáng ghi nhận. Bên cạnh đó, Bộ TN&MT cũng đã xây dựng, công bố và ban hành 14 TCVN và 2 QCVN về các phương pháp điều tra, đánh giá địa chất, thăm dò khoáng sản và quặng xạ, hiếm; đã nghiên cứu chế tạo một số thiết bị đo như máy đo phóng xạ đường bộ, máy đo phổ gamma đáy biển. Các đơn vị thuộc Viện NLNTVN đã tiến hành nghiên cứu kiểm soát ô nhiễm môi trường tại các đô thị đã thu được các số liệu, đánh giá và đề xuất giải pháp hạn chế, khắc phục tình trạng ô nhiễm các nguyên tố kim loại nặng, độc hại trong các môi trường nước và trong một số loại sinh vật ở một số thành phố lớn; đánh giá về diễn biến của bụi khí kích thước nhỏ; xử lý và chuyển giao công nghệ xử lý ô nhiễm cho một số cơ sở công nghiệp vừa và nhỏ cũng như nước thải của một số nhà máy công nghiệp; đã triển khai ứng dụng kỹ thuật thủy văn đồng vị nghiên cứu đánh giá nguồn gốc, tuổi, lượng bổ cấp, vận tốc chảy, hướng chảy, lưu lượng, độ phân tán, thời gian lưu, nguồn gốc ô nhiễm, tình trạng ô nhiễm và khả năng mặn hóa các nguồn nước ngầm cho khu vực TP. Hồ Chí Minh, Hà Nội và một số tỉnh phía Nam. Đã xây dựng được bộ Cơ sở dữ liệu (CSDL) và bản đồ phân bố mật độ tồn lưu về các đồng vị phóng xạ nhân tạo sống dài, độc tính sinh học cao trong môi trường biển ở phía Nam Việt Nam; xây dựng được Quy trình phân tích đồng thời các đồng vị thuộc nhóm Actinides trong mẫu môi trường. Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã triển khai ứng dụng kỹ thuật hạt nhân vào đo phóng xạ tự nhiên trong các môi trường khác nhau; nghiên cứu ô nhiễm khí độc và kim loại nặng trong không khí ở một số thành phố lớn, thông qua hợp tác với Viện Liên hợp Nghiên cứu Hạt nhân Dubna (Nga), Đại học Khoa học Tự nhiên thuộc Đại học Quốc gia Hà Nội và Đại học Tổng hợp Osaka (Nhật Bản).

Năm 2015, Bộ TN&MT đã hoàn thành và nộp lưu trữ Bản đồ phóng bức xạ tự nhiên Việt Nam tỷ lệ 1:1.000.000. Thực hiện Kế hoạch Thủ tướng Chính phủ giao, đã xây dựng Bản đồ phóng xạ tự nhiên tỷ lệ 1:200.000 cho 5 khu đô thị, dân cư lớn và theo kế hoạch sẽ hoàn thành vào năm 2019 (theo Báo cáo cập nhật của Bộ TN&MT vào tháng 5/2018). Đến nay, 27 trạm quan trắc phóng xạ đã được xây dựng tại các mỏ có chứa phóng xạ trên 16 tỉnh, thành. Trong công tác dự báo và phòng ngừa thiên tai, đã và đang tiến hành quan trắc một số thông số bức xạ tự nhiên tại 14 trạm khí tượng bề mặt, 3 trạm ôdôn - bức xạ cực tím, dự kiến đến năm 2020 sẽ quan trắc bức xạ trên 18 trạm khí tượng bề mặt và 4 trạm ôdôn - bức xạ cực tím.

Ngoài ra, các đơn vị trực thuộc Bộ TN&MT đã thực hiện nhiệm vụ liên quan đến thẩm định báo cáo đánh giá tác động môi trường cho dự án NMĐHN Ninh Thuận 1 và Ninh Thuận 2; tham gia tư vấn, đánh giá lựa chọn địa điểm xây

dựng các NMĐHN Ninh Thuận 1 và Ninh Thuận 2; tham gia xây dựng các văn bản quy phạm pháp luật về điện hạt nhân.

Về tăng cường cơ sở vật chất, hình thành và nâng cấp phòng thí nghiệm: Đến nay, Bộ TN&MT đã xây dựng và đầu tư trang thiết bị cho 01 phòng thí nghiệm thuộc trường Đại học TN&MT Hà Nội; trang bị một số thiết bị cho một số đơn vị của Bộ TN&MT như Liên đoàn địa chất xạ hiếm, Liên đoàn Vật lý địa chất, Trung tâm phân tích thí nghiệm địa chất.

2.2. Đánh giá chung và những vấn đề đặt ra khi xây dựng quy hoạch mới

Triển khai chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường đến năm 2020, đến nay Bộ TN&MT đã đạt được một số kết quả nhất định trong việc thực hiện các nhiệm vụ nghiên cứu, thăm dò, đánh giá trữ lượng tài nguyên urani; Phát triển ứng dụng các kỹ thuật đo bức xạ và phân tích hạt nhân trong địa chất và khoáng sản; quan trắc phóng xạ môi trường; hoàn thành và nộp lưu trữ Bản đồ phóng bức xạ tự nhiên Việt Nam tỷ lệ 1:1.000.000; xây dựng bản đồ phóng xạ môi trường tự nhiên tỷ lệ 1:200.000 cho 5 khu đô thị, dân cư lớn; Xây dựng trình công bố các tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia (TCVN) các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia (QCVN). Tuy nhiên, đến nay, vẫn chưa hoàn thiện, nâng cấp các phòng thí nghiệm và đào tạo cán bộ về ứng dụng các kỹ thuật đồng vị và phân tích hạt nhân trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và môi trường đạt trình độ ngang bằng các nước tiên tiến trong khu vực như đã đặt ra trong mục tiêu đến năm 2020 của Quy hoạch chi tiết.

Thời gian qua, nguồn kinh phí được cấp còn chưa tương xứng với nhiệm vụ và kế hoạch đặt ra. Trong thời gian tới, cần tích cực hoàn thành bộ bản đồ phóng xạ môi trường tự nhiên tỷ lệ 1:200.000 trên phạm vi cả nước, trong đó chú trọng giải pháp bố trí kinh phí để thực hiện đúng tiến độ; tiếp tục thực hiện việc quan trắc thường xuyên phóng xạ môi trường tại các mỏ khoáng sản phóng xạ và các mỏ có chứa phóng xạ; nâng cấp các phòng thí nghiệm và đào tạo cán bộ chuyên sâu để thúc đẩy ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực tài nguyên và môi trường.

3. Tổng quan kết quả phát triển ứng dụng bức xạ trong nông nghiệp đến năm 2020

“Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong nông nghiệp đến năm 2020” đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 775/QĐ-TTg ngày 02/6/2010, với mục tiêu cụ thể:

a) Tạo và phát triển các giống cây trồng, vi sinh vật có giá trị kinh tế cao, các quy trình, các chế phẩm từ kỹ thuật BX&ĐVPX phục vụ nông nghiệp;

b) Tăng cường cơ sở vật chất và thiết bị phục vụ phát triển, ứng dụng bức xạ trong nông nghiệp. Đến năm 2020, xây dựng 2 Trung tâm nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong chọn tạo giống cây trồng; xây dựng được 10 phòng thí nghiệm ứng dụng BX&ĐVPX phục vụ nghiên cứu; xây dựng 2-3 nhà máy sản xuất côn trùng tiết sinh; xây dựng 9-12 cơ sở chiếu xạ nguồn gamma ^{60}Co quy mô

công nghiệp hoàn chỉnh phục vụ chiếu xạ bảo quản, kiểm dịch và vệ sinh an toàn nông sản, thực phẩm

3.1. Tổng quan kết quả

Cho đến nay, việc ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp mới được triển khai 4 trong tổng số 6 lĩnh vực, bao gồm: chọn tạo giống cây trồng; nông hóa, thổ nhưỡng; bảo vệ thực vật; bảo quản và chế biến. Hai lĩnh vực còn lại về chăn nuôi, thú y và nuôi trồng thủy sản chưa có được những hoạt động triển khai cụ thể. Trong những năm qua, kể từ khi được phê duyệt, vẫn chưa có nhiều hoạt động triển khai Quy hoạch chi tiết này. Vì thế, việc ứng dụng NLNT trong nông nghiệp ở Việt Nam còn hết sức hạn chế, tự phát, chủ yếu mới có một số kết quả đáng kể bước đầu trong chọn tạo giống đột biến; chiếu xạ kiểm dịch nông sản, thủy sản.

a) Chọn tạo giống cây trồng, vi sinh vật

Chọn tạo giống bằng phương pháp chiếu xạ gây đột biến đã có bước tiến đáng kể bằng việc tạo ra và đưa vào sản xuất nhiều loại giống cây trồng năng suất cao, phẩm chất tốt. Theo đánh giá của IAEA năm 2014, Việt Nam là quốc gia đứng thứ 8 trên thế giới trong lĩnh vực nghiên cứu về đột biến tạo giống, được trao Giải thưởng thành tựu xuất sắc về đột biến tạo giống cho Viện Di truyền nông nghiệp và GS.TS. Trần Duy Quý và 02 giải thưởng về thành tựu trong lĩnh vực đột biến tạo giống cho tập thể Viện Khoa học kỹ thuật nông nghiệp Miền Nam và Trung tâm hạt nhân thành phố HCM, và cho 2 cá nhân của Sở NN&PTNT Sóc Trăng.

Theo báo cáo của Bộ NN&PTNT ngày 31 tháng 5 năm 2018 gửi Cơ quan thường trực của Hội đồng Phát triển, ứng dụng NLNT quốc gia (Hội đồng), tính đến năm 2017, đã tạo ra trên 68 giống cây trồng nông nghiệp trong đó chủ yếu là giống lúa còn lại là một số giống khác như đậu tương, ngô, hoa, táo, bạc hà (48 giống lúa, 13 giống đậu tương, 2 giống ngô, 2 giống lạc). Điển hình là giống lúa Khang Dân đột biến gieo trồng ở miền Bắc, được chuyển nhượng cho Công ty Giống cây trồng Trung Ương từ năm 2008, một năm bán ra thị trường trên 3.500 tấn giống với tổng diện tích gieo trồng đến nay ước đạt hơn 1,5 triệu ha, giúp tăng thu nhập cho 1,5 triệu lượt nông dân/năm; Giống lúa DT10 được gieo trồng tại một số tỉnh phía Bắc như Bắc Ninh, Bắc Giang, Vĩnh Phúc, Phú Thọ,... có năng suất bình quân đạt từ 5,5 tấn/ha đến 6 tấn/ha; Giống lúa ĐB5, ĐB6 đột biến được gieo trồng tại vùng miền Trung với diện tích hàng năm khoảng 10.000 ha. Viện Di truyền nông nghiệp là đơn vị đi đầu trong công tác chọn tạo giống đột biến phóng xạ với số giống tạo ra khoảng 40 giống, chiếm gần 60% tổng số giống.

Các giống lúa được chọn tạo bằng phương pháp đột biến phóng xạ tiêu biểu như giống DT10, DT11, DT13, DT33, A20, DT21, ĐV2, ĐCM1, Khang Dân đột biến, DT37, DT39, VND-95-20, VND-99-3, Tài Nguyên Đột Biến, Tám Thơm Đột Biến, P6ĐB, ST3ĐB, ĐB5, BQ, NPT3, NPT4, NPT5, TQ14, và QP-5 đã mang lại hiệu quả kinh tế to lớn trong việc đảm bảo an ninh lương thực, góp phần đưa Việt Nam trở thành nước xuất khẩu lương thực đứng thứ hai trên thế giới. Đặc biệt, trong nghiên cứu lập bản đồ gen cây lúa, Việt Nam đã đăng ký bản

quyền 2 gen bất dục đực nhạy cảm với nhiệt độ (TGMS-VN1, TGM-VN6) và bổ sung hàng trăm đột biến có giá trị vào ngân hàng gen cây lúa thế giới. Đối với giống đậu tương, 04 trong tổng số 13 giống đậu tương được tạo ra bằng đột biến phóng xạ đã trở thành các giống chủ lực năng suất cao 18-36 tạ/ha, chất lượng tốt, hiện chiếm trên 50% diện tích đậu tương cả nước (khoảng 80.000 ha/năm), trong đó giống đậu tương DT84 chiếm 35-40% diện tích trồng đậu tương, đưa Việt Nam trở thành nước đứng đầu khối ASEAN về năng suất đậu tương (15,7 tạ/ha vào năm 2012).

Đến cuối năm 2023, Việt Nam đã chọn tạo và đưa vào sản xuất 80 giống cây trồng đột biến, trong đó chủ yếu là sử dụng tia bức xạ gamma bao gồm 55 giống lúa, 15 giống đậu tương, 3 giống hoa, 2 giống ngô còn lại là các giống cây trồng khác như táo, đậu xanh. *Như vậy, trong 5 năm 2018-2023, Việt Nam đã chọn tạo và đưa vào sản xuất thêm 7 giống lúa và 2 giống đậu tương.*

Viện Di truyền nông nghiệp là đơn vị truyền thống và đi đầu trong công tác chọn tạo giống đột biến phóng xạ. Viện đã tạo được 198 dòng lúa đột biến có triển vọng gồm 45 dòng kháng bệnh bạc lá, 27 dòng kháng bệnh đạo ôn, 43 dòng chịu mặn, 36 dòng chịu hạn, 47 dòng có thời gian sinh trưởng ngắn hơn (85-90 ngày trong vụ hè) và chịu nhiệt độ cao là những nguồn vật liệu quý phục vụ công tác chọn tạo giống thích ứng với biến đổi khí hậu. Trong đó, đã có tổng số 37 giống (19 giống lúa, 13 giống đậu tương, 2 giống ngô, 3 giống hoa) chiếm 46,3% tổng số giống cây trồng đột biến phóng xạ được đưa vào sản xuất của cả nước. Nhờ ứng dụng phương pháp đột biến bằng chiếu xạ tia gamma kết hợp marker phân tử, Viện đã tạo được 03 giống mới gồm:

- Giống lúa DT80 được công nhận giống lúa quốc gia từ năm 2019, năng suất bình quân 6-7 tấn/ha, mang lại hiệu quả kinh tế tăng 330USD/ha so với giống lúa TL6.3 (giống lúa đối chứng ban đầu) do năng suất tăng 15% và khả năng chịu mặn tốt hơn. Với tổng diện tích gieo trồng là 15.000 ha, lợi nhuận mà giống DT80 mang lại cho nông dân khoảng 4,95 triệu USD và có khoảng 650.000 nông dân được hưởng lợi từ giống này.

- Giống lúa CNC11 được công nhận giống lúa quốc gia từ năm 2019, năng suất bình quân 6-6,5 tấn/ha, giống lúa CNC11 mang lại hiệu quả kinh tế tăng 315USD/ha so với giống lúa gốc BT7 do năng suất tăng 10% và khả năng chống chịu tốt. Tổng diện tích gieo cấy khoảng 10.000 ha. Lợi nhuận mà hạt giống CNC11 mang lại cho nông dân khoảng 3,15 triệu USD và có khoảng 500.000 nông dân được hưởng lợi từ giống này.

- Giống lúa VDT99 có triển vọng đã được gửi khảo nghiệm quốc gia từ năm 2020. Năng suất bình quân 6,5-7,5 tấn/ha, VDT99 cho hiệu quả kinh tế tăng khoảng 350 USD/ha so với giống lúa trồng phổ biến trong sản xuất là KD18 do năng suất tăng 17% khả năng chống chịu tốt hơn.

Đặc biệt, Giống lúa ST25 của Anh hùng Lao động, kỹ sư Hồ Quang Cua và các nhà khoa học đến từ tỉnh Sóc Trăng phát triển dựa trên nguồn vật liệu lúa đột biến thông qua chiếu xạ. Tại cuộc thi gạo ngon nhất thế giới năm 2019, 2023

giống lúa ST25 đã được vinh danh và trao tặng cúp gạo ngon nhất thế giới. Đến nay, ST25-ST24 đã được gieo trồng trên khoảng 238 nghìn ha với doanh thu khoảng 19.000 tỷ VNĐ/năm.

Ngoài lúa thì đậu tương là cây trồng truyền thống chiếm vị trí quan trọng trong sản xuất nông nghiệp. Với mục tiêu chọn tạo ra các giống đậu tương mới đáp ứng nhu cầu của sản xuất, Viện Di truyền Nông nghiệp đã sử dụng phương pháp đột biến tạo ra các giống đậu tương đột biến có các tính trạng được cải tiến rõ rệt về năng suất, thời gian sinh trưởng, khả năng chịu bệnh... Kết quả đã tạo ra 03 giống đậu tương mới (DT2008, DT2010, DT215) và các dòng đột biến chịu bệnh gỉ sắt và phân trắng, năng suất cao, hàm lượng protein cao (>40%)...

- Giống đậu tương DT2008 chọn tạo từ chiếu xạ tia gamma nguồn Co^{60} hạt khô dòng 2001HC. Từ năm 2010 đến nay, giống DT2008 đã được đưa vào sản xuất tại nhiều địa phương trong cả nước như Hà Nội, Thái Nguyên, Tuyên Quang, Cao Bằng, Phú Thọ, Yên Bái, Hà Giang, Đắk Lắk, Đắk Nông...

- Giống đậu tương DT2010 được chọn tạo từ tổ hợp lai giữa các giống đột biến DT2008xDT99, có thời gian sinh trưởng từ 80-88 ngày, sinh trưởng khỏe, chịu hạn tốt, hạt to, năng suất từ 2,5-3,0 tấn/ha, cao hơn 10% so với DT84. Do có thời gian sinh trưởng ngắn, năng suất cao hơn giống DT84 trong sản xuất, đặc biệt là ở vụ Đông trên đất sau hai vụ lúa tại đồng bằng sông Hồng, đang được sản xuất tại Hà Nội, Vĩnh Phúc, Thanh Hóa...

- Giống đậu tương DT215 là giống đậu tương hạt đen đầu tiên tại Việt Nam được chọn tạo bằng chiếu xạ gamma nguồn Co^{60} trên hạt khô giống DT2008. So với giống gốc DT2008, DT215 sinh trưởng phát triển tương đương, chịu bệnh khá, năng suất cao từ 2,5-3,2 tấn/ha nhưng có hàm lượng dinh dưỡng cao hơn và thời gian sinh trưởng ngắn hơn 5-8 ngày. Hiện nay, giống này đang được phát triển sản xuất tại Hà Nội, Vĩnh Phúc, Gia Lai... với diện tích hàng trăm ha/năm, được người nông dân và doanh nghiệp đánh giá cao về năng suất và hiệu quả kinh tế, có khả năng mở rộng diện tích trong sản xuất.

Đối với nhóm cây cây sinh trưởng dài ngày như cây công nghiệp và cây ăn quả, việc ứng dụng NLNT trong chọn tạo giống là hết sức khó khăn và mất nhiều thời gian. Viện Cây ăn quả miền Nam đã có 2 giống nhờ xử lý chiếu xạ tia gamma được Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn công nhận và cho phép trồng sản xuất thử năm 2011: giống cam Sành không hạt LĐ6 (đạt năng suất 35 tấn/ha đối với cam trưởng thành canh tác theo tiêu chuẩn VietGAP) và giống bưởi Đường lá cam ít hạt LĐ4. Bên cạnh đó, Viện cũng đang có một số dòng có triển vọng từ chiếu xạ trên mầm ngủ của giống bưởi Năm roi, cam Soàn, xoài cát Hòa Lộc, nhãn Xuồng com vàng, thanh long ruột đỏ LĐ1, thanh long ruột tím hồng LĐ5,... Các dòng này được trồng khảo nghiệm giống phục vụ cho công tác công nhận giống mới. Viện Khoa học kỹ thuật nông lâm nghiệp miền núi phía Bắc đã chọn tạo giống chè TRI 5.0 nhờ xử lý chiếu xạ và được công nhận giống sản xuất thử năm 2015.

