MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ

ISBN: 978-604-43-4634-2
Giá: 172.000đ

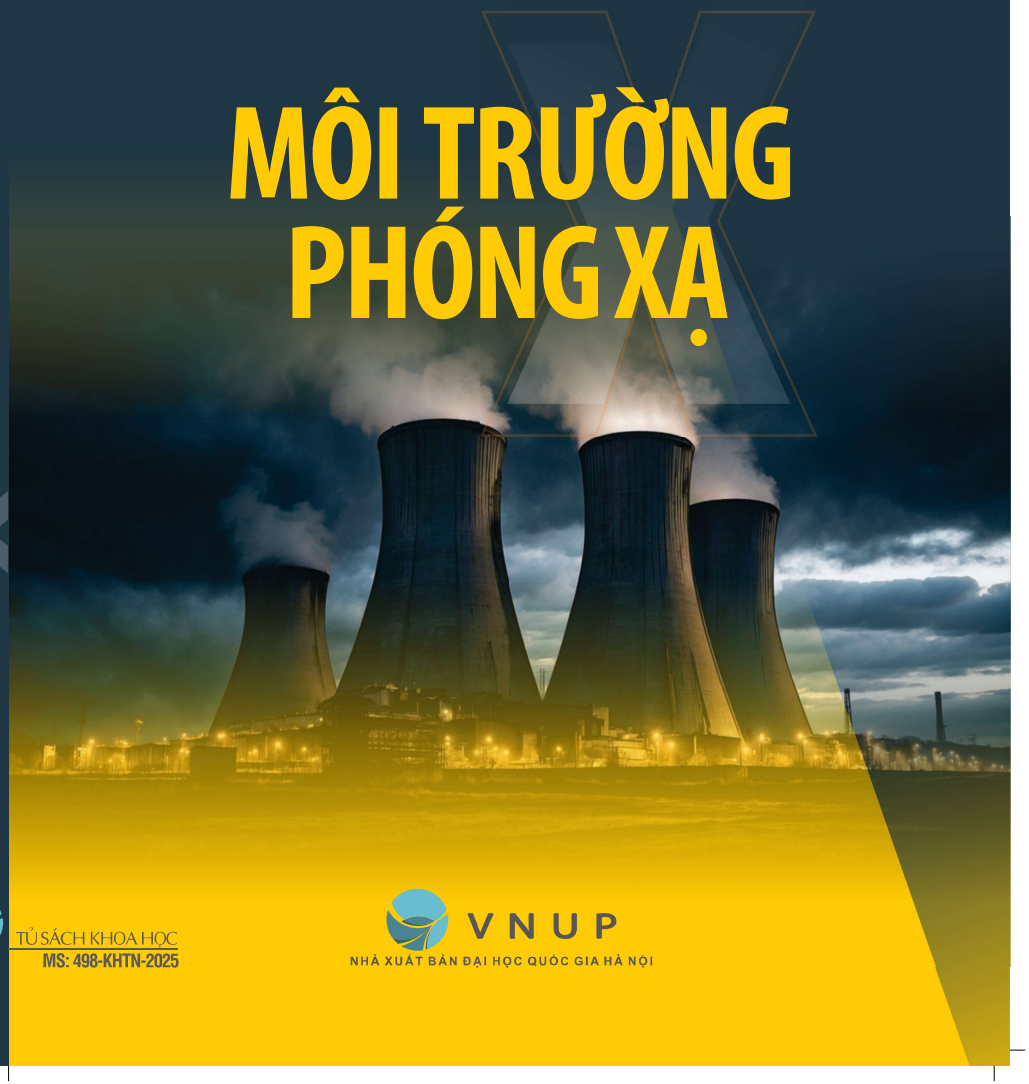
NGUYỄN VĂN DŨNG - DƯƠNG VĂN HÀO - NGUYỄN TÀI TUỆ (Đồng chủ biên)
NGUYỄN PHƯƠNG - ĐÀO ĐÌNH THUẦN

MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ

VNU

NGUYỄN VĂN DŨNG - DƯƠNG VĂN HÀO - NGUYỄN TÀI TUỆ (Đồng chủ biên)
NGUYỄN PHƯƠNG - ĐÀO ĐÌNH THUẦN

MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ



TỦ SÁCH KHOA HỌC
MS: 498-KHTN-2025

VNUP
NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ

NGUYỄN VĂN DŨNG - DƯƠNG VĂN HÀO - NGUYỄN TÀI TUỆ
(Đồng chủ biên)
NGUYỄN PHƯƠNG - ĐÀO ĐÌNH THUẦN

MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

MỤC LỤC

DANH MỤC BẢNG 11
DANH MỤC HÌNH 13
MỞ ĐẦU 16

Chương 1
KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ PHÓNG XẠ

1.1. HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ 19
1.2. CÁC LOẠI PHÂN RÃ PHÓNG XẠ 20
1.2.1. Phân rã alpha 20
1.2.2. Phân rã beta 21
1.2.3. Bức xạ gamma 21
1.2.4. Phân rã neutron 22
1.2.5. Bức xạ tia X 22
1.3. TƯƠNG TÁC CỦA BỨC XẠ VỚI VẬT CHẤT 23
1.3.1. Đặc điểm tương tác của bức xạ với vật chất 23
1.3.2. Tương tác của hạt nặng mang điện với vật chất 23
1.3.3. Tương tác của bức xạ beta với vật chất 24
1.3.4. Tương tác của neutron với vật chất 25
1.3.5. Tương tác của bức xạ gamma với vật chất 26
1.4. CÁC ĐẠI LƯỢNG VẬT LÝ CƠ BẢN 31
1.4.1. Liều chiếu và suất liều chiếu 31
1.4.2. Liều hấp thụ và suất liều hấp thụ 32
1.4.3. Độ truyền năng lượng tuyến tính 32
1.4.4. Liều tương đương bức xạ 33
1.4.5. Liều lượng hiệu dụng 34
1.4.6. Liều lượng gánh 35
1.4.7. Đại lượng Kerma 35
1.4.8. Liều giới hạn 35
1.4.9. Nồng độ giới hạn 35
1.4.10. Các đại lượng khác dùng trong kiểm soát phóng xạ môi trường và cá nhân 36
1.4.11. Hoạt độ bức xạ, thông lượng bức xạ 38
1.4.12. Mối liên hệ giữa liều hấp thụ D và liều chiếu (D_{ch}) 39

1.4.13. Mối liên hệ giữa liều hấp thụ bức xạ gamma trong nước (D_{H_2O}) và trong không khí D_{kk}) 40
1.4.14. Các đơn vị đo chủ yếu trong an toàn phóng xạ..... 40
1.5. MỘT SỐ GIỚI HẠN NGƯỠNG AN TOÀN PHÓNG XẠ 41
1.5.1. Giới hạn ngưỡng an toàn phóng xạ trong môi trường 41
1.5.2. Một số tiêu chuẩn liên quan đến an toàn phóng xạ..... 44
1.5.3. Xác định mức chiếu xạ có khả năng gây hại cho con người..... 46
Câu hỏi ôn tập Chương 1 50

Chương 2
CÁC NGUỒN PHÓNG XẠ VÀ ỨNG DỤNG

2.1. NGUỒN PHÓNG XẠ TỰ NHIÊN 51
2.1.1. Các họ phóng xạ và đồng vị phóng xạ tự nhiên 51
2.1.2. Nguồn phóng xạ trong thạch quyển 58
2.1.3. Nguồn phóng xạ trong thủy quyển 62
2.1.4. Nguồn phóng xạ trong khí quyển 65
2.1.5. Nguồn phóng xạ trong sinh quyển 70
2.1.6. Phóng xạ từ các tia vũ trụ..... 71
2.1.7. Phông bức xạ tự nhiên..... 75
2.2. NGUỒN PHÓNG XẠ NHÂN TẠO..... 75
2.2.1. Sử dụng máy gia tốc 75
2.2.2. Chiếu xạ bởi neutron trong lò phản ứng..... 76
2.2.3. Từ các sản phẩm phân hạch 77
2.3. NGUỒN PHÓNG XẠ PHÁT TÁN TỪ CÁC MỎ KHOÁNG SẢN KHI CÓ HOẠT ĐỘNG THĂM DÒ, KHAI THÁC VÀ CHẾ BIẾN 78
2.3.1. Hoạt động khoáng sản đối với khoáng sản phóng xạ và khoáng sản có chứa phóng xạ..... 78
2.3.2. Phóng xạ trong hoạt động khoáng sản có tính phóng xạ..... 81
2.4. ỨNG DỤNG ĐỒNG VỊ PHÓNG XẠ 84
2.4.1. Trong công nghiệp 85
2.4.2. Trong y tế..... 86
2.4.3. Trong nông nghiệp 88
2.4.4. Trong nghiên cứu kỹ thuật hạt nhân 90
2.4.5. Trong nghiên cứu khoa học và môi trường 90
2.4.6. Trong ngành hải quan..... 91
Câu hỏi ôn tập Chương 2..... 92