Chọn tạo giống hoa cây cảnh cũng là đối tượng mới được quan tâm nghiên cứu trong thời gian gần đây và đã đạt được những kết quả nhất định. Bằng phương pháp chiếu xạ đột biến và kết hợp với công nghệ sinh học đã chọn một số dòng cấy chường, 2 giống cúc (VCM1, VCM2) được công nhận sản xuất thử và nhiều dòng triển vọng.

Các kết quả nghiên cứu về chọn tạo giống đột biến, góp phần đảm bảo an ninh lương thực và phát triển nông nghiệp bền vững.

Trong năm 2019, Trung tâm đánh giá không phá hủy thuộc Viện NLNTVN phối hợp với Viện Di truyền nông nghiệp đã thiết kế và chế tạo thành công đưa vào sử dụng thiết bị chiếu xạ Gamma Cell trên cơ sở tận dụng nguồn phóng xạ đã qua sử dụng của y tế. Đây là thiết bị chiếu xạ gamma đầu tiên với mục đích dành riêng cho chiếu xạ đột biến giống cây trồng được sản xuất tại Việt Nam, là bước tiến quan trọng để các nhà khoa học chủ động trong công tác nghiên cứu, chọn tạo giống cây trồng mới bằng phương pháp đột biến phóng xạ. Thiết bị chiếu xạ này có thể chiếu xạ trên nhiều mẫu vật khác nhau, từ hạt khô, hạt nảy mầm, hạt phấn, các loạt mắt ghép cho cây ăn quả; đặc biệt, hoàn toàn chủ động về mặt thời gian chiếu xạ khi không cần phải gửi mẫu sang các cơ sở y tế.

b) Lĩnh vực bảo vệ thực vật

BX&ĐVPX cũng được ứng dụng trong lĩnh vực bảo vệ thực vật để gây bất dục công trùng, xác định sự di chuyển của các loại côn trùng và nghiên cứu tồn dư thuốc bảo vệ thực vật trong sản phẩm, trong đó phải kể đến kỹ thuật triệt sản côn trùng (SIT). Đây là hình thức kiểm soát côn trùng dựa trên việc sử dụng tia bức xạ ion chiếu từ giai đoạn nhộng với liều lượng thích hợp, đủ gây bất dục cho côn trùng trưởng thành, dẫn tới trứng sau giao phối không thể nở thành ấu trùng. Do đó, theo thời gian, số lượng cá thể của quần thể côn trùng giảm dần, tiến tới bị triệt tiêu. Lợi ích của việc sử dụng SIT bao gồm: giảm đáng kể thiệt hại trong sản xuất cây trồng và vật nuôi; bảo vệ các ngành trồng trọt và chăn nuôi thông qua việc ngăn chặn sự xâm nhập của dịch hại; tạo các điều kiện để xuất khẩu hàng hóa vào các thị trường có giá trị cao mà không bị hạn chế về kiểm dịch; bảo vệ và tạo việc làm nông nghiệp; giảm đáng kể chi phí sản xuất, bảo vệ sức khỏe con người, bảo vệ môi trường thông qua việc giảm sử dụng thuốc diệt côn trùng; kiểm soát côn trùng mang bệnh trung gian để bảo vệ sức khỏe con người.

Năm 2016, Viện Bảo vệ thực vật được Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Bộ Khoa học và Công nghệ giao chủ trì thực hiện dự án “Hỗ trợ kỹ thuật với IAEA xây dựng mô hình quản lý tổng hợp ruồi đục trái thanh long trên cơ sở phối hợp với kỹ thuật triệt sản côn trùng tại vùng trồng thanh long của tỉnh Bình Thuận”. Theo kế hoạch, kỹ thuật SIT được triển khai với quy mô 1.600 - 2.000ha cho hơn 1.000 hộ dân sản xuất thanh long tại xã Hàm Hiệp, huyện Hàm Thuận Bắc, tỉnh Bình Thuận. Hàng tháng, khoảng 15 triệu nhộng ruồi đục quả được nhân nuôi tại Viện Bảo vệ thực vật, sau đó chiếu xạ và thả vào mô hình.

Viện Bảo vệ thực vật - Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam triển khai với Mô hình IPM kết hợp với SIT quản lý ruồi hại quả trên diện rộng tại 1.967 ha

trồng thanh long tại xã Hàm Hiệp, huyện Hàm Thuận Bắc, tỉnh Bình Thuận trong giai đoạn 2020 - 2022. Mô hình đã khống chế tốt mật độ ruồi trên vườn quả thanh long tại xã Hàm Hiệp, theo đó tỷ lệ quả thanh long bị ruồi gây hại trung bình ba năm ở vườn vùng thực hành AW-IPM & SIT là 2,95%, trong khi tỷ lệ này ở vườn vùng đối chứng cao hơn và là 8,89%. Trong khuôn khổ dự án, 06 lượt cán bộ được tham gia đào tạo (trực tiếp tại nước ngoài và trực tuyến) và 03 lượt cán bộ tham gia học tập, làm việc cùng các chuyên gia đầu ngành. Tại cuộc hội thảo quốc tế về ruồi đục quả tổ chức tại Úc, dự án đã công bố 02 kết quả nghiên cứu về ruồi đục quả của Việt Nam.

c) Lĩnh vực nông hóa thổ nhưỡng

Ứng dụng NLNT trong lĩnh vực nông hóa thổ nhưỡng đến nay đã có một số kết quả nghiên cứu bước đầu về xói mòn đất canh tác nhằm giúp cho việc xây dựng các giải pháp khắc phục, quản lý và chống thoái hóa đất.

Nghiên cứu cho thấy việc đánh giá tốc độ xói mòn bằng kỹ thuật Cs-137 tương đương với trung bình quan trắc lâu dài bằng kỹ thuật đo trực tiếp truyền thống và có giá trị tuyệt đối cao hơn khi sử dụng kỹ thuật Be-7 cho một thời gian ngắn. Do đó, Viện Nghiên cứu hạt nhân (thuộc Viện NLNTVN) đã chủ trì, phối hợp với các đơn vị liên quan ứng dụng kỹ thuật Cs-137, Be-7 trong nghiên cứu đánh giá xói mòn đất và đã được thử nghiệm thành công ở khu vực Tây Nguyên, Lâm Đồng và Tây Bắc, ... giúp chúng ta xác định được mô hình canh tác tối ưu trong bảo vệ đất và chống xói mòn.

Viện NLNTVN đã hợp tác với các doanh nghiệp để triển khai giải pháp công nghệ vi lượng đất hiếm trong nông nghiệp, từ đó phát triển nông nghiệp theo hướng hữu cơ và bền vững. Việc sử dụng đất hiếm với liều lượng thích hợp không những làm tăng năng suất, chất lượng sản phẩm nông nghiệp, mà còn làm tăng khả năng kháng bệnh, giảm chi phí thuốc trừ sâu, giảm độc hại cho người sử dụng. Tuy nhiên, quy mô ứng dụng còn rất hạn chế. Do đó, cần tăng cường đầu tư, phối hợp giữa các cơ sở nghiên cứu, doanh nghiệp để có thể tiến tới quy mô thương mại. Một số sản phẩm tiêu biểu như:

- Chế phẩm phun lá đất hiếm 93 dùng trong nông nghiệp như một thứ phân bón vi lượng, giảm lượng phân bón thông thường. Phân bón vi lượng đất hiếm hữu cơ hiện được ứng dụng trong các mô hình trồng trọt như chè hữu cơ (Thái Nguyên), khổ qua, ớt sừng tại Viện Nghiên cứu nông nghiệp Lộc Trời, hay bưởi cam Hà Tĩnh, măng tây Quảng Ngãi...

- Phân vi lượng đất hiếm dùng cho cây chè bước đầu cho kết quả tốt tại Nhà máy chè Sông Lô, tỉnh Tuyên Quang.

Các chế phẩm trong đó có chất kích kháng bệnh thực vật, chất giữ nước giúp điều hòa độ ẩm đất, tăng hiệu suất sử dụng phân bón, chế phẩm kích thích tăng trưởng thực vật... đã được Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ bức xạ (Vinagamma), Viện Nghiên cứu hạt nhân nghiên cứu trên cơ sở ứng dụng bức xạ.

Ngoài ra, kỹ thuật hạt nhân cũng được ứng dụng để xác định hiệu quả của phân bón trong nông nghiệp. Trong kỹ thuật đồng vị, đồng vị ^{15}N được sử dụng phổ biến làm chất đánh dấu để định lượng chính xác sự di chuyển trong cây và đất của N có nguồn gốc từ phân bón. Thay vì sử dụng phân N bình thường (ví dụ: urê - $\text{H}_2^{14}\text{NCO}^{14}\text{NH}_2$) thì sử dụng phân có ^{15}N đánh dấu (ví dụ: urê 2% ^{15}N : $\text{H}_2^{15}\text{NCO}^{15}\text{NH}_2$). Cây sẽ sử dụng phân N đánh dấu giống như phân N bình thường nên sự di chuyển và tích lũy của ^{15}N trong cây hoặc trong đất trồng hoàn toàn có thể xác định được bằng máy khối phổ và quang phổ phát xạ dựa trên sự thay đổi của tỷ lệ $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ có trong cây, đất và nước. Bên cạnh đó, các loại phân N có đánh dấu vẫn rất an toàn với sức khỏe con người và môi trường.

d) Lĩnh vực chăn nuôi, thú y

Các giải pháp ứng dụng kỹ thuật hạt nhân cũng ngày được chú trọng và phát triển trong chăn nuôi thú y nhằm tạo ra các chủng vi sinh vật dùng trong sản xuất vắc xin phòng bệnh, diệt ấu trùng ký sinh và bảo vệ sức khỏe vật nuôi.

Các kỹ thuật hạt nhân và kỹ thuật phân tử, miễn dịch liên quan là những công cụ quan trọng để giúp phát hiện sớm, chính xác và nhanh chóng những dấu hiệu của dịch bệnh. Các tỷ số đồng vị bền có thể giúp truy dấu việc di chuyển của động vật, từ đó cho phép đánh giá một cách hiệu quả hơn nguy cơ lây nhiễm mầm bệnh. Việc chiếu xạ mầm bệnh với một liều chiếu xạ gamma có kiểm soát sẽ giúp phát triển loại vắc-xin có chứa mầm bệnh không có khả năng sao chép và tạo ra khả năng miễn dịch mạnh mẽ, đặc biệt đối với các trường hợp mầm bệnh ký sinh đã từng gây ra hậu quả nghiêm trọng đối với ngành chăn nuôi trên thế giới.

Trong giai đoạn từ năm 2016 - 2022, IAEA/FAO đã hỗ trợ Trung tâm Chẩn đoán Thú y Trung ương trong việc tăng cường năng lực phát hiện sớm, chẩn đoán nhanh, chính xác các bệnh động vật truyền qua biên giới và bệnh động vật lây sang người thông qua các dự án: Dự án VIE5019 về “Ứng dụng kỹ thuật liên quan đến hạt nhân trong chẩn đoán, xét nghiệm bệnh động vật truyền qua biên giới” giai đoạn 2016 - 2017, Dự án “Hỗ trợ khẩn cấp phòng chống bệnh Dịch tả lợn châu Phi và một số bệnh truyền nhiễm ở động vật cho khu vực Châu Á” giai đoạn 2019-2020, Dự án “Giảm thiểu tỉ lệ mắc và thiệt hại của bệnh động vật truyền qua biên giới và bệnh lây truyền từ động vật sang người” giai đoạn 2021-2022, tập trung vào hoạt động tập huấn, cung cấp trang thiết bị, máy móc, vật tư và cử chuyên gia tư vấn cho phòng thí nghiệm. Ngoài ra, Trung tâm còn tham gia chương trình hỗ trợ chẩn đoán Covid-19 của IAEA thuộc khuôn khổ của Dự án “Tăng cường năng lực cho các nước thành viên trong việc xây dựng, củng cố và ứng phó với trường hợp bùng phát dịch bệnh, tình huống khẩn cấp và thiên tai” - mã số INT0098, trong đó đã tiếp nhận các thiết bị và vật tư chẩn đoán, tổ chức khóa đào tạo thực hành về việc sử dụng các kỹ thuật chẩn đoán xét nghiệm vi rút SARS-CoV-2, cụ thể đã thiết lập và tập huấn quy trình chẩn đoán xét nghiệm SARS-CoV-2 ở động vật và người, thiết lập phòng chẩn đoán xét nghiệm SARS-CoV-2 được Bộ Y tế cấp giấy chứng nhận ngày 17/4/2020 và thực hiện chẩn đoán, xét nghiệm.

e) Lĩnh vực nuôi trồng thủy sản

Ứng dụng NLNT ở lĩnh vực nuôi trồng thủy sản mới được chú trọng hơn từ khoảng năm 2020 nên chưa có nhiều kết quả nổi bật. Một số nghiên cứu cho thấy, trong quá trình nuôi trồng thủy sản, việc sử dụng phụ gia đất hiếm cũng làm tăng tỷ lệ sống, tăng trưởng nhanh. Các nghiên cứu thử nghiệm trong nuôi tôm, cá, sò, trai còn cho thấy khả năng kích thích sự phát triển của nhiều enzym, tăng sức đề kháng với bệnh tật, ví dụ tôm tăng tỷ lệ sống tới 15%.

Đầu năm 2021, Viện NLNTVN đã hợp tác với công ty Atom Feed để triển khai dự án nuôi tôm thẻ chân trắng tại cửa sông Cổ Chiên, huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre. Nhóm đã thả tổng cộng 140 kí tôm vào bể, sau đó trộn vi lượng đất hiếm vào thức ăn cho tôm. Trong quá trình nuôi tôm, tiêu hóa và đường ruột của tôm rất tốt, dẫn đến giảm thiểu sử dụng kháng sinh vì tôm ít bị bệnh; thời gian tôm lột vỏ thấp hơn (còn 3 ngày thay vì 5 ngày). Đáng chú ý, sau 98 ngày, tỷ lệ tôm rớt của ao sử dụng đất hiếm là 5 con/kg, trong khi tỷ lệ ở 3 ao đối chứng lần lượt là 30, 45 và 52 con/kg. Tôm thu hoạch trong ao sử dụng đất hiếm đạt khối lượng 24,8 con/kg, vào thời điểm thuận lợi có thể lên tới 15-22 con/kg.

g) Lĩnh vực bảo quản và chế biến

Ứng dụng NLNT trong lĩnh vực bảo quản và chế biến đang là một giải pháp nâng cao chất lượng sản phẩm nông nghiệp Việt Nam xuất khẩu.

Xử lý kiểm dịch thực vật là điều kiện tiên quyết trong thương mại toàn cầu nhằm đảm bảo sản phẩm không bị nhiễm một số loài côn trùng gây hại, đặc biệt là với các sản phẩm rau quả tươi. Các phương pháp xử lý thông thường như diệt côn trùng bằng hóa chất có thể để lại dư lượng gây hại cho con người và môi trường, hoặc xử lý nhiệt có thể làm thay đổi mùi vị và kết cấu của thực phẩm; phương pháp chiếu xạ sử dụng tia gamma, chùm tia điện tử hoặc tia X liều thấp có thể xử lý kiểm dịch một lượng lớn thực phẩm, nâng cao độ an toàn cho thực phẩm, giảm nguy cơ gây bệnh nhờ gây bất hoạt các loại vi khuẩn, ký sinh trùng, nấm hay côn trùng gây bệnh.

Chiếu xạ thực phẩm có thể giảm sự hư hỏng, kéo dài thời gian bảo quản mà vẫn đảm bảo chất lượng thực phẩm, không gây rủi ro cho sức khỏe của người tiêu dùng. Trong nhiều thập kỷ qua, chiếu xạ được sử dụng để kiểm dịch thực vật và kéo dài thời hạn sử dụng của các sản phẩm nông nghiệp như gia vị, thảo mộc khô và rau thơm.

Các nông sản xuất khẩu cần chiếu xạ bao gồm thủy sản đông lạnh, trái cây đông lạnh và trái cây tươi. Tia gamma được sử dụng phổ biến nhất và có thể xử lý khoảng 1 tấn trái cây mỗi giờ. Năm 2019, khoảng 200 tấn trái cây tươi xuất khẩu của Việt Nam được chiếu xạ mỗi tuần bằng tia gamma và tia X. Những năm gần đây, Trung tâm chiếu xạ Hà Nội đã nhận được đơn hàng xử lý 100 tấn vải tươi xuất khẩu sang Úc, hiện đang có kế hoạch mở rộng dịch vụ chiếu xạ kiểm dịch quả bưởi và chanh leo, cũng như rau quả và thủy sản đông lạnh phục vụ tiêu dùng trong nước và xuất khẩu.

Hiện nay, công ty cổ phần chế biến thủy hải sản Sơn Sơn (chiều xạ Sơn Sơn) và công ty cổ phần chiều xạ An Phú đã được cấp phép chiều xạ cho 4 loại trái cây thanh long, chôm chôm, vải thiều và quả nhãn xuất khẩu sang thị trường Mỹ. Ngoài ra, chỉ có công ty cổ phần chế biến thủy hải sản Sơn Sơn (chiều xạ Sơn Sơn) và công ty TNHH chiều xạ Toàn Phát được cấp phép chiều xạ trái cây tươi xuất đi New Zealand. Trung tâm chiều xạ Hà Nội, công ty cổ phần chiều xạ An Phú và công ty cổ phần chế biến thủy hải sản Sơn Sơn (chiều xạ Sơn Sơn) được cấp phép chiều xạ cho quả vải xuất khẩu đi Úc. Năm 2023, bưởi và chanh cũng lần đầu tiên được chiều xạ kiểm dịch tại công ty TNHH chiều xạ Toàn Phát xuất sang New Zealand. Do đó, Việt Nam cần có kế hoạch tiến tới xây dựng các cơ sở chiều xạ mới sử dụng chùm tia điện tử và tia X để có thể đưa thiết bị chiều xạ thực phẩm trở thành một phần trong quá trình vận hành thông thường.

3.2. Đánh giá chung và những vấn đề đặt ra khi xây dựng quy hoạch mới

Cho đến nay, việc ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp mới được triển khai 4 trong tổng số 6 lĩnh vực, bao gồm: chọn tạo giống cây trồng; nông hóa, thổ nhưỡng; bảo vệ thực vật; bảo quản và chế biến. Hai lĩnh vực còn lại về chăn nuôi, thú y và nuôi trồng thủy sản chưa có được những hoạt động triển khai cụ thể. Trong những năm qua, kể từ khi được phê duyệt, vẫn chưa có nhiều hoạt động triển khai Quy hoạch chi tiết ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành nông nghiệp giai đoạn đến năm 2020. Vì thế, việc ứng dụng NLNT trong nông nghiệp ở Việt Nam còn hết sức hạn chế, tự phát, chủ yếu mới có một số kết quả đáng kể bước đầu trong chọn tạo giống đột biến; chiều xạ kiểm dịch nông sản, thủy sản.

Nhìn chung, các nghiên cứu triển khai ứng dụng NLNT trong lĩnh vực nông nghiệp chưa có được sự đầu tư về cơ sở vật chất, nhân lực tương xứng với tiềm năng và triển vọng. Một số mục tiêu đã được đặt ra trong Quy hoạch chi tiết chẳng hạn như tăng cường cơ sở vật chất, tạo ra và đưa vào sản xuất 3-4 giống đột biến cho mỗi loại cây trồng nông nghiệp hàng năm; 1-2 giống đột biến cho mỗi cây ăn quả, cây công nghiệp lâu năm và cây lâm nghiệp,... về cơ bản còn ít được đầu tư nguồn lực. Theo Quy hoạch chi tiết, trong giai đoạn 2010 - 2015, trang bị 15-17 buồng gamma để nâng cấp các phòng thí nghiệm về chọn tạo giống cây trồng và vi sinh; đến năm 2020 xây dựng 2 trung tâm, 10 phòng thí nghiệm, 2-3 nhà máy, 9-12 cơ sở chiều xạ; tuy nhiên, hiện nay chưa cơ sở nào được triển khai. Cần tiếp tục đầu tư nghiên cứu, ứng dụng trong lĩnh vực tạo giống đột biến, kỹ thuật tiết sinh côn trùng cũng cần thiết tiếp tục mở rộng thị trường xuất khẩu, từ đó tạo lực kéo cho sản xuất trong nước, tạo điều kiện mở rộng quy mô ứng dụng công nghệ chiều xạ trong xử lý sau thu hoạch và ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong trồng trọt.

Một số nhiệm vụ và giải pháp ứng dụng NLNT trong ngành nông nghiệp trong giai đoạn tới:

- Về các nhiệm vụ: Ứng dụng NLNT trong lĩnh vực trồng trọt - bảo vệ thực vật gây đột biến để chọn tạo giống mới đối với cây trồng chủ lực: lúa, gạo, ngô, đậu đỗ, nấm ăn và cây rau màu có giá trị kinh tế cao, kết hợp chặt chẽ với thành tựu công nghệ sinh học như dùng chất chỉ thị phân tử để xác định, định hướng và

đẩy nhanh mục tiêu chọn giống thích nghi với biến đổi khí hậu; tăng khả năng cạnh tranh sản phẩm sạch, chất lượng cao nhằm đáp ứng nhu cầu thị trường quốc tế. Xem xét ứng dụng bức xạ ion hóa và NLNT đối với ngành chăn nuôi, thủy sản trong tạo giống. Thực hiện ứng dụng NLNT trong phát triển kinh tế - xã hội; trong đó hoàn thiện thiết bị, nâng công suất của các Trung tâm chiếu xạ tập trung nhằm phục vụ nhu cầu chiếu xạ của nông sản, thực phẩm, hoa quả... phục vụ xuất khẩu vào các thị trường có yêu cầu khắt khe như Mỹ, Nhật Bản, Úc...

- Về các giải pháp: Đầu tư phòng thí nghiệm, trung tâm chiếu xạ tập trung và kết hợp công nghệ sinh học từng bước phát triển hệ thống nghiên cứu, ứng dụng NLNT, đa dạng hóa nguồn vốn đầu tư: từ kinh phí sự nghiệp khoa học, đào tạo, đầu tư xây dựng cơ bản và nguồn vốn do hợp tác quốc tế. Đầu tư xây dựng phòng hoặc trung tâm chuyên sản xuất hàng loạt côn trùng tiết sinh và côn trùng có ích khác và phóng thích vào thiên nhiên để khống chế, giảm số lượng của loài gây hại ở ngưỡng an toàn phục vụ công tác bảo vệ thực vật, kết hợp quản lý dịch hại tổng hợp và an toàn nông nghiệp. Hỗ trợ đào tạo và sử dụng nguồn nhân lực về nghiên cứu, ứng dụng bức xạ trong phát triển ngành nông nghiệp; bố trí kinh phí hỗ trợ nhiệm vụ khoa học ứng dụng NLNT; khuyến khích các cơ sở nghiên cứu của ngành chủ động hợp tác nghiên cứu, tham gia hội nghị, hội thảo với tổ chức quốc tế về ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình.

4. Tổng quan kết quả phát triển ứng dụng bức xạ trong công nghiệp

“Quy hoạch chi tiết phát triển ứng dụng bức xạ trong công nghiệp và các ngành kinh tế-kỹ thuật khác đến năm 2020” đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 127/QĐ-TTg ngày 20/01/2011.

Mục tiêu chung của Quy hoạch chi tiết là đẩy mạnh phát triển ứng dụng bức xạ mang tính truyền thống; tăng nhanh năng lực cạnh tranh của các doanh nghiệp hoạt động ứng dụng bức xạ của Việt Nam; xây dựng tiền đề cho phát triển ứng dụng bức xạ thành một ngành công nghiệp công nghệ cao với 4 lĩnh vực ứng dụng chủ yếu: Kiểm tra không phá hủy (NDT), hệ điều khiển hạt nhân (NCS), chiếu xạ công nghiệp và kỹ thuật đánh dấu đồng vị phóng xạ (Tracer).

Các chỉ tiêu cụ thể cho lĩnh vực NDT được nêu ra theo Bảng 1.

Bảng 1. Chỉ tiêu cụ thể cho lĩnh vực NDT

TT	Mục tiêu	2011-2015	2016-2020
1	Tỷ lệ tăng doanh thu dịch vụ NDT (Tỷ trọng xuất khẩu dịch vụ trên tổng doanh thu)	15% (5%)	20% (15%)
2	Tỷ lệ đáp ứng nhu cầu về dịch vụ NDT trong nước	65%	75%
3	Mức tăng trưởng số cơ sở dịch vụ NDT	10%	11%
4	Tỷ lệ nội địa hóa thiết bị	-	25%
5	Phát triển cơ sở hạ tầng đạt chuẩn quốc tế		

- Số cơ sở cung cấp, bảo dưỡng, sửa chữa thiết bị	2	5
- Số cơ sở sản xuất, chế tạo thiết bị	1	1
- Số phòng thí nghiệm về ứng dụng NDT		

4.1. Tổng quan kết quả

Trong những năm qua, Bộ Công Thương đã chủ trì, phối hợp tiếp tục thực hiện Đề án “Phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp đến năm 2020” thuộc Kế hoạch tổng thể thực hiện Chiến lược ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020. Tuy nhiên, các hoạt động chưa tập trung vào việc triển khai các nhiệm vụ của Quy hoạch chi tiết phát triển ứng dụng bức xạ trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác đến năm 2020 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt từ tháng 01 năm 2011.

Trong giai đoạn 2010 - 2013 đã có 31 Đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ và 02 dự án sản xuất thử nghiệm được phê duyệt và triển khai thực hiện trên cả 4 lĩnh vực (NDT, NCS, chiếu xạ công nghiệp và tracer) với tổng kinh phí khoảng 83 tỷ đồng. Kinh phí nghiên cứu, phân bổ theo các năm được thống kê trong Bảng 2.

Bảng 2. Kinh phí nghiên cứu phân bổ theo các năm từ 2010 - 2013

Năm	Đề tài R&D	Dự án sản xuất thử nghiệm	Kinh phí (tỷ đồng)
2010	08	01	10,22
2011	02	0	3,1
2012	10	01	27,588
2013	11	0	41,72

Đề án “Phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp đến năm 2020” đã đạt được một số kết quả nghiên cứu và ứng dụng thực tế nhất định, trong đó có ứng dụng công nghệ chiếu xạ tia gamma dùng nguồn ^{60}Co trong ngành công nghiệp dệt may, ứng dụng kỹ thuật soi tia gamma kiểm tra tình trạng kỹ thuật của tháp chưng cất hóa dầu, chế tạo thử nghiệm thành công thiết bị đo phóng xạ bao gồm phần cứng và phần mềm, chế tạo được thiết bị máy phổ kế gamma xách tay, máy phát tia X và xây dựng được các quy trình phân tích nhanh hàm lượng 4 ôxít CaO , Fe_2O_3 , SiO_2 và Al_2O_3 phục vụ sản xuất xi măng, chế tạo thành công hệ đảo hàng cho chiếu xạ công nghiệp sử dụng nguồn ^{60}Co .

Bộ Công Thương đã chủ trì triển khai thành công một số đề tài nghiên cứu ứng dụng các phương pháp, kỹ thuật NDT, các kỹ thuật cao cũng đã được triển khai như chụp ảnh NDT kỹ thuật số, dòng điện xoáy, siêu âm phased array 3D.

Trung tâm Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp (CANTI) đã nghiên cứu, thiết kế và chế tạo thành công thiết bị chụp ảnh cắt lớp thể hệ 3 và thiết bị CT/SPECT công nghiệp có nhiều ứng dụng trong công nghiệp dầu khí. Ngoài ra, trong khuôn khổ chương trình KC05, Trung tâm còn nghiên cứu và chế tạo thiết bị

CT GORBIT và phần mềm dựng ảnh đã xuất khẩu sang 7 nước theo đặt hàng của IAEA.

Phương pháp kiểm tra không phá hủy (NDT) cũng đã được Viện NLNTVN nghiên cứu ứng dụng để kiểm tra chất lượng cọc nhồi các trụ cầu, độ chặt nền đường, nền móng nhà xưởng, chất lượng mối hàn, đường ống, bình chứa, nồi hơi của nhiều công trình lớn của quốc gia như cầu Mỹ Thuận, cầu Việt Trì, nhà máy nhiệt điện Phú Mỹ, Nhà máy lọc dầu Dung Quất, các công trình thủy điện.

Thời gian qua, ứng dụng kỹ thuật Tracer trong công nghiệp và các ngành tế - kỹ thuật đã đạt được một số kết quả bao gồm việc thiết lập được công nghệ khảo sát cho các pha dầu, nước và khí với hơn 20 chất khác nhau, xây dựng các được các thuật toán và chương trình tính toán mô phỏng được IAEA và nhiều nước đánh giá cao; triển khai kỹ thuật đánh dấu trên các mỏ dầu ở Việt Nam và xuất khẩu dịch vụ sang nước ngoài như Kuwait, Angola và gần đây đang mở kênh dịch vụ sang Malaysia và các nước trong khu vực.

Về Chiếu xạ và xử lý bức xạ: Nghiên cứu và ứng dụng công nghệ bức xạ đã được triển khai chủ yếu trong các lĩnh vực soi chiếu hệ thống công nghiệp; chiếu xạ thủy hải sản và nông sản, đặc biệt là hoa quả phục vụ xuất khẩu; khử trùng dụng cụ y tế; chế tạo các vật liệu nhờ xử lý bức xạ. Với 6 cơ sở chiếu xạ được trang bị 9 thiết bị chiếu xạ quy mô công nghiệp ở Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh, Bình Dương, Vĩnh Long và Cần Thơ, Việt Nam được đánh giá là một trong những nước có số lượng các thiết bị tương đối nhiều so với các nước trong khu vực Đông Nam Á (Thái Lan 4 máy Co-60, 1 EB), Indonesia 4 máy, Malaysia 6 máy).

Trung tâm nghiên cứu và triển khai công nghệ bức xạ (VINAGAMMA) đã nghiên cứu, làm chủ công nghệ thiết kế, chế tạo thiết bị chiếu xạ Co-60 VINAGA1 và lắp đặt đi vào hoạt động tại Cơ sở chiếu xạ Đà Nẵng từ năm 2019 và đã cử chuyên gia sang hỗ trợ cho Cuba trong việc triển khai dự án khôi phục thiết bị chiếu xạ tại Viện nghiên cứu thực phẩm La Habana Cuba.

Đầu năm 2016, Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội đã hoàn thành việc nâng cấp dây chuyền công nghệ chiếu xạ công suất 300 tấn quả/ngày nhằm đáp ứng nhu cầu chiếu xạ thực phẩm, nông sản phía Bắc. Doanh thu từ chiếu xạ ở quy mô công nghiệp phục vụ xuất khẩu đối với các mặt hàng hoa quả, thủy sản, hải sản... vào các thị trường khó tính như Mỹ, Nhật, Úc... đạt hàng trăm tỷ đồng mỗi năm. Trong lĩnh vực chất lượng vệ sinh an toàn thực phẩm, cần nghiên cứu xây dựng và ban hành các tiêu chuẩn, quy định cụ thể liên quan đến việc xử lý chiếu xạ các loại thực phẩm nhất định, đảm bảo chất lượng trước khi đưa ra thị trường như các nước phát triển.

Trung tâm Vinagamma, Viện Nghiên cứu hạt nhân đã triển khai nhiều đề tài nghiên cứu ứng dụng công nghệ bức xạ đã tạo ra được các chế phẩm dùng trong nông nghiệp trong đó có chất kích kháng bệnh thực vật, chất giữ nước giúp điều hòa độ ẩm đất và tăng hiệu suất sử dụng phân bón, chế phẩm kích thích tăng trưởng thực vật. Tuy nhiên, quy mô ứng dụng còn rất hạn chế. Do đó, cần tăng

cường đầu tư, phối hợp giữa các cơ sở nghiên cứu, doanh nghiệp để có thể tiến tới quy mô thương mại.

Ứng dụng năng lượng bức xạ trong khử trùng dụng cụ y tế, dược phẩm bước đầu được thực hiện ở quy mô nhỏ. VINAGAMMA sử dụng các thiết bị SVSTCo-60/B (phát tia gamma) và thiết bị UELR-10-15T (phát tia điện tử) cho mục đích chiếu xạ khử trùng dụng cụ y tế, dược phẩm, mỹ phẩm, dụng cụ nuôi cấy mô - tế bào. Ngoài ra, VINAGAMMA đã chế tạo thành công vật liệu nano vàng, nano bạc có thể sử dụng chế tạo ra các sản phẩm kháng khuẩn.

Ứng dụng công nghệ bức xạ ở Việt Nam chủ yếu tập trung ở lĩnh vực chiếu xạ để kiểm dịch hoa quả và thủy hải sản xuất khẩu, trong khi đó công nghệ bức xạ ở các nước trên thế giới có rất nhiều ứng dụng và hiệu quả kinh tế cao. Trong lĩnh vực công nghiệp, ứng dụng công nghệ bức xạ cho sản xuất chất bán dẫn ở Mỹ và Nhật Bản đạt quy mô kinh tế 37 tỷ USD và 28 tỷ USD tương ứng.

4.2. Đánh giá chung và những vấn đề đặt ra khi xây dựng quy hoạch mới

Trong những năm qua, Bộ Công Thương đã chủ trì, phối hợp tiếp tục thực hiện Đề án “Phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp đến năm 2020” thuộc Kế hoạch tổng thể thực hiện Chiến lược ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020. Tuy nhiên, các hoạt động chưa tập trung vào việc triển khai các nhiệm vụ của Quy hoạch chi tiết phát triển ứng dụng bức xạ trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác đến năm 2020 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt từ tháng 01 năm 2011.

Việc thống kê, đánh giá đầy đủ hơn về quy mô đầu tư cho từng lĩnh vực, các đơn vị tham gia chủ yếu, việc công bố các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước, đặc biệt cần đưa ra được các số liệu để so sánh, đối chiếu với các chỉ tiêu của Quy hoạch chi tiết. Đây cũng là một nhiệm vụ quan trọng để có thể đánh giá, định lượng tác động KT-XH của đóng góp ứng dụng BX&ĐVPX trong các lĩnh vực Công nghiệp.

Từ thực tiễn phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực công nghiệp, trong giai đoạn tới cần tăng cường hợp tác, phối hợp giữa các cơ quan quản lý của các Bộ, ngành, địa phương liên quan và các tổ chức nghiên cứu - triển khai, doanh nghiệp, bám sát vào thực tiễn để có hiệu quả đóng góp trong lĩnh vực công nghiệp, phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, đồng thời tăng cường hợp tác quốc tế, kết hợp giữa các tổ chức nghiên cứu, doanh nghiệp trong nước với nước ngoài.

Trong giai đoạn tới, bên cạnh việc thúc đẩy nghiên cứu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực công nghiệp, cần phối hợp trong công tác thống kê, đánh giá hiệu quả KT-XH và dự báo phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp, tích cực chuẩn bị các luận cứ cho việc xây dựng định hướng phát triển cho giai đoạn sau năm 2020. Trong lĩnh vực công nghệ bức xạ, việc ứng dụng máy gia tốc (đặc biệt là máy gia tốc chùm tia điện tử) có nhiều triển vọng đóng góp có giá trị kinh tế - kỹ thuật cao ở Việt Nam trong tương lai, cần nghiên cứu, đầu tư, phát triển công nghệ bức xạ ứng dụng máy gia tốc chùm tia điện tử và các công nghệ xử lý bức xạ hướng đến các sản phẩm có giá trị kinh tế; cần có kế hoạch

phát triển nguồn nhân lực và tiếp tục đầu tư cơ sở nghiên cứu, ứng dụng máy gia tốc chùm tia điện tử.

5. Tổng quan ứng dụng bức xạ trong soi chiếu an ninh - hải quan

Việc sử dụng bức xạ tia X có mức năng lượng lớn phát ra từ các máy gia tốc với khả năng đâm xuyên lớn đã cho phép cán bộ an ninh - hải quan kiểm tra được chính xác nội dung hàng hóa chứa trong các thùng container kiên cố với thời gian tương đương việc soi chiếu hành lý ở các sân bay mà không cần phải làm các thủ tục mở thùng hàng để kiểm tra trực tiếp với thời gian lên tới nhiều giờ/mỗi container. Kỹ thuật soi container cũng có tác dụng to lớn trong hỗ trợ xuất khẩu hàng hóa tới các quốc gia có yêu cầu soi chiếu container hàng hóa trước khi nhập khẩu vào nội địa, như Hoa Kỳ, giúp hàng hóa không phải trải qua quá trình soi chiếu một lần nữa, giảm chi phí và thời gian lưu kho bãi tại nước sở tại.

Tính đến năm 2019, ngành Hải quan Việt Nam đã được trang bị 16 hệ thống thiết bị bức xạ gia tốc soi container, gồm 03 hệ thống soi cố định, 01 hệ thống soi dạng công và 12 hệ thống soi di động, đem lại hiệu quả rõ rệt trong việc đẩy nhanh thời gian làm thủ tục thông quan hàng hóa, giảm thiểu các nguy cơ về buôn lậu, trốn thuế hoặc vận chuyển ma túy, vũ khí, chất phóng xạ...

Với công suất soi chiếu đạt khoảng 200 container/ngày, số lượng máy soi container trong cả nước hiện vẫn còn quá ít so với nhu cầu thực tế, đặc biệt tại các cảng, cửa khẩu có lượng hàng hóa xuất nhập khẩu lớn. Công nghệ bức xạ đã được ứng dụng hiệu quả trong soi chiếu an ninh hải quan và nhiều triển vọng phát triển. Đây cũng là một nội dung quan trọng của phát triển ứng dụng NLNT phục vụ phát triển KT-XH nên cần được đề xuất thành một hợp phần riêng được lập để tích hợp vào quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050. Bên cạnh đó, cần tăng cường tổ chức đào tạo chuyên môn, nghiệp vụ kỹ thuật và xây dựng năng lực vận hành, bảo trì hệ thống thiết bị soi chiếu container đáp ứng yêu cầu thực tiễn của ngành hải quan.