Chương 3
TÁC ĐỘNG CỦA PHÓNG XẠ ĐẾN CON NGƯỜI

3.1. MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ 93
3.1.1. Khái niệm "môi trường phóng xạ" 93
3.1.2. Các thành phần của môi trường phóng xạ 96
3.1.3. Đối tượng nghiên cứu môi trường phóng xạ 97
3.2. TÁC ĐỘNG CỦA BỨC XẠ ION HÓA LÊN CƠ THỂ NGƯỜI 98
3.2.1. Các hiệu ứng sinh học của bức xạ 98
3.2.2. Cơ chế tác động của bức xạ ion hóa 101
3.3. CÁC TỔN THƯƠNG DO BỨC XẠ ION HÓA 105
3.3.1. Tổn thương ở mức nhiễm sắc thể 105
3.3.2. Tổn thương ở mức phân tử 106
3.3.3. Tổn thương ở mức tế bào 106
3.4. CÁC HIỆU ỨNG DO TÁC ĐỘNG CỦA BỨC XẠ ION HÓA 106
3.4.1. Hiệu ứng sớm 106
3.4.2. Hiệu ứng muộn 108
3.4.3. Hiệu ứng ngẫu nhiên và tất nhiên 109
3.4.4. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu ứng sinh học của bức xạ ion hóa 111
Câu hỏi ôn tập Chương 3 112

Chương 4
PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ

4.1. MỘT SỐ HOẠT ĐỘNG NGHIÊN CỨU MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ 113
4.1.1. Sự cần thiết của nghiên cứu môi trường phóng xạ 113
4.1.2. Một số điều tra, nghiên cứu môi trường phóng xạ ở Việt Nam 115
4.2. CƠ SỞ LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ NGHIÊN CỨU 118
4.2.1. Cơ sở lựa chọn phương pháp 118
4.2.2. Kĩ thuật và thiết bị nghiên cứu 119
4.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU HIỆN TRƯỜNG 120
4.3.1. Đo suất liều tương đương và suất liều bức xạ gamma 120
4.3.2. Đo nồng độ radon trong không khí 122
4.3.3. Phương pháp lấy mẫu 131
4.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH MẪU 132
4.4.1. Gia công mẫu 133
4.4.2. Phân tích mẫu 134
4.4.3. Phân tích tổng hoạt độ alpha, beta 138
4.5. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ SỐ LIỆU 138

4.5.1. Phương pháp xác định liều chiếu xạ 138
4.5.2. Hoạt độ tương đương radi 141
4.5.3. Chỉ số nguy hiểm chiếu ngoài và chiếu trong 141
4.5.4. Tính liều chiếu ngoài (H_n) hàng năm 142
4.5.5. Tính liều chiếu trong 142
4.5.6. Phương pháp xác định liều hiệu dụng 143
4.5.7. Đánh giá rủi ro phóng xạ 145
4.5.8. Phương pháp xác định biến đổi liều bức xạ 148
4.6. BIỆN PHÁP ĐẢM BẢO AN TOÀN PHÓNG XẠ 150
4.6.1. Biện pháp đảm bảo an toàn khi làm việc tại mỏ quặng có tính phóng xạ 150
4.6.2. Giải pháp đảm bảo an toàn phóng xạ 152
Câu hỏi ôn tập Chương 4 153

Chương 5
QUAN TRẮC VÀ GIÁM SÁT MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ

5.1. KHÁI NIỆM CHUNG 154
5.2. HOẠT ĐỘNG QUAN TRẮC VÀ GIÁM SÁT MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ 155
5.2.1. Trên thế giới 155
5.2.2. Ở Việt Nam 157
5.3. NỘI DUNG QUAN TRẮC VÀ GIÁM SÁT MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ 160
5.3.1. Nội dung quan trắc môi trường phóng xạ 160
5.3.2. Các thông số môi trường phóng xạ quan trắc và giám sát 161
5.3.3. Tần suất quan trắc và giám sát 162
5.3.4. Phương pháp quan trắc 162
5.4. QUAN TRẮC VÀ GIÁM SÁT MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ KHU VỰC KHAI THÁC KHOÁNG SẢN 164
5.4.1. Chuẩn bị trước khi quan trắc 165
5.4.2. Lấy mẫu tại hiện trường 166
5.4.3. Đo, thử nghiệm và phân tích tại hiện trường 167
5.4.4. Phân tích mẫu 167
5.4.5. Xử lý số liệu và báo cáo kết quả 168
Câu hỏi ôn tập Chương 5 169

Chương 6
QUẢN LÝ CHẤT THẢI PHÓNG XẠ

6.1. KHÁI NIỆM CHẤT THẢI PHÓNG XẠ 170
6.2. PHÂN LOẠI CHẤT THẢI PHÓNG XẠ 170
6.2.1. Phân loại theo nguồn gốc 171
6.2.2. Phân loại theo trạng thái vật lý 175
6.2.3. Phân loại theo mức độ phóng xạ 175

6.2.4. Phân loại theo chu kỳ bán rã 176
6.2.5. Phân loại theo một số đặc tính khác 178
6.3. XỬ LÝ CHẤT THẢI PHÓNG XẠ 178
6.3.1. Xử lý khí thải phóng xạ 179
6.3.2. Xử lý chất thải rắn phóng xạ 182
6.3.3. Xử lý nước thải phóng xạ 188
6.4. QUẢN LÝ CHẤT THẢI PHÓNG XẠ 189
6.4.1. Mục tiêu của quản lý chất thải phóng xạ 189
6.4.2. Quản lý chất thải phóng xạ tự nhiên 189
6.4.3. Chôn lấp chất thải của nhà máy điện hạt nhân 191
6.4.4. Quản lý chất thải phóng xạ hoạt độ cao và nhiên liệu hạt nhân đã cháy 195
Câu hỏi ôn tập Chương 6 202

Chương 7
AN TOÀN PHÓNG XẠ NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN

7.1. TỔNG QUAN VỀ ĐIỆN HẠT NHÂN VÀ LÒ PHẢN ỨNG 204
7.1.1. Một số khái niệm cơ bản về lò phản ứng hạt nhân 204
7.1.2. Các thế hệ lò phản ứng hạt nhân 209
7.2. ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ MỘT SỐ LOẠI LÒ PHẢN ỨNG HẠT NHÂN 211
7.2.1. Lò phản ứng nước áp lực 211
7.2.2. Lò phản ứng nước sôi 214
7.2.3. Lò phản ứng nước nặng áp lực 217
7.3. ĐẶC TRƯNG CỦA CÁC CHẤT PHÓNG XẠ TRONG LÒ PHẢN ỨNG 219
7.3.1. Urani 219
7.3.2. Plutoni 220
7.3.3. Triti 221
7.4. AN TOÀN PHÓNG XẠ NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN 221
7.4.1. Nguyên tắc đảm bảo an toàn nhà máy điện hạt nhân 221
7.4.2. Tiêu chí đảm bảo an toàn nhà máy điện hạt nhân 225
7.4.3. Báo cáo sự cố hạt nhân cho các nhà máy điện hạt nhân 229
7.5. QUAN TRẮC VÀ GIÁM SÁT MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN 231
7.5.1. Giám sát nguồn thải 232
7.5.2. Giám sát môi trường xung quanh 234
7.5.3. Giám sát nhiễm xạ của sinh vật 239
7.5.4. Giám sát khác 239
7.6. MÔ HÌNH LAN TRUYỀN PHÓNG XẠ TỪ NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN TRONG MÔI TRƯỜNG 240
7.6.1. Phương pháp tính lan truyền phóng xạ đối với trường hợp $H > 2{,}5\ H_B$ 241
7.6.2. Phương pháp tính lan truyền phóng xạ đối với trường hợp $H < 2{,}5\ H_B$ và $x > 2{,}5AB$ 242