II. Tổng quan phát triển cơ sở hạ tầng năng lượng hạt nhân, tăng cường tiềm lực khoa học và công nghệ hạt nhân, các giải pháp bảo đảm an toàn, an ninh

1. Tổng quan về phát triển cơ sở hạ tầng năng lượng hạt nhân

Ngày 27/12/2007, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2050 (Quyết định số 1855/QĐ-TTg), trong đó đã đề ra các mục tiêu, chỉ tiêu và định hướng phát triển điện hạt nhân giai đoạn đến năm 2020 và 2050.

Trong giai đoạn 2002 - 2009, Bộ Công Thương giao Tập đoàn Điện lực Việt Nam thực hiện Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi các dự án điện hạt nhân, Bộ KH&CN thực hiện nghiên cứu các vấn đề cần thiết cho phát triển ĐHN và báo cáo Chính phủ trình Quốc hội. Trên cơ sở đó, ngày 25/11/2009, Quốc hội đã thông qua Nghị quyết số 41/2009/NQ-QH12 về chủ trương đầu tư Dự án ĐHN Ninh Thuận, gồm 2 nhà máy, để cung cấp điện cho hệ thống điện quốc gia, góp phần

phát triển KT-XH của đất nước và tỉnh Ninh Thuận, mỗi nhà máy có 2 tổ máy với tổng công suất phát điện mỗi nhà máy khoảng 2.000 MW, công nghệ lò nước nhẹ cải tiến, thế hệ lò hiện đại nhất, đã được kiểm chứng, bảo đảm tuyệt đối an toàn và hiệu quả kinh tế tại thời điểm lập dự án đầu tư.

Ngày 17/6/2010, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 906/QĐ-TTg phê duyệt Định hướng quy hoạch phát triển ĐHN ở Việt Nam giai đoạn đến năm 2030. Định hướng quy hoạch phát triển điện hạt nhân đã đưa ra các mục tiêu tổng quát cho chương trình phát triển ĐHN của Việt Nam cũng như các mục tiêu cụ thể về lộ trình thực hiện dự án, chuyển giao công nghệ, phát triển nguồn nhân lực,...

Tháng 7/2011, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 1208/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn đến năm 2020 có xét đến năm 2030. Trên cơ sở tình hình thực tiễn của việc phát triển ĐHN và báo cáo, đề xuất của các Bộ, ngành liên quan, tháng 3/2016, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 428/QĐ-TTg phê duyệt điều chỉnh Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn đến năm 2020 có xét đến năm 2030, trong đó có việc điều chỉnh tiến độ thực hiện Dự án ĐHN Ninh Thuận nhằm đảm bảo công tác chuẩn bị tốt nhất. Theo đó mục tiêu đến năm 2028 đưa tổ máy ĐHN đầu tiên vào vận hành; đến năm 2030, nguồn ĐHN có công suất 4.600 MW, chiếm 5,7% sản lượng điện sản xuất.

Công tác phát triển cơ sở hạ tầng ĐHN đã được tiến hành tại Việt Nam từ giai đoạn trước năm 2002. Từ khi Quốc hội phê duyệt Nghị quyết số 41/2009/NQ-QH12, các Bộ, ngành đã tiến hành nhiều hoạt động phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân nhằm thực hiện những nhiệm vụ được Thủ tướng Chính phủ giao trong các Quy hoạch, văn bản.

Trong giai đoạn 2009-2014, Bộ KH&CN đã phối hợp với IAEA và các cơ quan liên quan tổ chức các hoạt động đánh giá tích hợp cơ sở hạ tầng hạt nhân và đưa ra các khuyến cáo, đề xuất cho việc phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân của Việt Nam. Đoàn công tác của IAEA kết luận rằng Việt Nam đã đạt được những tiến bộ đáng kể trong việc phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân; tuy nhiên vẫn cần triển khai một khối lượng công việc lớn cho giai đoạn đến năm 2020. Đoàn công tác INIR 2012 của IAEA đã đưa ra 42 khuyến cáo, 14 đề xuất để giải quyết các điểm còn thiếu sót được xác định thông qua quá trình đánh giá, trong đó chỉ ra 7 lĩnh vực trọng tâm cần triển khai thực hiện.

Trên cơ sở nghiên cứu thực tiễn phát triển cơ sở hạ tầng ĐHN của Việt Nam, các tài liệu hướng dẫn và các khuyến cáo của IAEA trong báo cáo của Đoàn công tác IAEA, Bộ KH&CN đã phối hợp các Bộ, ngành liên quan hoàn thiện Kế hoạch tổng thể phát triển cơ sở hạ tầng ĐHN giai đoạn đến năm 2020 trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt (Quyết định số 2241/QĐ-TTg ngày 11/12/2014). Mục tiêu của Kế hoạch tổng thể là phát triển đồng bộ, toàn diện cơ sở hạ tầng điện hạt nhân quốc gia phù hợp với hướng dẫn của IAEA và thực tiễn Việt Nam, đáp ứng yêu cầu triển khai Dự án ĐHN Ninh Thuận bảo đảm an toàn, an ninh, hiệu quả.

Triển khai Kế hoạch tổng thể, các Bộ, ngành, địa phương đã thực hiện các nhiệm vụ được giao, trong đó một số văn bản đã được trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt. Với vai trò chủ trì, phối hợp tổ chức triển khai các nhiệm vụ được giao trong Kế hoạch tổng thể, tháng 9/2016, Bộ KH&CN đã Báo cáo tình hình thực hiện Kế hoạch tổng thể trên cơ sở báo cáo của các Bộ, ngành, địa phương liên quan.

Ngày 22/11/2016, Quốc hội đã ban hành Nghị Quyết số 31/2016/QH14 về việc dừng thực hiện chủ trương đầu tư Dự án điện hạt nhân Ninh Thuận. Thực hiện Nghị quyết số 31, Thủ tướng Chính phủ đã có Quyết định số 545/QĐ-TTg ngày 20/4/2017 thành lập Ban Công tác liên ngành xử lý công việc sau khi dừng Dự án ĐHN Ninh Thuận (Ban công tác) do Bộ trưởng Bộ Công Thương làm Trưởng ban với sự tham gia của đại diện các Bộ ngành liên quan để giúp Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ xử lý các vấn đề về kinh tế - tài chính và kỹ thuật, các vấn đề có tính liên ngành khi dừng đầu tư Dự án ĐHN Ninh Thuận.

2. Về định hướng quy hoạch địa điểm lưu giữ, chôn cất chất thải phóng xạ, quy hoạch mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia

2.1 Về định hướng quy hoạch địa điểm lưu giữ, chôn cất chất thải phóng xạ

Ngày 28/12/2010, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt “Định hướng quy hoạch địa điểm lưu giữ, chôn cất chất thải phóng xạ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050” tại Quyết định số 2376/QĐ-TTg ngày 28/12/2010 với mục tiêu chung là định hướng quy hoạch địa điểm đạt tiêu chuẩn để lưu giữ, chôn cất chất thải phóng xạ trên phạm vi toàn quốc nhằm bảo đảm việc quản lý an toàn chất thải phóng xạ, làm cơ sở để triển khai thực hiện đầu tư xây dựng các kho lưu giữ, chôn cất chất thải phóng xạ quốc gia.

Kế hoạch tổng thể phát triển cơ sở hạ tầng điện hạt nhân giai đoạn đến năm 2020 (Quyết định số 2241/QĐ-TTg ngày 11/12/2014) đã giao Bộ Xây dựng chủ trì xây dựng “Quy hoạch địa điểm lưu giữ, chôn cất chất thải phóng xạ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050” để trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt.

Hiện nay, Việt Nam chưa có cơ sở quốc gia về lưu giữ chất thải phóng xạ. Nước ta hiện có hai cơ sở quản lý chất thải phóng xạ là Phòng Công nghệ nước và Thải phóng xạ tại Viện Nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt và một cơ sở khác là Trung tâm Quản lý chất thải phóng xạ tại Phùng, Hà Nội. Ngoài ra, có 4 kho chứa nguồn phóng xạ kín đã qua sử dụng được đặt ở một số đơn vị: Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân, Trung tâm đánh giá không phá hủy, Liên đoàn Vật lý Địa chất, Bộ tư lệnh hóa học. Thời gian qua các đơn vị đã có các đầu tư kỹ thuật để tăng cường đảm bảo ATBX cho cơ sở lưu giữ chất thải phóng xạ của đơn vị. Việc xây dựng và quản lý các kho lưu giữ số lượng lớn các nguồn phóng xạ kín đã qua sử dụng cần sớm có giải pháp quy hoạch quy mô quốc gia, đáp ứng yêu cầu ngày càng tăng nhanh của quá trình công nghiệp hóa và đảm bảo an toàn, an ninh nguồn phóng xạ.

2.2 Về Quy hoạch mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia

Ngày 31/8/2010, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 1636/QĐ-TTg phê duyệt “Quy hoạch mạng QT&CBPXMT quốc gia đến năm 2020” với mục tiêu xây dựng mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia nằm trong mạng lưới quan trắc môi trường quốc gia. Mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia đến năm 2020 gồm có: 01 Trung tâm điều hành, 04 Trạm vùng, 16 Trạm địa phương và 01 hệ thống quan trắc môi trường thuộc Bộ Quốc phòng.

Bộ KH&CN đã ban hành Thông tư 27/2010/TT-BKHCN ngày 30/12/2010 về hướng dẫn xây dựng, quản lý mạng lưới QT&CBPXMT và Thông tư 16/2013/TT-BKHCN ngày 30/7/2013 về “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Mạng lưới quan trắc và cảnh báo phóng xạ quốc gia”. Tháng 10/2011, Bộ KH&CN đã có công văn gửi Sở KH&CN các tỉnh có trạm địa phương trong Quy hoạch để hướng dẫn lập dự án đầu tư, xây dựng trạm địa phương. Một số tỉnh đã lập Dự án đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng Trạm địa phương như Lào Cai, Nghệ An, Bình Thuận, (Lạng Sơn đã xin đất). Trong đó Lào Cai đã hoàn thành việc xây dựng nhà đặt thiết bị cho Trạm địa phương và đang chờ được cung cấp các trang thiết bị. Một số tỉnh đang chuẩn bị lập Dự án đầu tư xây dựng trạm địa phương như Phú Yên, Sơn La. Viện NLNTVN duy trì, cập nhật và bổ sung số liệu quan trắc phóng xạ môi trường, triển khai các nghiên cứu đánh giá khả năng phát tán và ảnh hưởng của phóng xạ từ các nhà máy điện hạt nhân đến Việt Nam. Việc rà soát quy hoạch mạng lưới QT&CBPXMT cần được triển khai sớm để có phương án thích hợp cho đầu tư phát triển theo từng giai đoạn. Đây cũng là nội dung quan trọng được đề xuất trong xây dựng Quy hoạch thời kỳ tới.

3. Xây dựng và hoàn thiện hệ thống pháp luật, hệ thống quản lý và cơ chế, chính sách

Chiến lược ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020 đề ra giải pháp “Hoàn thiện hệ thống các cơ quan quản lý nhà nước về NLNT và an toàn bức xạ, hạt nhân theo nguyên tắc bảo đảm tính độc lập giữa các cơ quan này trong quá trình thực thi nhiệm vụ của mình. Quy hoạch và xây dựng các tổ chức nghiên cứu - triển khai, hỗ trợ kỹ thuật phục vụ quản lý nhà nước, sản xuất và dịch vụ trong lĩnh vực ứng dụng NLNT và an toàn bức xạ, hạt nhân”. Chiến lược cũng đã đề ra “Xây dựng và hoàn thiện hệ thống pháp luật về NLNT bao gồm ban hành Luật NLNT, các Nghị định, Thông tư hướng dẫn thi hành, các quy định, quy chế, tiêu chuẩn kỹ thuật và các cơ chế, chính sách phù hợp với tính chất đặc thù có yêu cầu cao về tính an toàn, kỷ luật hành chính, sự phức tạp về kỹ thuật và nhạy cảm về chính trị”.

Ngày 03/6/2008, Quốc hội Khóa XII (kỳ họp 3) đã thông qua Luật NLNT, có hiệu lực kể từ ngày 01/01/2009. Luật quy định về các hoạt động trong lĩnh vực NLNT và đảm bảo an toàn, an ninh trong các hoạt động đó. Luật NLNT ra đời đã kịp thời thiết lập cơ sở pháp luật cơ bản trong lĩnh vực NLNT. Thực hiện Luật NLNT năm 2008, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định thành lập Hội đồng An toàn hạt nhân quốc gia (Quyết định số 446/QĐ-TTg ngày 7/4/2010) và Hội đồng phát triển ứng dụng NLNT quốc gia (Quyết định số 706/QĐ-TTg ngày 8/5/2013), theo đó: Hội đồng An toàn hạt nhân quốc gia là cơ quan tư vấn giúp

Thủ tướng Chính phủ trong chỉ đạo, giải quyết những vấn đề quan trọng, liên ngành về đảm bảo an toàn hạt nhân; Hội đồng Phát triển ứng dụng NLNT quốc gia là cơ quan tư vấn của Thủ tướng Chính phủ, có nhiệm vụ giúp Thủ tướng trong chỉ đạo, giải quyết những vấn đề quan trọng, liên ngành về phát triển, ứng dụng NLNT.

Trên cơ sở Luật NLNT năm 2008, 04 Nghị định đã được ban hành bao gồm: Nghị định số 07/2010/NĐ-CP ngày 25/01/2010 quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật NLNT, Nghị định số 70/2010/NĐ-CP ngày 22/6/2010 quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật NLNT về nhà máy điện hạt nhân, Nghị định số 107/2013/NĐ-CP ngày 20/9/2013 quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực NLNT, Nghị định số 124/2013/NĐ-CP ngày 14/10/2013 quy định chính sách ưu đãi, hỗ trợ người đi đào tạo trong lĩnh vực NLNT.

Trong giai đoạn 2006-2017, Bộ Khoa học và Công nghệ, Bộ Công Thương và các bộ, ngành liên quan đã xây dựng và trình Thủ tướng Chính phủ ban hành 30 quyết định (giai đoạn 2006-2010: 13 quyết định, giai đoạn 2011-2015: 16 quyết định; giai đoạn 2016-2017: 01 quyết định). Bộ Khoa học và Công nghệ (KH&CN), Bộ Công Thương, Bộ Tài Chính đã xây dựng và ban hành 42 thông tư (giai đoạn 2006-2010: 10 thông tư; giai đoạn 2011-2015: 25 thông tư; giai đoạn 2016-2017: 12 thông tư) để hướng dẫn thi hành các Nghị định của Chính phủ, Quyết định của Thủ tướng Chính phủ; ban hành 63 tiêu chuẩn kỹ thuật Việt Nam về ATBX và an toàn hạt nhân (trong đó có 44 tiêu chuẩn về an toàn bức xạ, 19 tiêu chuẩn về an toàn hạt nhân). Thực hiện Nghị định số 07/2010/NĐ-CP ngày 25/01/2010, Bộ KH&CN đã phối hợp với các Bộ, ngành liên quan trình Thủ tướng Chính phủ ban hành chế độ phụ cấp ưu đãi nghề nghiệp đối với người làm việc trong các đơn vị thuộc lĩnh vực NLNT của Bộ KH&CN (Quyết định số 45/2014/QĐ-TTg ngày 15/8/2014).

Nhìn chung, hệ thống pháp luật trong lĩnh vực NLNT đã được hình thành và phát huy tác dụng trong thực tiễn. Tuy nhiên, trong thực tiễn áp dụng còn có một số vướng mắc, bất cập; một số quy định chưa phù hợp với các khuyến cáo của IAEA và thông lệ quốc tế; một số lĩnh vực chưa có quy định trong Luật cần yêu cầu hoàn thiện trong dự án Luật NLNT sửa đổi. Để hoàn thiện hệ thống pháp luật về phát triển, ứng dụng NLNT, cần thiết bổ sung các quy định về phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong các ngành KT-XH trong Luật và các văn bản dưới Luật; các văn bản về chính sách ưu đãi, thu hút chuyên gia trình độ cao làm việc trong lĩnh vực NLNT; cơ chế, chính sách về đào tạo phát triển nguồn nhân lực.

Hệ thống tổ chức và quản lý nhà nước đã được hình thành, bước đầu được quan tâm tăng cường năng lực và phát huy hiệu quả. Bộ KH&CN đã thành lập Cục Kiểm soát và An toàn bức xạ, hạt nhân (năm 2003) và đổi tên thành Cục ATBXHN (năm 2008), với chức năng tham mưu, giúp Bộ trưởng Bộ KH&CN quản lý nhà nước và thực thi các nhiệm vụ quản lý nhà nước về an toàn, an ninh và thanh sát hạt nhân trên phạm vi cả nước. Năm 2010, Bộ KH&CN đã thành lập Cục NLNT với chức năng tham mưu, giúp Bộ trưởng Bộ KH&CN thực hiện quản lý nhà nước đối với các hoạt động nghiên cứu, ứng dụng và phát triển NLNT trên

phạm vi cả nước. Bên cạnh đó, các sở KH&CN thuộc các địa phương cũng đã được tăng cường năng lực về quản lý phát triển, ứng dụng NLNT và về bảo đảm an toàn bức xạ, hạt nhân tại địa phương. Viện NLNTVN đã được nâng cấp trở thành tổ chức sự nghiệp khoa học và công nghệ hạng đặc biệt trực thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ (Quyết định số 30/QĐ-TTg ngày 6/01/2016) có chức năng nghiên cứu cơ bản, nghiên cứu ứng dụng và triển khai các hoạt động ứng dụng kết quả nghiên cứu trong lĩnh vực NLNT; hỗ trợ kỹ thuật phục vụ công tác quản lý nhà nước về NLNT, ATBX và hạt nhân.

4. Tổng quan tình hình đào tạo và phát triển nguồn nhân lực

Để đáp ứng nhu cầu nguồn nhân lực cho công tác quản lý, nghiên cứu và ứng dụng NLNT đáp ứng các yêu cầu triển khai Chiến lược ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Đề án “Đào tạo và phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT” (Quyết định 1558/QĐ-TTg ngày 18/8/2010). Để triển khai Đề án 1558, Thủ tướng Chính phủ đã thành lập Ban Chỉ đạo Quốc gia về đào tạo nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT.

Về phát triển nguồn nhân lực cho Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) phục vụ Dự án ĐHN Ninh Thuận 1 và Ninh Thuận 2, trong những năm qua Bộ KH&CN đã hợp tác với IAEA, ROSATOM hỗ trợ EVN xác định số lượng và cơ cấu nguồn nhân lực cho Dự án ĐHN Ninh Thuận. Trên cơ sở đó, EVN đã xây dựng và hoàn thiện Dự án “Đào tạo nguồn nhân lực cho các dự án NMĐHN tại tỉnh Ninh Thuận” trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt theo Quyết định số 584/QĐ-TTg ngày 11/4/2013.

Việc triển khai công tác đào tạo và phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT của Bộ GD&ĐT, EVN, Bộ KH&CN được tóm tắt như sau:

- Về việc triển khai Đề án 1558

Về xây dựng kế hoạch triển khai Đề án 1558: Theo Đề án 1558, đến năm 2020 sẽ đào tạo được 3750 người các chuyên ngành hạt nhân phục vụ NMĐHN, nghiên cứu, ứng dụng và bảo đảm an toàn an ninh trong lĩnh vực NLNT, quản lý và đào tạo, giảng dạy. Tuy nhiên, sau 4 năm triển khai Đề án, nhu cầu đào tạo nhân lực trong lĩnh vực NLNT của các Bộ, ngành đã được nghiên cứu điều chỉnh trên cơ sở đề xuất của Bộ KH&CN, EVN. Ngày 10/5/2016, Bộ GD&ĐT đã phê duyệt Quyết định số 1503/QĐ-BGDĐT về việc ban hành Kế hoạch tổng thể triển khai Đề án đào tạo và phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT. Theo đó, số lượng nhân lực cần đào tạo mới các chuyên ngành hạt nhân đến năm 2020 là 1420 người.

Về xây dựng chính sách: Bộ GD&ĐT đã xây dựng trình Chính phủ ban hành Nghị định số 124/2013/NĐ-CP ngày 14/10/2013 của Chính phủ quy định chính sách ưu đãi người đi học trong lĩnh vực NLNT. Để triển khai Nghị định này, Bộ GD&ĐT đã phối hợp với Bộ Tài chính ban hành Thông tư liên tịch 208/2014/TTLT-BTC-BGDĐT hướng dẫn thực hiện các chính sách ưu đãi, hỗ trợ người đi đào tạo trong lĩnh vực NLNT.

Về đào tạo trong nước: Bộ GD&ĐT đã phân công chuyên ngành đào tạo cho 06 trường đại học và 01 trung tâm đào tạo thuộc Viện NLNTVN được quy hoạch tham gia Đề án 1558 và xây dựng mạng lưới giữa các cơ sở đào tạo này. Trên cơ sở nhu cầu nhân lực thực tế do các Bộ, ngành và EVN điều chỉnh, ý kiến chỉ đạo của Ban Chỉ đạo Quốc gia về Đào tạo nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT, Bộ GD&ĐT đã giao 3 cơ sở đào tạo chính trong lĩnh vực NLNT là Trường Đại học Khoa học Tự nhiên thuộc Đại học Quốc gia Hà Nội; Trường Đại học Đà Lạt và Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Trong năm 2015 các trường tiến hành xây dựng chương trình đào tạo và triển khai xây dựng các dự án đầu tư trang thiết bị, phòng thí nghiệm phục vụ đào tạo và nghiên cứu khoa học trong lĩnh vực NLNT. Các trường bắt đầu tuyển sinh từ năm học 2015-2016 với số lượng 30 sinh viên/khóa. Đào tạo các ngành hỗ trợ liên quan đến NLNT là Trường Đại học Khoa học Tự nhiên thuộc Đại học quốc gia TP. Hồ Chí Minh; Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; Trường Đại học Điện lực.

Về đào tạo, bồi dưỡng ở nước ngoài: Bộ GD&ĐT đã ký các văn bản ghi nhớ (MOU) về hợp tác đào tạo nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT với một số đối tác để đào tạo nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT. Trong giai đoạn 2010 - 2016, Bộ GD&ĐT đã cử 383 sinh viên sang Liên bang Nga học trình độ đại học và sau đại học theo các chuyên ngành điện hạt nhân; tính đến 2015 có hơn 250 sinh viên được Bộ GD&ĐT cử đi học tại Liên bang Nga đã ký cam kết với EVN sau khi tốt nghiệp sẽ về làm việc cho EVN. Bên cạnh đó, Bộ GD&ĐT đã cử 196 cán bộ của các cơ sở đào tạo được giao nhiệm vụ đào tạo nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT sang Hungary thực tập trong 6 tuần tại Trường Đại học Kỹ thuật và Kinh tế Budapest và NMDHN Paks.

Ngoài ra, ngày 11/11/2014 hãng Gamma đã trao tặng Hệ phổ kế tích hợp Beta - Gamma cho Trường Đại học Bách khoa Hà Nội; ngày 26/11/2014, Chính phủ Hàn Quốc đã tài trợ cho Trường Đại học Đà Lạt hệ thống mô phỏng lõi của lò phản ứng hạt nhân OPR1000 Core Simulator (hay CoSi). Bộ GD&ĐT đã hợp tác với ROSATOM thành lập Trung tâm thông tin NLNT do ROSATOM tài trợ, đặt tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Tháng 12/2012, Trung tâm đã đi vào hoạt động, đến nay đã có gần 30.000 lượt học sinh, sinh viên đến tham quan. Bộ GD&ĐT cũng đã phối hợp với EVN và Ủy ban nhân dân một số tỉnh phía Nam tổ chức một số hội nghị, hội thảo tuyên truyền, giới thiệu chương trình đào tạo nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT của Việt Nam nhằm thu hút sinh viên giỏi theo học.

- Về việc triển khai Dự án “Đào tạo nguồn nhân lực cho các dự án NMDHN tại tỉnh Ninh Thuận”

Đối với Dự án NMDHN Ninh Thuận 1:

Từ 2006 - 2009, EVN đã cử 31 sinh viên theo học các chuyên ngành liên quan đến ĐHN tại Liên bang Nga và Cộng hòa Pháp (hiện nay đã có 14 người tốt nghiệp về nước công tác). Trong số 346 sinh viên được Bộ GD&ĐT cử đi học tại

Liên bang Nga từ năm 2010 đến nay, có 236 sinh viên đã ký cam kết sẽ về làm việc cho Dự án NMĐHN Ninh Thuận 1.

Đối với Dự án NMĐHN Ninh Thuận 2:

EVN đã phối hợp với Công ty phát triển điện hạt nhân Nhật Bản (JINED) làm việc với Bộ GD&ĐT để chuẩn bị kế hoạch đào tạo sinh viên tại Nhật Bản. Bên cạnh đó, EVN đã cử 15 cán bộ chủ chốt cho NMĐHN Ninh Thuận 2 sang đào tạo 02 năm (từ 9/2012 đến 9/2014); cử 9 cán bộ chủ chốt sang đào tạo 02 năm từ 9/2014 (dự kiến đến 9/2016) tại Nhật Bản. Sau khi về nước, 15 cán bộ đầu tiên tiếp tục được đào tạo bổ sung kiến thức về văn bản pháp lý tại Việt Nam và trực tiếp tham gia thẩm tra FS Dự án ĐHN Ninh Thuận. Bên cạnh đó, từ năm 2013, EVN đã tích cực tiếp cận nhiều nguồn tài trợ từ các tổ chức quốc tế như IAEA, JEPIC, JINED,... tổ chức nhiều hội thảo trong nước cho khoảng 400 lượt người; cử nhiều lượt cán bộ tham dự các khóa bồi dưỡng ngắn hạn về quản lý và kỹ thuật tại Nhật Bản, Hàn Quốc, Liên bang Nga,...; ngoài ra, đã cử nhiều lượt cán bộ tham gia các hội thảo, chương trình đào tạo do các Bộ, ngành tổ chức ở trong và ngoài nước.

- Về công tác đào tạo và phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT của Bộ KH&CN

Bộ KH&CN đã tận dụng hợp tác với IAEA, các đối tác Liên bang Nga, Nhật Bản, EU, ... tổ chức các khóa đào tạo về phân tích an toàn, xây dựng văn bản quy phạm pháp luật, đào tạo về công nghệ và an toàn ĐHN, ... cho cán bộ của Bộ KH&CN và các Bộ, ngành khác. Bộ KH&CN đã tiến hành thống kê hiện trạng và rà soát, đánh giá nhu cầu nhân lực đến năm 2020 trong lĩnh vực NLNT (bao gồm cả nhân lực cho phát triển ĐHN). Kết quả thống kê hiện trạng và tổng hợp nhu cầu nhân lực đã xác định được cấu trúc nguồn nhân lực hiện nay (về độ tuổi, trình độ, chuyên môn, lĩnh vực công tác,...) và dự báo cấu trúc nguồn nhân lực cho 42 chuyên môn/công việc khác nhau trong lĩnh vực NLNT đến năm 2020. Kết quả thống kê hiện trạng và xác định nhu cầu nhân lực đã được Bộ KH&CN báo cáo Ban Chỉ đạo Quốc gia về đào tạo nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT và Bộ GD&ĐT, đồng thời kiến nghị một số giải pháp về phát triển nguồn nhân lực NLNT, xác định nhu cầu đào tạo đại học và sau đại học các chuyên ngành hạt nhân mà Đề án 1558 cần tập trung thực hiện.

Bộ KH&CN đã xây dựng Kế hoạch đào tạo, bồi dưỡng nhân lực quản lý nhà nước, nghiên cứu - triển khai và hỗ trợ kỹ thuật phục vụ phát triển ĐHN đến năm 2020 trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 1756/QĐ-TTg ngày 15/10/2015. Trong giai đoạn 2015-2016, Bộ KH&CN đã tích cực chủ trì, phối hợp với các Bộ, ngành, địa phương triển khai Kế hoạch 1756, bước đầu đã đạt được một số kết quả nhất định góp phần nâng cao năng lực đội ngũ nhân lực phục vụ phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân, khoa học và công nghệ hạt nhân. Kế hoạch đã được triển khai trên cơ sở tận dụng tối đa các nguồn lực trong nước đặc biệt là Lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu Đà Lạt và sự hỗ trợ của đối tác nước ngoài, đẩy mạnh và mở rộng hợp tác quốc tế (IAEA, Liên bang Nga, Nhật Bản,

Hungary, Cộng hòa Pháp, Hoa Kỳ). Kết quả bước đầu đã góp phần nâng cao năng lực đội ngũ nhân lực phục vụ phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân, khoa học và công nghệ hạt nhân. Một số kết quả đạt được cụ thể như sau:

Đã tổ chức 16 khóa bồi dưỡng trong nước cho 270 lượt người; 17 khóa bồi dưỡng, thực tập ở nước ngoài cho 60 lượt người (trong đó có 03 lượt người thực tập chuyên sâu 4 tháng). Những cán bộ được lựa chọn tham gia các khóa bồi dưỡng, thực tập có năng lực chuyên môn phù hợp trong lĩnh vực NLNT và các lĩnh vực có liên quan của các Bộ, ngành, địa phương. Song song với việc tổ chức các khóa bồi dưỡng, thực tập, Bộ KH&CN đã bước đầu xây dựng hệ thống chương trình, tài liệu; khai thác hiệu quả Hệ thống mô phỏng lò phản ứng VVER-1200 có giá trị 200.000 Euro do IAEA tài trợ năm 2015 phục vụ công tác đào tạo, nghiên cứu. Ngoài kinh phí được phê duyệt để triển khai Kế hoạch 1756 từ nguồn sự nghiệp KH&CN, đã tận dụng hỗ trợ trực tiếp của các tổ chức quốc tế cho tổ chức các khóa bồi dưỡng, hỗ trợ gián tiếp thông qua tài trợ cho cán bộ của Việt Nam tham gia các khóa bồi dưỡng do IAEA, EU... tổ chức, tài trợ chi phí chuyên gia nước ngoài vào Việt Nam giảng dạy.

Thực hiện Nghị Quyết số 31/2016/QH14 của Quốc hội về dừng thực hiện chủ trương đầu tư Dự án điện hạt nhân Ninh Thuận, Bộ GD&ĐT Việt Nam đã thỏa thuận với Bộ Khoa học và Giáo dục Liên bang Nga về việc tiếp tục đào tạo sinh viên đang học các chuyên ngành NLNT tại Đại học MEPHI. Các sinh viên có cam kết với EVN được tiếp tục hỗ trợ trong thời gian học tập và được bố trí các công việc phù hợp sau khi tốt nghiệp. Đến tháng 3/2017, 28 sinh viên được cử đi học tại Nga đã tốt nghiệp khóa đầu tiên, trong đó có 6 sinh viên đủ điều kiện được tuyển chọn học tiếp sau đại học, 22 sinh viên đã về nước làm việc tại Tập đoàn Điện lực Việt Nam. ROSATOM đã thống nhất với phía Việt Nam về khả năng tuyển dụng 10 sinh viên tốt nghiệp các chuyên ngành trong lĩnh vực NLNT ở Liên bang Nga để làm việc tại các dự án điện hạt nhân ở Bangladesh, Belarousia do ROSATOM thực hiện. Từ năm 2018 đến nay, hàng năm có khoảng 60 sinh viên tốt nghiệp chuyên ngành năng lượng hạt nhân tại Liên bang Nga; đây là nguồn nhân lực chuyên ngành năng lượng hạt nhân đã được lựa chọn và cử đi đào tạo bài bản và cần được sử dụng hiệu quả đi đôi với đào tạo nâng cao (như tinh thần đã nêu tại Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 của Bộ Chính trị về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045).

5. Tăng cường năng lực nghiên cứu- triển khai và hỗ trợ kỹ thuật phục vụ phát triển ứng dụng NLNT và bảo đảm an toàn, an ninh

Về thực hiện Đề án "Tăng cường năng lực nghiên cứu-triển khai và hỗ trợ kỹ thuật phục vụ phát triển ứng dụng NLNT và bảo đảm an toàn, an ninh"

Ngày 05/3/2012, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 265/QĐ-TTg về việc phê duyệt Đề án "Tăng cường năng lực nghiên cứu-triển khai và hỗ trợ kỹ thuật phục vụ phát triển ứng dụng NLNT và bảo đảm an toàn, an ninh" với nội dung và mục tiêu chính như: Xây dựng chương trình nghiên cứu khoa học và

phát triển công nghệ trong lĩnh vực NLNT; Phát triển Viện NLNTVN; Xây dựng hệ thống cấp cứu và điều trị bệnh nhiễm xạ.

Viện NLNTVN đã tiến hành xây dựng Dự thảo Kế hoạch triển khai Đề án 265 giai đoạn đến năm 2020 với các dự án quan trọng cần tập trung thực hiện như: Xây dựng Trung tâm KH&CN hạt nhân với lò phản ứng nghiên cứu mới công suất cao (hợp tác với Liên bang Nga); Xây dựng Viện nghiên cứu ứng dụng hạt nhân tại Đà Nẵng; Lắp đặt máy gia tốc cyclotron 13MeV và dây chuyền sản xuất đồng vị phóng xạ, ... Dự án xây dựng Trung tâm Khoa học và Công nghệ hạt nhân với lò phản ứng nghiên cứu mới công suất cao (hợp tác với Liên bang Nga) đã được Bộ KH&CN tích cực triển khai trong thời gian qua. Bộ KH&CN đã hoàn thiện Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi của Dự án, gửi Bộ Kế hoạch và Đầu tư và Bộ Tài chính xem xét. Cuối tháng 5/2016, Bộ Kế hoạch và Đầu tư đã báo cáo Thủ tướng Chính phủ về việc thành lập Hội đồng thẩm định liên ngành đối với Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi của Dự án

Theo Báo cáo của Viện NLNTVN (Tháng 5/2018), Viện tập trung vào một số dự án trọng tâm sau đây: Dự án Trung tâm KH&CN hạt nhân, ký kết với ROSATOM; Đưa vào vận hành thiết bị chiếu xạ dùng nguồn Co-60 tại Đà Nẵng; Hoàn thành và đưa vào vận hành máy gia tốc cyclotron để sản xuất dược chất phóng xạ ở TP. Hồ Chí Minh; xây dựng Mạng QT&CBPXMT quốc gia. Hiện nay; triển khai hoạt động của Trung tâm hợp tác vùng với IAEA; hỗ trợ Cuba trong vận hành hệ thống chiếu xạ và đào tạo cán bộ Về tình hình nghiên cứu, ứng dụng NLNT ở Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam:

Trong “Chiến lược ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020”, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (Viện HLKHCNVN) được giao nhiệm vụ "Tham gia thực hiện Chương trình mục tiêu quốc gia về xây dựng và phát triển ngành công nghiệp công nghệ hạt nhân. Thực hiện các nghiên cứu cơ bản, nghiên cứu ứng dụng NLNT và tham gia đào tạo chuyên gia về khoa học và công nghệ hạt nhân".

Viện HLKHCNVN có 4 Viện nghiên cứu thành viên tham gia triển khai các hướng nghiên cứu chính trong lĩnh vực NLNT, bao gồm: các hướng nghiên cứu cơ bản về hạt nhân; nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật hạt nhân; các hướng nghiên cứu liên quan đến ĐHN về vật liệu và kết cấu, tính toán các vết nứt, đường ống NMĐHN, thủy nhiệt và an toàn thủy nhiệt,... Ngoài ra, Viện còn tham gia các hoạt động tư vấn cho triển khai Dự án ĐHN Ninh Thuận như là tư vấn các cơ quan pháp quy về thẩm định, lựa chọn địa điểm; tư vấn cho Hội đồng An toàn hạt nhân quốc gia. Cán bộ của Viện HLKHCNVN đã tích cực tham gia biên soạn chương trình, giáo trình; giảng dạy và hướng dẫn sinh viên trình độ đại học và sau đại học, đặc biệt đào tạo tiến sỹ vật lý hạt nhân. Viện HLKHCNVN đã chủ động hợp tác với các tổ chức, cơ sở nghiên cứu nước ngoài để đào tạo nhân lực về hạt nhân cũng như với các cơ sở trong nước trong việc trao đổi, phối hợp thực hiện nghiên cứu về NLNT; tổ chức các khóa đào tạo về an toàn hạt nhân, an toàn thủy nhiệt, ...

Viện HLKHCNVN đã tiến hành thành công nhiều thí nghiệm có trình độ quốc tế; có nhiều công bố, báo cáo và tham luận tại các hội nghị, hội thảo và đăng trên các tạp chí khoa học quốc tế và quốc gia có uy tín; tham gia nhiều hội đồng xét duyệt và nghiệm thu các đề tài nhiệm vụ cấp nhà nước, cấp bộ trong lĩnh vực NLNT,... Riêng Viện Vật lý thuộc Viện HLKHCNVN có số công bố khoa học trong lĩnh vực NLNT trong giai đoạn 2010 - 2014 là 98, trong đó có 64 bài báo đăng ở các tạp chí quốc tế, số bài báo đạt chuẩn SCI là 34. Đặc biệt, Viện đã cử nhiều lượt cán bộ tham gia nghiên cứu và đào tạo tại Viện Liên hợp nghiên cứu hạt nhân Dubna. Hàng năm, Việt Nam đều có đóng góp kinh phí cho Viện Liên hợp nghiên cứu hạt nhân Dubna. Viện HLKHCNVN đang tích cực phối hợp với các cơ quan, chuyên gia liên quan để khai thác tối đa kênh hợp tác này.