7.6.3. Phương pháp tính lan truyền phóng xạ đối với trường hợp H $<2,5$ H_B và x $<2,5AB$ (vùng lõm) 243
7.7. MỘT SỐ THẢM HỌA HẠT NHÂN VÀ PHÓNG XẠ 245
7.7.1. Thảm họa nhà máy điện hạt nhân Chernobyl 245
7.7.2. Sự cố phóng xạ tại nhà máy điện hạt nhân Fukushima Dai-ichi 249
7.7.3. Những sự cố mất nguồn phóng xạ ở Việt Nam 251
Câu hỏi ôn tập Chương 7 252

TÀI LIỆU THAM KHẢO 253

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Tính chất của bức xạ và quãng chạy của chúng trong môi trường không khí và trong mô 30
Bảng 1.2. Các giá trị LET trung bình 33
Bảng 1.3. Bảng trọng số bức xạ W_R 33
Bảng 1.4. Bảng hệ số W_T dùng để tính liều hiệu dụng 34
Bảng 1.5. Giá trị RBE_{TR} đối với bức xạ và cơ quan (hoặc mô) 38
Bảng 1.6. Mối tương quan giữa các đơn vị đo liều lượng bức xạ ion hóa 41
Bảng 1.7. Phân loại đối tượng tiếp xúc với phóng xạ 42
Bảng 1.8. Quy định về mức nồng độ khí radon tự nhiên trung bình năm trong nhà 44
Bảng 1.9. Giới hạn liều qua các thời kỳ của ICRP 46
Bảng 1.10. Liều lượng (mSv/năm) được phép giới hạn của sự chiếu trong và ngoài 47
Bảng 2.1. Họ thori (4n) 53
Bảng 2.2. Họ urani (4n+2) 54
Bảng 2.3. Họ actini (4n+3) 55
Bảng 2.4. Họ neptuni (4n+1)[a] 55
Bảng 2.5. Các đồng vị phóng xạ với số nguyên tử thấp 57
Bảng 2.6. Các đồng vị phóng xạ tự nhiên phổ biến nhất trong thạch quyển 58
Bảng 2.7. Hoạt độ phóng xạ riêng của các đồng vị phóng xạ tự nhiên phổ biến trong một số loại đất đá và trầm tích 59
Bảng 2.8. Số liệu về hoạt độ phóng xạ riêng các đồng vị phóng xạ có trong lớp đất bề mặt 62
Bảng 2.9. Tổng hoạt độ phóng xạ riêng trong nước đại dương của một số đồng vị phóng xạ 63
Bảng 2.10. Hoạt độ các đồng vị phóng xạ có trong một số nguồn nước khoáng nóng ở phía bắc Việt Nam 64
Bảng 2.11. Hoạt độ phóng xạ riêng của các đồng vị phóng xạ ^{40}K và ^{226}Ra có trong một số loại thực phẩm 70
Bảng 2.12. Thông tin cơ bản về một số đồng vị phóng xạ chính trong cơ thể người 71
Bảng 2.13. Thành phần của các tia vũ trụ sơ cấp 72
Bảng 3.1. Các mức liều chiếu và ảnh hưởng đến các bộ phận của cơ thể người 94
Bảng 3.2. Các hiệu ứng của cơ thể người sau khi chiếu xạ toàn thân 111
Bảng 4.1. Hiệu suất ghi tuyệt đối của detector tại các đỉnh đặc trưng 135
Bảng 4.2. Ước tính rủi ro/WLM theo giới tính và tình trạng hút thuốc 148