6. Tổng quan hoạt động nghiên cứu - triển khai trong lĩnh vực NLNT

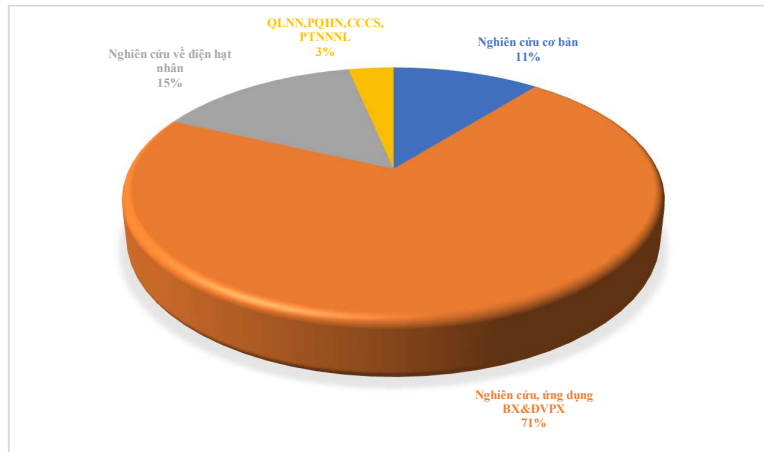
Chính sách về phát triển khoa học và công nghệ trong lĩnh vực NLNT đã được quy định tại điều 17, chương 2 của Luật NLNT “Nhà nước có chương trình nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ đáp ứng yêu cầu nghiên cứu, phát triển, ứng dụng NLNT trong lĩnh vực kinh tế - xã hội”. Chiến lược Ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020 (Quyết định số 01/2006/QĐ-TTg ngày 03/01/2006 của Thủ tướng Chính phủ) đã ghi rõ một trong những giải pháp để thực hiện Chiến lược là “Xây dựng và thực hiện Chương trình nghiên cứu khoa học và công nghệ về NLNT...”. Kế hoạch tổng thể phát triển cơ sở hạ tầng điện hạt nhân giai đoạn đến năm 2020 (Quyết định số 2241/QĐ-TTg ngày 11/12/2014 của Thủ tướng Chính phủ) cũng đã giao Bộ KH&CN xây dựng và phê duyệt Chương trình nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ trong lĩnh vực NLNT.

Trong giai đoạn từ khi có Chiến lược, đặc biệt là giai đoạn 2010 - 2015, đầu tư cho nghiên cứu đã có sự tăng trưởng đáng kể trên các lĩnh vực nghiên cứu cơ bản, nghiên cứu ứng dụng, nghiên cứu về ĐHN. Nhiều đề tài, dự án cấp Nhà nước đã được thực hiện thông qua Quỹ Phát triển KH&CN quốc gia (NAFOSTED), Chương trình “Nghiên cứu, ứng dụng và phát triển công nghệ năng lượng” (KC.05/11-15), Đề án “Phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp đến năm 2020” (do Bộ Công Thương chủ trì), “Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường đến năm 2020” (do Bộ TN&MT chủ trì) và các nhiệm vụ hợp tác theo Nghị định thư.

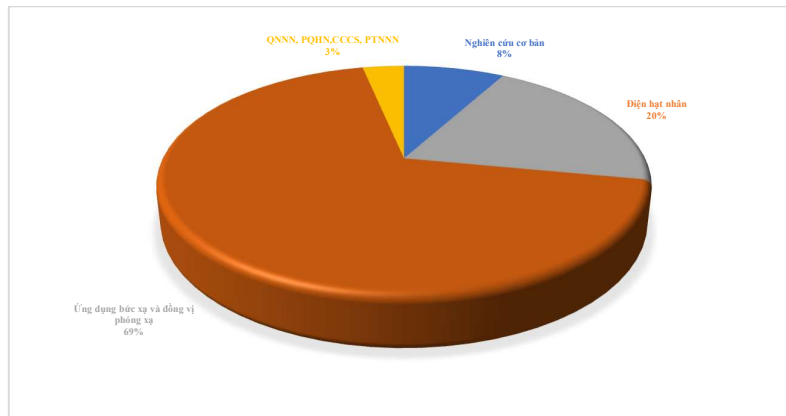
Cục NLNT đã tổng hợp số liệu từ báo cáo của các Bộ, ngành, cơ quan liên quan về tình hình thực hiện các đề tài KHCN trong lĩnh vực NLNT. Theo đó, trong giai đoạn 2010-2015 có khoảng 110 đề tài cấp Nhà nước trong lĩnh vực NLNT và 9 Đề tài thuộc chương trình Nghị định thư đã được triển khai với tổng kinh phí gần 300 tỷ đồng: Chương trình KC.05/11-15 (2011-2015): 15 đề tài với tổng kinh phí gần 80 tỷ đồng; Chương trình KC.10/11-15 (2011-2015): 6 đề tài; Quỹ NAFOSTED (2010 - 2015): 14 đề tài độc lập cấp nhà nước với tổng kinh phí gần 40 tỷ đồng; Đề án do Bộ Công Thương chủ trì (2010-2015): 43 đề tài, 2 dự án sản xuất thử nghiệm với tổng kinh phí khoảng 100 tỷ đồng; Bộ TN&MT (2010-2015): 15 nhiệm vụ nghiên cứu, điều tra cơ bản, thăm dò quặng phóng xạ;

quan trắc phóng xạ môi trường với tổng kinh phí gần 50 tỷ đồng. Trong giai đoạn 2016 đến nay, Bộ Công Thương, Bộ TN&MT tiếp tục triển khai các nhiệm vụ KH&CN đã được phê duyệt trong giai đoạn 2014-2015. Bên cạnh đó, một số nhiệm vụ KH&CN cấp quốc gia đã được phê duyệt triển khai, trong đó có 05 nhiệm vụ thuộc chương trình KC-05/2016-2020 với tổng kinh phí gần 30 tỷ đồng.

Các nhiệm vụ KH&CN cấp nhà nước giai đoạn 2010-2015 được triển khai trên 4 lĩnh vực, bao gồm: nghiên cứu cơ bản, nghiên cứu - triển khai trong lĩnh vực ứng dụng bức xạ và đồng vị phóng xạ, nghiên cứu - triển khai trong lĩnh vực điện hạt nhân, nghiên cứu về quản lý nhà nước, pháp quy hạt nhân. Phân bố số lượng và kinh phí các nhiệm vụ KH&CN cấp quốc gia được thể hiện trong các Hình 1 và 2.



Hình 1. Phân bố số lượng các nhiệm vụ KH&CN cấp quốc gia trong 4 lĩnh vực.



Hình 2. Phân bố kinh phí các nhiệm vụ KH&CN cấp quốc gia trong 4 lĩnh vực.

Về nghiên cứu cơ bản, chỉ riêng giai đoạn 2010-2015 đã có 90 công trình đăng trên các tạp chí quốc tế (70 bài có chỉ số ISI cao), 150 các công trình đăng trên các tạp chí, hội thảo trong nước, quốc tế và khoảng 10 đầu sách chuyên ngành đã được xuất bản.

7. Tăng cường sự ủng hộ của công chúng cho phát triển ứng dụng NLNT

Công tác thông tin, tuyên truyền về NLNT ở Việt Nam đã bắt đầu được thực hiện từ sớm, nhưng phải đến khi Quốc hội xem xét và phê duyệt chủ trương đầu tư dự án ĐHN Ninh Thuận thì hoạt động này mới thực sự khởi sắc, có nhiều chuyển biến về hình thức, quy mô và số lượng, có sự phối hợp của các bộ, ngành, địa phương, đã góp phần mang lại cho công chúng những kiến thức và hiểu biết ngày càng tăng về các vấn đề cơ bản liên quan đến điện hạt nhân và chương trình phát triển điện hạt nhân ở Việt Nam. Vì vậy, sau khi xảy ra sự cố Fukushima Daiichi-I, cho dù có những lo ngại về an toàn, nhân lực,... người dân Việt Nam, đặc biệt là người dân tại Ninh Thuận, vẫn ủng hộ chủ trương phát triển ĐHN của Đảng và Nhà nước.

Thực hiện Quyết định 460/TTg-KTN ngày 18-3-2010 của Thủ tướng Chính phủ về Kế hoạch tổng thể thực hiện Dự án điện hạt nhân Ninh Thuận, Bộ KH&CN giao cho Cục NLNT xây dựng Đề án Thông tin, tuyên truyền cho phát triển điện hạt nhân đến 2020. Ngày 28/2/2013, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Đề án thông tin, tuyên truyền về phát triển điện hạt nhân ở Việt Nam đến năm 2020 tại Quyết định số 370/QĐ-TTg (Đề án 370). Mục tiêu của Đề án là “Tạo ra nhận thức và sự hiểu biết đầy đủ, đúng đắn của các tầng lớp xã hội và các tổ chức liên quan về tính chất, đặc điểm, sự cần thiết và lợi ích của điện hạt nhân trong việc đảm bảo an ninh năng lượng, phát triển KT-XH của đất nước và về yêu cầu đảm bảo an toàn, an ninh, góp phần duy trì và nâng cao sự đồng thuận của công chúng cho việc triển khai thực hiện thành công và đảm bảo an toàn, an ninh của Dự án điện hạt nhân Ninh Thuận cũng như cho phát triển điện hạt nhân một cách bền vững ở Việt Nam”.

Đề án bao gồm 03 nhiệm vụ chủ yếu là:

- Nhiệm vụ 1: Thực hiện Chương trình thông tin, tuyên truyền về phát triển điện hạt nhân do Bộ Khoa học và Công nghệ chủ trì;
- Nhiệm vụ 2: Thực hiện Chương trình phổ biến kiến thức cơ bản về NLNT và điện hạt nhân trong các bậc học phổ thông do Bộ Giáo dục và Đào tạo chủ trì;
- Nhiệm vụ 3: Xây dựng các trung tâm thông tin, truyền thông điện hạt nhân do Bộ Khoa học và Công nghệ, Bộ Giáo dục và Đào tạo chủ trì.

Với vai trò là cơ quan chủ trì Đề án, Bộ KH&CN đã giao cho Cục NLNT làm đầu mối, phối hợp với các Bộ, ngành, địa phương liên quan triển khai thực hiện. Các Bộ, ngành, địa phương tham gia thực hiện Đề án bao gồm Bộ KH&CN, Bộ GD&ĐT, Bộ Công Thương, Bộ Thông tin và Truyền thông, các cơ quan thông tấn báo chí trung ương và địa phương, một số địa phương đặc biệt là tỉnh Ninh Thuận, Thành phố Hà Nội và một số cơ quan liên quan.

Để đẩy mạnh công tác đào tạo, phát triển nguồn nhân lực và thông tin, tuyên truyền điện hạt nhân, Tiểu ban Đào tạo và Thông tin tuyên truyền trực thuộc Ban Chỉ đạo nhà nước dự án điện hạt nhân Ninh Thuận đã được thành lập theo Quyết định số 107/QĐ-BCĐĐHNNT ngày 29/5/2013. Tiểu ban có nhiệm vụ giúp Ban Chỉ đạo nhà nước trong việc chỉ đạo, đôn đốc, kiểm tra cũng như tham mưu, tư vấn và kiến nghị về các vấn đề liên quan đến đào tạo, phát triển nguồn nhân lực và

thông tin tuyên truyền điện hạt nhân. Bộ KH&CN là cơ quan chủ trì Tiểu ban, Cục NLNT là bộ phận thường trực của Tiểu ban.

Trong giai đoạn 2013-2015, sử dụng kinh phí Đề án 370 và các nguồn khác, Bộ KH&CN và các Bộ, ngành, địa phương đã tích cực, chủ động thực hiện các hoạt động thông tin, tuyên truyền phục vụ chương trình phát triển điện hạt nhân, trong đó có nhiều hoạt động phối hợp với IAEA và các cơ quan, tổ chức quốc tế khác, góp phần cung cấp thông tin kịp thời đến công chúng.

8. Đánh giá chung

Nhìn chung, hệ thống pháp luật trong lĩnh vực NLNT đã được hình thành và phát huy tác dụng trong thực tiễn. Hệ thống tổ chức và quản lý nhà nước đã được hình thành, bước đầu được quan tâm tăng cường năng lực và phát huy hiệu quả. Tuy nhiên, trong thực tiễn áp dụng còn có một số vướng mắc, bất cập; một số quy định chưa phù hợp với các khuyến cáo của IAEA và thông lệ quốc tế; một số lĩnh vực chưa có quy định trong Luật cần yêu cầu hoàn thiện trong dự án Luật NLNT sửa đổi. Để hoàn thiện hệ thống pháp luật về phát triển, ứng dụng NLNT, cần thiết bổ sung các quy định về phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong các ngành KT-XH trong Luật và các văn bản dưới Luật; các văn bản về chính sách ưu đãi, thu hút chuyên gia trình độ cao làm việc trong lĩnh vực NLNT; cơ chế, chính sách về đào tạo phát triển nguồn nhân lực.

Các nghiên cứu ứng dụng BX&ĐVPX đã đạt được nhiều kết quả trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, công nghiệp, tài nguyên và môi trường. Tuy nhiên nội dung và đối tượng nghiên cứu có sự dàn trải, thiếu tập trung, thiếu quy hoạch định hướng, chưa thực sự bám sát yêu cầu giải quyết các nhiệm vụ về phát triển KT-XH từ thực tiễn. Còn ít các đề xuất nghiên cứu mới có tính chất đột phá, có triển vọng ứng dụng hiệu quả và có khả năng tăng cường năng lực KH&CN ở một số lĩnh vực. Việc thương mại hóa các sản phẩm, thiết bị từ kết quả nghiên cứu còn nhiều hạn chế do những lý do khách quan từ thị trường và do đầu tư hoàn thiện công nghệ chưa đạt ngưỡng, thiếu sự liên kết thường xuyên với các doanh nghiệp, cơ sở ứng dụng. Chưa tiến hành các đánh giá tác động, hiệu quả của các chương trình, các cụm đề tài đối với phát triển khoa học công nghệ, đóng góp cho phát triển KT-XH sau khi nghiệm thu. Mặc dù chưa có đánh giá về việc nâng cao trình độ KH&CN trực tiếp và gián tiếp từ các kết quả đầu tư trong giai đoạn vừa qua nhưng sơ bộ có thể nhận thấy sự phát triển năng lực KH&CN ở các nhóm chuyên môn, phòng thí nghiệm chưa tăng lên đáng kể; việc hình thành các nhóm nghiên cứu mới còn hiếm; một số nhóm nghiên cứu có nguy cơ suy giảm về lực lượng rõ rệt.

Từ thực tiễn phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành y tế trên cả 4 lĩnh vực y học hạt nhân, xạ trị, chẩn đoán hình ảnh, sản xuất và sử dụng đồng vị và DCPX cho thấy một số vấn đề đặt ra trong quy hoạch thời kỳ tới như sau: Để có thể tăng cường đầu tư cho ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế cần có cơ chế về tài chính phù hợp để huy động nguồn tài chính từ ngân sách Nhà nước và địa phương, cũng như chính sách khuyến khích đầu tư theo chủ trương xã hội hóa trong ngành y tế để phát triển về điện quang, xạ trị và y học hạt nhân. Cần đẩy mạnh liên kết,

phối hợp các Bộ, ngành trong đào tạo nguồn nhân lực, đặc biệt là trong lĩnh vực VLYK; bác sỹ y học hạt nhân, hoá dược phóng xạ đáp ứng yêu cầu cấp bách về nguồn nhân lực chất lượng cao cho các cơ sở y học hạt nhân và xạ trị của Việt Nam; Cần có cơ chế hỗ trợ nghề nghiệp, chương trình nâng cao năng lực và huấn luyện chính quy cho đội ngũ cán bộ chuyên sâu về y học bức xạ và vật lý y học. Cần tiếp tục đầu tư kinh phí cho lĩnh vực nghiên cứu sản xuất đồng vị và dược chất phóng xạ, nghiên cứu chế tạo trang thiết bị y tế công nghệ cao trên cơ sở phù hợp trình độ công nghệ và năng lực của doanh nghiệp Việt Nam để đáp ứng nhu cầu điều trị số lượng bệnh nhân ung thư ngày càng cao.

Tiếp tục tăng cường đầu tư nghiên cứu, chuyển giao, ứng dụng các kỹ thuật xạ trị tiên tiến, hiện đại. Bên cạnh đó, cần nghiên cứu khả năng ứng dụng một số kỹ thuật tiên tiến, có nhiều ưu điểm đã và đang được nghiên cứu, ứng dụng trên thế giới như sử dụng các dược chất phóng xạ phát tia alpha trong điều trị, kết hợp giữa các đồng vị phóng xạ phát tia alpha với các nanobodies giúp tăng hiệu quả điều trị các khối u đặc hiệu hơn; xạ trị bằng hạt proton (hiện tại trên thế giới mới chỉ được áp dụng tại các nước phát triển như Mỹ, Nhật Bản...); xạ trị bằng hạt neutron; xạ trị kích hoạt bằng neutron. Đẩy mạnh hợp tác nghiên cứu chế tạo đồng vị phóng xạ và dược chất phóng xạ đáp ứng nhu cầu về điều trị cho các bệnh nhân ung thư ngày càng tăng; cần nghiên cứu triển vọng sử dụng các đồng vị phóng xạ mới như ^{11}C -choline, ^{68}Ga -PSMA, ^{18}F -fluciclovine, ^{18}F -FCH... trong xạ hình PET/CT cũng như khả năng sản xuất các đồng vị phóng xạ nêu trên tại Việt Nam; thúc đẩy đầu tư thêm máy gia tốc cyclotron ở TP. Hồ Chí Minh; xem xét triển vọng ứng dụng các minicyclotron để sản xuất đồng vị phóng xạ cho các máy PET/CT riêng lẻ ở các địa phương xa Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh. Việc nghiên cứu dược chất phóng xạ phải gắn liền với đào tạo và huấn luyện cán bộ, chuyển giao và hoàn thiện công nghệ, gắn liền với thực hành lâm sàng.

Trong lĩnh vực tài nguyên và môi trường, trong thời gian tới, cần tích cực hoàn thành bộ bản đồ phóng xạ môi trường tự nhiên tỷ lệ 1:200.000 trên phạm vi cả nước, trong đó chú trọng giải pháp bố trí kinh phí để thực hiện đúng tiến độ; tiếp tục thực hiện việc quan trắc thường xuyên phóng xạ môi trường tại các mỏ khoáng sản phóng xạ và các mỏ có chứa phóng xạ; nâng cấp các phòng thí nghiệm và đào tạo cán bộ chuyên sâu để thúc đẩy thực hiện các nhiệm vụ và các chỉ tiêu đặt ra trong Quy hoạch chi tiết.

Trong lĩnh vực nông nghiệp, trong thời gian tới, cần triển khai nhiệm vụ và giải pháp thúc đẩy ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành nông nghiệp: Ứng dụng NLNT trong lĩnh vực trồng trọt - bảo vệ thực vật gây đột biến để chọn tạo giống mới đối với cây trồng chủ lực: lúa, gạo, ngô, đậu đỗ và cây có giá trị kinh tế cao, kết hợp chặt chẽ với thành tựu công nghệ sinh học như dùng chất chỉ thị phân tử để xác định, định hướng và đẩy nhanh mục tiêu chọn giống thích nghi với biến đổi khí hậu; tăng khả năng cạnh tranh sản phẩm sạch, chất lượng cao nhằm đáp ứng nhu cầu thị trường quốc tế. Xem xét ứng dụng NLNT đối với ngành chăn nuôi, thủy sản trong tạo giống. Thực hiện ứng dụng NLNT trong phát triển kinh tế - xã hội; trong đó hoàn thiện thiết bị, nâng công suất của các Trung tâm chiếu

xạ tập trung nhằm phục vụ nhu cầu chiếu xạ của nông sản, thực phẩm, hoa quả... phục vụ xuất khẩu vào các thị trường có yêu cầu khắt khe như Mỹ, Nhật Bản, Úc... Đầu tư phòng thí nghiệm, trung tâm chiếu xạ tập trung và kết hợp công nghệ sinh học từng bước phát triển hệ thống nghiên cứu, ứng dụng NLNT, đa dạng hóa nguồn vốn đầu tư: từ kinh phí sự nghiệp khoa học, đào tạo, đầu tư xây dựng cơ bản và nguồn vốn hợp tác quốc tế. Đầu tư xây dựng cơ sở sản xuất hàng loạt côn trùng tiết sinh và côn trùng có ích khác và phóng thích vào thiên nhiên để khống chế, giảm số lượng của loài gây hại ở ngưỡng an toàn phục vụ công tác bảo vệ thực vật, kết hợp quản lý dịch hại tổng hợp và an toàn nông nghiệp. Hỗ trợ đào tạo, khuyến khích các cơ sở nghiên cứu của ngành nông nghiệp chủ động hợp tác nghiên cứu, tham gia hội thảo quốc tế về ứng dụng NLNT.

Từ thực tiễn phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực công nghiệp, trong giai đoạn tới cần tăng cường hợp tác, phối hợp giữa các cơ quan quản lý của các Bộ, ngành, địa phương liên quan và các tổ chức nghiên cứu - triển khai, doanh nghiệp, bám sát vào thực tiễn để có hiệu quả đóng góp trong lĩnh vực công nghiệp, phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, đồng thời tăng cường hợp tác quốc tế, kết hợp giữa các tổ chức nghiên cứu, doanh nghiệp trong nước với nước ngoài.

Trong giai đoạn tới, bên cạnh việc thúc đẩy nghiên cứu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực công nghiệp, cần phối hợp trong công tác thông kê, đánh giá hiệu quả KT-XH và dự báo phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp, tích cực chuẩn bị các luận cứ cho việc xây dựng định hướng phát triển cho giai đoạn sau năm 2020. Trong lĩnh vực công nghệ bức xạ, việc ứng dụng máy gia tốc (đặc biệt là máy gia tốc chùm tia điện tử) có nhiều triển vọng đóng góp có giá trị kinh tế - kỹ thuật cao ở Việt Nam trong tương lai, cần nghiên cứu, đầu tư, phát triển công nghệ bức xạ ứng dụng máy gia tốc chùm tia điện tử và các công nghệ xử lý bức xạ hướng đến các sản phẩm có giá trị kinh tế; cần có kế hoạch phát triển nguồn nhân lực và tiếp tục đầu tư cơ sở nghiên cứu, ứng dụng máy gia tốc chùm tia điện tử.

Chuẩn bị nhân lực và định hướng nghiên cứu về công nghệ và an toàn lò phản ứng hạt nhân, công nghệ vật liệu để khai thác hiệu quả lò phản ứng nghiên cứu, thực hiện đề tài nghiên cứu khoa học trong nước có sự hợp tác với các chuyên gia nước ngoài; Đẩy mạnh đào tạo sau đại học các chuyên ngành hạt nhân ở nước ngoài, đồng thời đầu tư đào tạo trong nước về chuyên ngành kỹ thuật hạt nhân. Bên cạnh việc tổ chức đào tạo ở trình độ đại học và sau đại học về NLNT, cần có kế hoạch ở quy mô quốc gia về đào tạo cán bộ quản lý, chuyên gia trong lĩnh vực này. Việc phát triển nguồn nhân lực và đầu tư cơ sở vật chất - kỹ thuật cần được liên kết chặt chẽ, đồng bộ với Chương trình nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ trong lĩnh vực NLNT.

Trong giai đoạn tới, cần triển khai Chương trình nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ trong lĩnh vực NLNT với các nội dung chủ yếu về nghiên cứu cơ bản; nghiên cứu ứng dụng trong các lĩnh vực y học hạt nhân, xạ trị; ứng dụng kỹ thuật hạt nhân, đồng vị trong các lĩnh vực kinh tế - kỹ thuật; công nghệ bức xạ; công nghệ và an toàn lò phản ứng; an toàn bức xạ, quản lý chất thải phóng

xạ. Các nhiệm vụ nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ trong lĩnh vực NLNT phải trực tiếp tham gia giải quyết các vấn đề thực tiễn trong các ngành, lĩnh vực phục vụ phát triển bền vững kinh tế xã hội, đảm bảo an toàn an ninh, ứng phó với biến đổi khí hậu.

Đầu tư hợp lý vào các nhóm nghiên cứu mạnh về máy gia tốc nhằm nghiên cứu, ứng dụng và khai thác một cách có hiệu quả các máy gia tốc hiện có trong lĩnh vực y tế, công nghiệp cũng như chuẩn bị năng lực cho các giai đoạn đến năm 2050. Xây dựng các hướng nghiên cứu ưu tiên đối với nghiên cứu cơ bản và nghiên cứu ứng dụng trong lĩnh vực NLNT, chú trọng lựa chọn các hướng nghiên cứu cần đầu tư nhằm tiến tới chế tạo được các trang thiết bị ứng dụng kỹ thuật hạt nhân, công nghệ bức xạ tiên tiến trong lĩnh vực y tế và các lĩnh vực có liên quan. Tăng cường vai trò tham gia của các viện nghiên cứu, các trường đại học lớn, các doanh nghiệp trong hoạt động nghiên cứu, ứng dụng NLNT trong các ngành kinh tế-xã hội. Kế thừa và phát triển các tiềm lực nghiên cứu hiện nay; Gắn chương trình nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ trong lĩnh vực NLNT với phát triển nguồn nhân lực, đặc biệt là đội ngũ chuyên gia quản lý và chuyên gia khoa học và công nghệ hạt nhân, cũng như với chương trình, dự án đầu tư phát triển các cơ sở nghiên cứu, cơ sở ứng dụng và đào tạo.

Công tác thông tin, tuyên truyền về ứng dụng BX&ĐVPX tuy không có một đề án riêng, cụ thể như đối với phát triển điện hạt nhân, nhưng các hoạt động thông tin, tuyên truyền vẫn được quan tâm thực hiện với việc tổ chức các kỳ Triển lãm “Ứng dụng NLNT vì mục đích hoà bình” từ năm 2001; giới thiệu về vai trò, lợi ích, đóng góp của ứng dụng BX&ĐVPX tại các hội thảo, trưng bày, Techmart, trên các phương tiện thông tin đại chúng, các trang web của một số cơ quan, đơn vị,.. cùng nhiều hoạt động khác. Trong giai đoạn hiện nay, nhiệm vụ của công tác thông tin, tuyên truyền là đẩy mạnh các hoạt động để nâng cao nhận thức, hiểu biết của công chúng, các doanh nghiệp,... về ý nghĩa, giá trị, tiềm năng đóng góp của ứng dụng BX&ĐVPX cho phát triển KT-XH trong các lĩnh vực nông nghiệp, chăm sóc sức khỏe, công nghiệp, tài nguyên - môi trường,...

Thúc đẩy hợp tác song phương với các nước, các tổ chức quốc tế, đặc biệt với IAEA trong lĩnh vực NLNT, đặc biệt trong đào tạo và phát triển nguồn nhân lực, nghiên cứu, chuyển giao công nghệ ứng dụng bức xạ, đồng vị phóng xạ, phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân quốc gia. Triển khai hiệu quả các điều ước quốc tế, thỏa thuận quốc tế đã ký với một số đối tác quốc tế và trong khu vực trong lĩnh vực NLNT. Tăng cường phối hợp trong nước và hợp tác quốc tế, đặc biệt hợp tác với IAEA, trong việc phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân; có chính sách và giải pháp cụ thể cho việc nghiên cứu, đào tạo và phát triển đội ngũ chuyên gia cần thiết cho việc sẵn sàng về năng lực quản lý và công nghệ, đảm bảo an toàn trong giai đoạn sau này khi có chủ trương phát triển năng lượng hạt nhân.

PHỤ LỤC II
DANH SÁCH CÁC CƠ SỞ NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG VÀ ĐÀO TẠO

Bảng 1. Danh sách các cơ sở xạ trị

TT	Tên Cơ sở	Số lượng thiết bị xạ trị gia tốc (LINAC)
1.	Công ty TNHH Y tế Viễn đông Việt Nam (BV Pháp Việt)	2
2.	Bệnh viện Chợ Rẫy	4
3.	Bệnh viện K	12
4.	Bệnh viện Ung bướu TP. Hồ Chí Minh	7
5.	Bệnh viện TW 108	12
6.	Bệnh viện 103	2
7.	Bệnh viện đa khoa Phú Thọ	1
8.	Bệnh viện Ung bướu Hà Nội	2
9.	Bệnh viện TW Huế	2
10.	Bệnh viện Đa khoa Đồng Nai	1
11.	Bệnh viện Ung bướu tỉnh Kiên Giang	2
12.	Bệnh viện đa khoa Thanh Hóa	1
13.	Bệnh viện Nhân dân 115	2
14.	Bệnh viện đa khoa tỉnh Bình Định	1
15.	Viện Y học phóng xạ và U bướu quân đội	1
16.	Bệnh viện 19-8	1
17.	Bệnh viện Đà Nẵng	2
18.	Bệnh viện 175 - Bộ Quốc phòng	2
19.	Bệnh viện phổi Trung ương	1
20.	Công ty cổ phần Bệnh viện đa khoa Quốc tế Vinmec	1
21.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Bắc Ninh	1
22.	Bệnh viện Bãi Cháy	2
23.	Bệnh viện Ung bướu Đà Nẵng	2
24.	Bệnh Viện Việt Nam- Thụy Điển Uông Bí	1
25.	Bệnh viện Hữu nghị Việt Tiệp Hải Phòng	1
26.	Bệnh viện C Đà Nẵng	1

27.	Công ty TNHH Một thành viên Bệnh viện Đa khoa Hợp Lực Thanh Hóa	1
28.	Bệnh viện Nhi đồng thành phố	1
29.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Thái Bình	1
30.	Bệnh viện đa khoa quốc tế Vinmec Central Park	1
31.	Bệnh viện Ung bướu Nghệ An	2
32.	Bệnh viện Tai Mũi Họng Trung ương	1
33.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Hải Dương	1
34.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Hưng Yên	1
35.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Nam Định	0
36.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình	1
37.	Bệnh viện Ung bướu tỉnh Bắc Giang	1
38.	Bệnh viện trung ương Thái Nguyên	0
39.	Bệnh viện Hữu nghị Lạc Việt	1
40.	Bệnh viện Ung bướu Hưng Việt	1
41.	Công ty TNHH Một thành viên Bệnh viện Đại học Y dược Shing Mark	1
42.	Bệnh viện E	1
43.	Bệnh viện Đa khoa Cà Mau	1
44.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Quảng Nam	1
45.	Bệnh viện Ung bướu tỉnh Khánh Hòa	1
46.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Trà Vinh	1
47.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Lâm Đồng	0
48.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Quảng Trị	1
49.	Bệnh viện Ung bướu TP. Cần Thơ	0

Bảng 2. Danh sách các cơ sở y học hạt nhân

TT	Tên cơ sở	Số lượng thiết bị xạ hình
1.	Bệnh viện Quân y 103	2
2.	Bệnh viện Quân y 175	2
3.	Bệnh viện Trung ương Thái Nguyên	1
4.	Bệnh viện Chợ Rẫy	2
5.	Bệnh viện Hữu nghị Việt Tiệp	1
6.	Bệnh viện Ung bướu Tp HCM	3
7.	Công ty TNHH Y tế Viễn Đông Việt Nam	1
8.	Bệnh viện Bạch Mai	2
9.	Viện Y học phóng xạ và U bướu Quân đội	0
10.	Đại học Y dược TP. Hồ Chí Minh	1
11.	Bệnh viện Đa khoa Lâm Đồng	0
12.	Bệnh viện Quân Y 105	1
13.	Bệnh viện 19-8	0
14.	Bệnh viện Quân y 121	1
15.	Bệnh viện Thanh Nhàn	1
16.	Bệnh viện Đà Nẵng	3
17.	Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức	
18.	Bệnh viện Nội Tiết Trung ương	1
19.	Bệnh viện Nhân dân 115	1
20.	Bệnh viện Trung Ương Quân đội 108	7
21.	Trung tâm Y tế Thành phố Quy Nhơn	0
22.	Bệnh viện Ung bướu Hà Nội	3
23.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Bắc Ninh	1
24.	Công ty CP Y học Rạng Đông	1
25.	Bệnh viện Đại học Y Dược TP. Hồ Chí Minh	1
26.	Bệnh viện đa khoa tỉnh Hà Tĩnh	1

TT	Tên cơ sở	Số lượng thiết bị xạ hình
27.	Bệnh viện đa khoa tỉnh Phú Yên	1
28.	Bệnh viện Ung bướu Thành phố Cần Thơ	1
29.	Bệnh viện Ung bướu Đà Nẵng	2
30.	Bệnh viện K	3
31.	Bệnh viện Tim Hà Nội	1
32.	Bệnh viện Ung Bướu Nghệ An	1
33.	Bệnh viện Bãi Cháy	1
34.	Chi nhánh Công ty cổ phần Bệnh viện đa khoa quốc tế Vinmec – Bệnh viện đa khoa quốc tế Vinmec Time City	1
35.	Bệnh viện Nhi Trung ương	1
36.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Vĩnh Phúc	1
37.	Bệnh viện Nhi đồng thành phố HCM	1
38.	Bệnh viện đa khoa Đồng Nai	1
39.	Bệnh viện Việt Nam – Thụy Điển Uông Bí	1
40.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Quảng Ninh	1
41.	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Lào Cai	1
42.	Bệnh viện Trung ương Huế	1
43.	Bệnh viện Ung bướu tỉnh Thanh Hóa	1
44.	Bệnh viện Đa khoa Vùng Tây Nguyên	0
45.	Bệnh viện E	0
46.	Bệnh viện Đại học Quốc gia Hà Nội	0
47.	Bệnh viện tỉnh Ninh Thuận	0
48.	Bệnh viện Ung bướu tỉnh Kiên Giang	1
49.	Công ty cổ phần phát triển công nghệ y học Việt Nam – Nhật Bản	1

Bảng 3. Danh sách các cơ sở điện quang

TT	Tỉnh, thành phố trực thuộc TƯ	Số lượng cơ sở điện quang	Số lượng thiết bị X-quang/CT
I	Vùng trung du và miền núi phía Bắc		
1.	Hà Giang	26	54
2.	Cao Bằng	23	32
3.	Lạng Sơn	38	74
4.	Bắc Giang	60	140
5.	Phú Thọ	40	95
6.	Thái Nguyên	72	178
7.	Bắc Kạn	18	30
8.	Tuyên Quang	35	70
9.	Lào Cai	41	80
10.	Yên Bái	33	72
11.	Lai Châu	14	23
12.	Sơn La	51	95
13.	Điện Biên	8	63
14.	Hoà Bình	41	59
II	Vùng đồng bằng sông Hồng		
15.	Hà Nội	482	1461
16.	Hải Phòng	95	208
17.	Hải Dương	87	156
18.	Hưng Yên	65	118
19.	Vĩnh Phúc	59	146
20.	Bắc Ninh	71	173
21.	Thái Bình	60	172
22.	Nam Định	72	138
23.	Hà Nam	44	63
24.	Ninh Bình	49	94
25.	Quảng Ninh	76	231

III	Vùng Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung		
26.	Thanh Hoá	140	291
27.	Nghệ An	103	267
28.	Hà Tĩnh	54	139
29.	Quảng Bình	48	104
30.	Quảng Trị	33	64
31.	Thừa Thiên Huế	55	148
32.	Đà Nẵng	107	375
33.	Quảng Nam	76	189
34.	Quảng Ngãi	42	63
35.	Bình Định	66	152
36.	Phú Yên	40	69
37.	Khánh Hòa	63	174
38.	Ninh Thuận	18	48
39.	Bình Thuận	57	129
IV	Vùng Tây Nguyên		
40.	Kon Tum	34	51
41.	Gia Lai	72	121
42.	Đắk Lắk	90	170
43.	Đắk Nông	31	52
44.	Lâm Đồng	75	106
V	Vùng Đông Nam Bộ		
45.	TP. Hồ Chí Minh	627	1763
46.	Đồng Nai	150	266
47.	Bà Rịa - Vũng Tàu	78	153
48.	Bình Dương	131	278
49.	Bình Phước	75	92
50.	Tây Ninh	53	101
VI	Vùng đồng bằng sông Cửu Long		
51.	Cần Thơ	71	210

52.	Long An	74	152
53.	Tiền Giang	74	131
54.	Bến Tre	63	113
55.	Trà Vinh	38	70
56.	Vĩnh Long	38	82
57.	An Giang	66	186
58.	Đồng Tháp	56	141
59.	Kiên Giang	102	244
60.	Hậu Giang	34	66
61.	Sóc Trăng	35	88
62.	Bạc Liêu	24	64
63.	Cà Mau	47	118

Bảng 4. Danh sách các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng trong nông nghiệp

TT	Tên cơ sở	Trang thiết bị chính
1	Viện Di truyền Nông nghiệp, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, Bộ NN&PTNT	Buồng chiếu xạ gamma, các thiết bị nghiên cứu chuyên ngành sinh học và nông nghiệp
2	Viện Cây lương thực và Cây thực phẩm, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, Bộ NN&PTNT	Các thiết bị nghiên cứu chuyên ngành sinh học và nông nghiệp
3	Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, Bộ NN&PTNT	Các thiết bị nghiên cứu chuyên ngành sinh học và nông nghiệp
4	Viện lúa đồng bằng sông Cửu Long, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, Bộ NN&PTNT	Các thiết bị nghiên cứu chuyên ngành sinh học và nông nghiệp
5	Viện Bảo vệ thực vật, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, Bộ NN&PTNT	Các thiết bị nghiên cứu chuyên ngành sinh học và nông nghiệp
6	Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, Bộ NN&PTNT	Các thiết bị nghiên cứu chuyên ngành sinh học và nông nghiệp, đầu đo neutron đo độ ẩm đất
7	Viện cây ăn quả miền Nam, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, Bộ NN&PTNT	Các thiết bị nghiên cứu chuyên ngành sinh học và nông nghiệp
8	Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Bộ NN&PTNT	Các thiết bị nghiên cứu chuyên ngành sinh học và nông nghiệp
9	Trung tâm nghiên cứu bảo vệ thực vật Nam Bộ, Viện Bảo vệ thực vật, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, Bộ NN&PTNT	Các thiết bị nghiên cứu chuyên ngành sinh học và nông nghiệp
10	Trung tâm Chẩn đoán Thú y Trung ương, Cục Thú y, Bộ NN&PTNT	Thiết bị ELISA, các thiết bị y sinh và sinh học phân tử
11	Viện Cơ điện và Công nghệ sau thu hoạch	Các thiết bị nghiên cứu chuyên ngành Sinh học và nông nghiệp
12	Trung tâm Công nghệ Sinh học TP. Hồ Chí Minh	Buồng chiếu xạ gamma (Ấn Độ); các thiết bị nghiên cứu chuyên ngành Sinh học và nông nghiệp
13	Công ty CP chiếu xạ An Phú tại Bình Dương	02 thiết bị chiếu xạ gamma nguồn Co-60
14	Công ty CP chiếu xạ An Phú chi nhánh tại Vĩnh Long	1 thiết bị chiếu xạ gamma nguồn Co-60