Bảng 4.3. Kết quả tính liều biến đổi do hoạt động thăm dò, khai thác, chế biến khoáng sản chứa phóng xạ 149
Bảng 5.1. Các đối tượng, chỉ tiêu quan trắc môi trường phóng xạ các mỏ khoáng sản 161
Bảng 5.2. Danh mục các thiết bị sử dụng trong quan trắc môi trường phóng xạ 162
Bảng 5.3. Phương pháp và thiết bị đo, phân tích các thông số phóng xạ 168
Bảng 6.1. Các loại chất thải NORM phát sinh từ các hoạt động khai thác, chế biến quặng urani, quặng thori, đất hiếm, sa khoáng titan và ngành công nghiệp liên quan đến hoạt động khai thác, chế biến sa khoáng titan 174
Bảng 6.2. Bảng phân loại chất thải theo hoạt độ phóng xạ của IAEA 176
Bảng 6.3. Phân loại chất thải phóng xạ theo mức phóng xạ và chu kỳ bán rã 176
Bảng 6.4. Lượng phin lọc thải ra trong quá trình xử lý khí thải phóng xạ từ các loại lò hạt nhân khác nhau 181
Bảng 6.5. So sánh phương pháp khô và ướt để lưu giữ thanh nhiên liệu hạt nhân đã cháy 198
Bảng 7.1. Các phần tử chính, vật liệu sử dụng và chức năng của chúng trong lò phản ứng hạt nhân 208
Bảng 7.2. Một số thông số chính của loại lò PWR công suất 1.160 MW 213
Bảng 7.3. Một số thông số chính của loại lò BWR với công suất 1.100 MW 216
Bảng 7.4. Các mức giới hạn cho phép của urani 220
Bảng 7.5. Thang sự cố hạt nhân quốc tế (INES) 230
Bảng 7.6. Thành phần đồng vị phóng xạ bên trong lò phản ứng và thoát ra ngoài môi trường trong thảm họa Chernobyl 247

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Quá trình phân rã phóng xạ của đồng vị ^{212}Pb 19
Hình 1.2. Quá trình phát bức xạ gamma 22
Hình 1.3. Sự phụ thuộc của tiết diện hiệu ứng quang điện vào năng lượng của gamma 27
Hình 1.4. Tán xạ Comptom 28
Hình 1.5. Sự phụ thuộc của tiết diện tán xạ Comptom vào E_γ 29
Hình 1.6. Sự phụ thuộc của tiết diện tạo cặp vào E_γ 29
Hình 1.7. Sự phụ thuộc của tiết diện tương tác toàn phần vào năng lượng E_γ 30
Hình 1.8. Liều hiệu dụng từ các nguồn khác nhau 42
Hình 2.1. Sơ đồ phân rã của 3 họ (dãy) phóng xạ trong tự nhiên 52
Hình 2.2. Sự di chuyển của khí radon trong lòng đất 66
Hình 2.3. Khí radon thâm nhập vào trong nhà bằng nhiều con đường khác nhau 67
Hình 2.4. Ước tính số ca tử vong do các nguyên nhân khác nhau trong một năm ở Hoa Kỳ 68
Hình 2.5. Sự xâm nhập khí ^{222}Rn vào phổi và phá hủy các DNA 69
Hình 2.6. Quá trình phân hạch hạt nhân 77
Hình 2.7. Khai trường khai thác urani ở Liên bang Nga 79
Hình 2.8. Khai trường khai thác và tuyển quặng sa khoáng chứa phóng xạ ở ven biển miền Trung 80
Hình 2.9. Khai trường khai thác quặng đồng Sin Quyền, tỉnh Lào Cai 80
Hình 2.10. Sơ đồ mô tả phương pháp xạ trị tế bào ung thư 87
Hình 2.11. Hình ảnh thiết bị xạ trị bằng chùm tia gamma để tiêu diệt các khối u trong điều trị bệnh ung thư 87
Hình 2.12. Mô hình ứng dụng chiếu xạ trong bảo quản thực phẩm 89
Hình 2.13. Ứng dụng tia X để kiểm tra tại các cửa khẩu 92
Hình 3.1. Quá trình thâm nhập của các đồng vị phóng xạ vào cơ thể con người và tác động 95
Hình 3.2. Tổn thương do tiếp xúc với nguồn phóng xạ liều cao 96
Hình 3.3. Mối quan hệ giữa môi trường phóng xạ và môi trường sống của con người 97
Hình 3.4. Hệ hô hấp ở người mà qua đó khí phóng xạ có thể thâm nhập vào cơ thể 99
Hình 3.5. Một số bộ phận của hệ tiêu hóa mà qua đó đồng vị phóng xạ có thể thâm nhập vào cơ thể người 100
Hình 3.6. Cơ chế tác dụng bức xạ ion hóa lên cơ thể người 102