15	Công ty CP chiếu xạ An Phú chi nhánh tại Bắc Ninh	01 máy gia tốc điện tử EB (cả tia X và electron)
16	Công ty CP Chế biến - thủy hải sản Sơn Sơn	01 máy gia tốc tuyến tính LINAC (NLCĐ 5 MeV)
17	Trung tâm nghiên cứu và triển khai công nghệ bức xạ	01 thiết bị chiếu xạ gamma nguồn Co-60 và 01 máy gia tốc EB (electron)
18	Trung tâm nghiên cứu và triển khai công nghệ bức xạ - Chi nhánh Đà Nẵng	01 thiết bị chiếu xạ gamma nguồn Co-60
19	Công ty TNHH chiếu xạ Toàn Phát	01 thiết bị chiếu xạ gamma nguồn Co-60 và 01 máy gia tốc EB
20	Công ty TNHH Thái Sơn (Cần Thơ)	01 thiết bị gamma nguồn Co-60 và 01 máy gia tốc EB
21	Trung tâm chiếu xạ Hà Nội	01 thiết bị gamma nguồn Co-60
22	Công ty CP xuất nhập khẩu thực phẩm Sài Gòn	01 máy gia tốc điện tử EB (cả tia X và electron)

Bảng 5. Danh sách các cơ sở chiếu xạ trong công nghiệp

TT	Tên cơ sở	Trang thiết bị chính
1	Công ty TNHH Kurabe Industrial Bắc Ninh	01 máy gia tốc tuyến tính trong xử lý vật liệu (NLCD 800 keV)
2	Công ty TNHH Proterial Việt Nam (trước đây là Công ty TNHH Hitachi Cable Việt Nam)	01 máy gia tốc tuyến tính chiếu xạ vật liệu
3	Công ty TNHH Runyang Technology Việt Nam	03 máy gia tốc tuyến tính để chiếu xạ biến tính vật liệu polime
4	Công ty TNHH Xiangyuan Foam	02 máy gia tốc tuyến tính xử lý vật liệu
5	Công ty TNHH Đức Tín	02 máy gia tốc điện tử EB chiếu xạ thức ăn vật nuôi

Bảng 6. Các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT

TT	Tên cơ sở
1	Liên đoàn Địa chất và Xạ hiếm: - Trung tâm Quan trắc và Điều tra môi trường phóng xạ - Phòng phân tích Xạ - Hiếm
2	Cục Địa chất Việt Nam (Trung tâm Phân tích thí nghiệm và Kiểm định địa chất)
3	Liên đoàn Vật lý Địa chất (Trung tâm công nghệ và kiểm định máy địa vật lý)
4	Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Nam (Phòng phân tích thí nghiệm)
5	Liên đoàn Địa chất Trung Trung Bộ. Tại Bình Định (Phòng phân tích thí nghiệm)
6	Viện Khoa học kỹ thuật hạt nhân, Viện NLNTVN
7	Viện Nghiên cứu hạt nhân, Viện NLNTVN
8	Viện Công nghệ xạ hiếm, Viện NLNTVN
9	Trường Đại học Khoa học tự nhiên Hà Nội (Khoa các Khoa học liên ngành)
10	Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội (Dầu khí và Năng lượng, TT Phân tích, thí nghiệm công nghệ cao)
11	Trường Đại học Khoa học tự nhiên TP HCM
12	Trường Đại học TN&MT Hà Nội

**Bảng 7. Danh sách các cơ sở giáo dục-đào tạo về vật lý hạt nhân,
kỹ thuật hạt nhân, VLYK**

STT	Tên trường	Ngành đào tạo	Trang thiết bị
1	Đại học KHTN, Đại học Quốc gia Tp. HCM	Vật lý hạt nhân	
2	Đại học KHTN, Đại học Quốc gia Hà Nội	Công nghệ kỹ thuật hạt nhân	Máy gia tốc Thiết bị XRF Các nguồn phóng xạ phục vụ nghiên cứu và các thiết bị ghi đo bức xạ
3	Đại học Bách khoa Hà Nội	Kỹ thuật hạt nhân, Vật lý y khoa	02 máy phát Xray (GXL306D, MHF200D), 01 máy đo mật độ truyền qua (Xrite 331X), 01 máy siêu âm kiểm tra bề dày (DG41EZI), 01 thiết bị đo dòng xoáy tần số kép (518869/01), 01 thiết bị nội soi ống cứng. Các nguồn phóng xạ phục vụ nghiên cứu và các thiết bị ghi đo bức xạ
4	Đại học Đà Lạt	Kỹ thuật hạt nhân	
5	Đại học Sư phạm TP. HCM	Vật lý hạt nhân	
6	Đại học Nguyễn Tất Thành	Vật lý y khoa	
7	Đại học Duy Tân	Vật lý nguyên tử và hạt nhân	
8	Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Tp. HCM	Vật lý kỹ thuật	

Bảng 8. Danh sách các cơ sở giáo dục-đào tạo BX&ĐVPX trong y tế

STT	Tên trường	Ngành đào tạo
I	Lĩnh vực điện quang (chẩn đoán hình ảnh)	
1	Trường Đại học Y Hà Nội	Bộ môn chẩn đoán hình ảnh đào tạo chẩn đoán hình ảnh cơ bản (CDH50123006)
2	Đại học Y dược TP.HCM	Mã trường: YDS Bộ môn kỹ thuật hình ảnh Tổ hợp xét tuyển ngành Kỹ thuật hình ảnh Y học: B00
3	Trường Y dược Tôn Thất Tùng	đào tạo chứng chỉ kỹ thuật viên chẩn đoán hình ảnh (X – Quang)
4	Đại học Y Khoa Phạm Ngọc Thạch	Mã trường: TYS Tổ hợp xét tuyển ngành Kỹ thuật hình ảnh Y học: B00
5	Học viện Quân y	Đào tạo đại học, bác sỹ CKI, CKII X-quang; Huấn luyện chương trình cho học viên các bộ môn liên quan về chẩn đoán X – quang
6	Trường Đại học Nam Cần Thơ	Mã trường: DNC Tổ hợp xét tuyển ngành Kỹ thuật hình ảnh Y học: A00, B00, C05, C08
7	Đại học Y dược Hải Phòng	Bác sỹ chuyên khoa cấp I chuyên ngành Chẩn đoán hình ảnh
8	Đại học Y dược - Đại học Thái Nguyên	Bộ môn Chẩn Đoán Hình Ảnh Giảng dạy sinh viên Y đa khoa, YHDP và RHM, đào tạo BS nội trú bệnh viện, CKII
9	Đại học Y dược Cần Thơ	Bộ môn chẩn đoán hình ảnh: Sinh viên đại học (cử nhân kỹ thuật hình ảnh) và sau đại học (bác sĩ nội trú chẩn đoán hình ảnh), CK1, CK2 CĐHA.
10	Đại Học Y Khoa Vinh	Khoa chẩn đoán hình ảnh, đào tạo và cấp Chứng chỉ/Giấy chứng nhận đào tạo liên tục: Chụp mạch huỳnh quang đáy mắt;
11	Khoa Y Dược – Đại học Quốc Gia Hà Nội	Mã ngành: 7720602 Tên ngành: Kỹ thuật hình ảnh y học Tổ hợp môn: B00
12	Đại Học Y Dược – Đại Học Huế	Mã trường: DHY Mã ngành: 7720602 Tên ngành: Kỹ thuật hình ảnh y học

		Tổ hợp môn: A00, B00
13	Đại Học Y Dược Thái Bình	Đào tạo bác sĩ chuyên ngành chẩn đoán hình ảnh
14	Đại học Kỹ thuật Y Dược Đà Nẵng	Mã trường: YDN Loại trường: Công lập Mã ngành: 7720602 Ngành Kỹ thuật hình ảnh Y học: B00
15	Đại học Thành Đông	Mã ngành: 7720602 Tên ngành: Kỹ thuật hình ảnh y học Tổ hợp môn: A00, A02, B00
16	Khoa Y Dược - Đại Học Đà Nẵng	Mã ngành: 7720602 Tên ngành: Kỹ thuật hình ảnh y học Tổ hợp môn: B00
17	Đại học Y Khoa Tokyo Việt Nam	Mã trường: THU Loại trường: Dân lập Hệ đào tạo: Đại học Tổ hợp xét tuyển ngành Kỹ thuật hình ảnh Y học: A00, A01, B00, D08
18	Đại Học Kỹ Thuật Y Tế Hải Dương	Mã trường: DKY Mã ngành: 7720602 Tên ngành: Kỹ thuật hình ảnh y học
19	Trường Cao đẳng bách khoa Tây Nguyên	Cao đẳng kỹ thuật chẩn đoán hình ảnh
20	Trường Cao đẳng Dược Sài Gòn	Ngành kỹ thuật hình ảnh Y học
21	Đại Học Trà Vinh	Mã trường: DVT Ngành Kỹ thuật hình ảnh y học (7720602)
II	Lĩnh vực Y học hạt nhân	
1	Trường Đại học Y Hà Nội	Bộ môn y học hạt nhân
2	Đại học Y dược TP.HCM	Bộ môn y học hạt nhân
3	Khoa Y Dược – Đại học Quốc Gia Hà Nội	Bộ môn ung thư và y học hạt nhân, đào tạo sinh viên năm thứ 4 về y học hạt nhân; thạc sĩ chuyên ngành điện quang và y học hạt nhân
III	Lĩnh vực ung bướu (xạ trị) *	
1	Trường Đại học Y Hà Nội	Bộ môn ung thư
2	Đại học Y dược TP.HCM	Bộ môn Ung thư

3	Đại Học Y Dược – Đại Học Huế	Bộ môn ung bướu
4	Đại học Y dược Hải Phòng	Bộ môn ung bướu
5	Trường đại học y dược Thái Nguyên	Bộ môn ung thư
6	Đại học Y dược Cần Thơ	Bộ môn ung bướu

** Hiện nay ở Việt Nam chưa có cơ sở, tổ chức đào tạo bác sĩ xạ trị. Các bác sĩ xạ trị ở Việt Nam hiện nay hoặc được đào tạo ở nước ngoài, hoặc được đào tạo về chuyên ngành ung thư hoặc ngoại khoa hoặc chuyên ngành khác, sau đó được đào tạo bổ sung thêm 1 số học trình về xạ trị*

**PHỤ LỤC III. DANH MỤC CHƯƠNG TRÌNH, DỰ ÁN QUAN TRỌNG
ƯU TIÊN ĐẦU TƯ**

Bảng 1. Danh mục dự án đầu tư thuộc cơ quan thuộc Chính phủ

TT	Cơ quan	Tên dự án	Tổng mức đầu tư	Thời kỳ thực hiện	Ghi chú
A	DỰ ÁN NHÓM A				
I	Bộ KH&CN				
B	DỰ ÁN NHÓM B				
I	Bộ KH&CN				
	Viện NLNTVN	Nâng cấp và hoàn thiện mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia.		2025-2030	Trình TTgCP phê duyệt
	Viện NLNTVN	Nâng cấp, tăng cường năng lực cho các đơn vị nghiên cứu thuộc Viện NLNTVN về nghiên cứu, ứng dụng công nghệ bức xạ và đồng vị phóng xạ; hệ thống chuẩn đo lường bức xạ ion hóa theo chuẩn quốc tế; bảo đảm an toàn, an ninh kho lưu giữ nguồn phóng xạ đã qua sử dụng, vật liệu hạt nhân, chất thải phóng xạ; cơ sở đào tạo hạt nhân.			
	Viện NLNTVN	Thành lập cơ sở nghiên cứu và chuyên gia công nghệ chế biến đất hiếm trực thuộc NLNTVN.		2030-2050	
C	DỰ ÁN NHÓM C				
I	Bộ KH&CN				
	Viện NLNTVN	Đầu tư máy gia tốc cyclotron và hệ thống phòng thí nghiệm tại Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội. - Giai đoạn 1 (2025-2030): Đầu tư mới phòng thí nghiệm phục vụ cho việc nghiên cứu, phát triển và kiểm nghiệm dược chất phóng xạ. - Giai đoạn 2 (2030-2035): Đầu tư máy gia tốc cyclotron để thực hiện nghiên cứu và phát triển dược chất phóng xạ.		2025-2035	
	Cục An toàn bức xạ và hạt nhân	Nâng cấp cơ sở hạ tầng cho tổ chức hỗ trợ kỹ thuật của Cục ATBX và hạt nhân		2025 - 2030	
II	Bộ Y tế				

		Nâng cấp các cơ sở y học hạt nhân, xạ trị và điện quang tại các trung tâm vùng: Trung du và miền núi phía Bắc, Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung, Tây Nguyên và Đồng bằng Sông Cửu Long.		2025 - 2030	Trình TTgCP phê duyệt
		Hoàn thiện hệ thống quốc gia về quản lý công nghệ và thiết bị y sinh.		2025 - 2030	
III	Bộ TN&MT				
		Nâng cấp và hoàn thiện mạng lưới QT&CBPXMT tự nhiên và nhân tạo	120	2025-2030	Sự nghiệp môi trường Chưa được phê duyệt
		Đầu tư xây dựng, nâng cấp phòng thí nghiệm phục vụ phân tích mẫu đồng vị phóng xạ nhân tạo, tự nhiên trong môi trường đất, nước, không khí	90	2025-2030	Chưa được phê duyệt nguồn đầu tư
		Thiết lập các trạm quan trắc ứng dụng kỹ thuật neutron tia vũ trụ hỗ trợ quan trắc độ ẩm đất, lập bản đồ độ ẩm đất, giám sát cảnh báo hạn hán	60	2025-2030	Chưa được phê duyệt nguồn đầu tư
		Thiết lập các trạm quan trắc xây dựng các đường đồng vị bên nước hệ thống các sông lớn Việt Nam	30	2025-2030	Chưa được phê duyệt nguồn đầu tư
		Nâng cấp, xây dựng các phòng thí nghiệm ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong lĩnh vực khí tượng thủy văn tại các trường Đại học TN&MT Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh và Cần Thơ.	25	2025-2030	Chưa được phê duyệt nguồn đầu tư
		Dự án “Xây dựng bản đồ hiện trạng môi trường phóng xạ, đồng vị phóng xạ nhân tạo tỷ lệ 1:250.000 các vùng biển Việt Nam” - Giai đoạn 1 (2025 - 2030): lập bản đồ hiện trạng môi trường phóng xạ, đồng vị phóng xạ nhân tạo tỷ lệ 1:250.000 các vùng biển Việt Nam; - Giai đoạn 2 (2030 - 2040): hoàn thành bản đồ hiện trạng môi trường phóng xạ, đồng vị phóng xạ nhân tạo tỷ lệ 1:250.000 các vùng biển Việt Nam.	100	2025 - 2030	Chưa được phê duyệt nguồn đầu tư

				2030 - 2040	
IV	Bộ NN&PTNT				
		Đầu tư nâng cấp, bổ sung các phòng thí nghiệm về nghiên cứu tạo, chọn giống cây trồng, vi sinh vật đột biến; bảo vệ thực vật; nông hóa, thổ nhưỡng và dinh dưỡng cây trồng; chăn nuôi, thú y; nuôi trồng thủy sản; bảo quản và chế biến sau thu hoạch.		2025 - 2030	
V	Bộ Công Thương				
		Tăng cường năng lực nghiên cứu, phát triển và ứng dụng cho một số phòng thí nghiệm về ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp		2025 - 2030	Bộ Công Thương phê duyệt
		Thành lập một số phòng thử nghiệm không phá hủy (NDT) cho kết cấu xây dựng, cầu đường, giao thông,... đạt tiêu chuẩn quốc tế ISO/IEC 17025:2017.	10	2025 - 2030	Bộ Công Thương phê duyệt
VI	Đại học Quốc gia Hà Nội	Nâng cấp, tăng cường trang thiết bị cho máy gia tốc HUS Pelletron thuộc phòng thí nghiệm về ion beam và vật lý hạt nhân ứng dụng tại trường Đại học Khoa học tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội.		2025 - 2030	Đại học Quốc gia Hà Nội phê duyệt
VII	Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh	Nâng cấp, tăng cường trang thiết bị cho các phòng thí nghiệm thuộc Bộ môn Vật lý Hạt nhân - Ngành Kỹ thuật Hạt nhân - Ngành VLYK trực thuộc khoa Vật lý - Vật lý Kỹ thuật, trường Đại học Khoa học tự nhiên - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.		2025 - 2030	Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh phê duyệt
VIII	Đại học Bách khoa Hà Nội	Nâng cấp, tăng cường trang thiết bị cho các phòng thí nghiệm của Bộ môn Vật lý hạt nhân thuộc Đại học Bách khoa Hà Nội.		2025 - 2030	Bộ GD&ĐT phê duyệt

Bảng 2. Danh mục các chương trình, dự án, đề án phát triển

TT	Cơ quan	Tên chương trình/dự án/đề án	Kinh phí dự kiến	Thời kỳ thực hiện	Ghi chú
I	Bộ KH&CN				
	Vụ NLNT	Chương trình KH&CN cấp quốc gia về phát triển, ứng dụng NLNT trong các ngành KT-XH.	200	2025-2030	Trình TTgCP phê duyệt Sử dụng kinh phí sự nghiệp phát triển KH&CN
	Vụ NLNT	Đề án “Đào tạo, bồi dưỡng, phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT phục vụ phát triển KT-XH”.	300	2025-2030	Trình TTgCP phê duyệt Sử dụng kinh phí sự nghiệp
	Vụ NLNT	Đề án “Thông tin, tuyên truyền về phát triển, ứng dụng NLNT phục vụ phát triển KT-XH”	10	2025-2030	Chưa được phê duyệt Sử dụng kinh phí sự nghiệp
	Vụ NLNT	Đề án “Hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật an toàn và an ninh hạt nhân đối với các ứng dụng BX&ĐVPX trong các ngành, lĩnh vực”.		2025-2030	Chưa được phê duyệt Sử dụng kinh phí sự nghiệp
		Đề án “Tăng cường bảo đảm chất lượng, quản lý chiếu xạ y tế; và ứng dụng chuyển đổi số phục vụ quản lý, khai thác, lưu trữ dữ liệu chẩn đoán hình ảnh trong các cơ sở y học bức xạ”.		2025-2030	Chưa được phê duyệt Sử dụng kinh phí sự nghiệp
	Viện NLNTVN	Đề án “Thành lập Viện nghiên cứu và ứng dụng kỹ thuật bức xạ và hạt nhân trong y tế trực thuộc Trung tâm Nghiên cứu KH&CN hạt nhân tại tỉnh Đồng Nai”.		2025-2030	Chưa được phê duyệt Sử dụng kinh phí sự nghiệp
II	Bộ TN&MT		60		
		Xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu (CSDL) môi trường phóng xạ tự nhiên, nhân tạo	30	2025-2030	Sự nghiệp môi trường

					Chưa được phê duyệt
		Đánh giá nguồn gốc, nguồn bổ cập và mối quan hệ thủy lực giữa các tầng chứa nước, mối quan hệ giữa nước dưới đất với nước mặt trên lưu vực sông liên tỉnh, liên quốc gia (13 lưu vực sông chính)	30	2025-2030	Sự nghiệp kinh tế Chưa được phê duyệt
		Nghiên cứu, ứng dụng kỹ thuật bức xạ trong việc phân tích và đo lường chính xác lượng phát thải khí nhà kính	30	2025-2030	Sự nghiệp KH&CN Chưa được phê duyệt