Hình 3.7. Sự phụ thuộc tỷ lệ sống sót của tế bào vào liều hấp thụ 104
Hình 3.8. Các dạng tổn thương nhiễm sắc thể ADN dưới tác động của bức xạ 105
Hình 3.9. Các hiệu ứng do tác động của bức xạ ion hóa ở cơ thể người 107
Hình 3.10. Trẻ em bị ảnh hưởng đột biết gene bởi vụ nổ nhà máy điện hạt nhân Chernobyl (1986) 109
Hình 4.1. Máy đo suất liều gamma hiện trường 121
Hình 4.2. Thiết bị đo nồng độ khí phóng xạ RAD-7 123
Hình 4.3. Hộp detector 3×3 cm 125
Hình 4.4. Phổ năng lượng của alpha do Rn phát ra và cửa sổ của máy đo RAD-7 127
Hình 4.5. Thiết bị đo radon trong nước RAD-H_2O kết nối với thiết bị RAD-7 130
Hình 4.6. Sơ đồ lấy và đo khí radon trong mẫu nước của máy RAD-7 130
Hình 4.7. Dạng phổ của mẫu chuẩn IAEA RGU-1 đo trên hệ phổ kế HPGe 134
Hình 4.8. Đường cong hiệu suất ghi tuyệt đối tại đỉnh hấp thụ toàn phần 135
Hình 4.9. Sơ đồ chuyển từ điểm quan sát rời rạc sang ô mạng cơ sở 140
Hình 4.10. Quy trình đánh giá mức độ phơi nhiễm radon 146
Hình 5.1. Sơ đồ các trạm quan trắc môi trường phóng xạ tại Hoa Kỳ 156
Hình 5.2. Phòng thí nghiệm phân tích bức xạ môi trường ở Georgia, Hoa Kỳ 157
Hình 5.3. Sơ đồ hệ thống phân bố các trạm quan trắc và giám sát môi trường phóng xạ ở Việt Nam 158
Hình 5.4. Hệ phổ kế gamma phông thấp 163
Hình 5.5. Bố trí các điểm lấy mẫu đất trung bình đại diện 167
Hình 6.1. Phân loại chất thải phóng xạ theo hoạt độ phóng xạ của Vương quốc Anh 177
Hình 6.2. Phân loại chất thải phóng xạ kết hợp giữa hoạt độ và chu kỳ bán hủy 177
Hình 6.3. Sơ đồ nguyên lý xử lý chất thải phóng xạ từ nhà máy điện hạt nhân 179
Hình 6.4. Sơ đồ nguyên lý xử lý khí thải phóng xạ trong nhà máy điện nguyên tử 180
Hình 6.5. Sơ đồ xử lý chất thải phóng xạ thể rắn 182
Hình 6.6. Sơ đồ hệ thống thiết bị lò đốt chất thải rắn phóng xạ hai cấp 183
Hình 6.7. Máy nén thường ép chất thải rắn phóng xạ 184
Hình 6.8. Máy nén áp lực cao ép chất thải rắn phóng xạ 184
Hình 6.9. Ví dụ về sản phẩm sau khi nén áp lực cao 185
Hình 6.10. Lưu giữ chất thải rắn phóng xạ có hoạt độ cao đã được thủy tinh hóa 187
Hình 6.11. Sơ đồ mô tả sự giảm hoạt độ phóng xạ theo thời gian của chất thải rắn phóng xạ có hoạt độ cao HLW 187
Hình 6.12. Sơ đồ nguyên lý xử lý nước thải phóng xạ 188
Hình 6.13. Chôn lấp đuôi quặng urani dưới lớp đất nông, phủ cây xanh ở Canada 190
Hình 6.14. Bãi chôn lấp đuôi quặng urani dựa vào vùng đất ngập nước tự nhiên ở Canada 191
Hình 6.15. Đắp đập tạo thành các hồ để chôn lấp đuôi quặng urani ở Canada 191
Hình 6.16. Kho lưu giữ tạm thời chất thải phóng xạ hoạt độ thấp của nhà máy điện hạt nhân 192
Hình 6.17. Chất thải phóng xạ được chôn lấp ở tầng đất nông ở Australia 193

Hình 6.18. Cảnh quan bãi chôn lấp chất thải phóng xạ trong tầng đất nông 193
Hình 6.19. Chôn lấp chất thải phóng xạ trong các hầm mỏ đã ngừng khai thác 194
Hình 6.20. Lưu giữ tạm thời thanh nhiên liệu đã cháy theo phương pháp ướt 197
Hình 6.21. Mô hình chôn lấp chất thải hạt nhân sâu với nhiều lớp bảo vệ của Thụy Điển 199
Hình 6.22. Kho lưu giữ HLW vĩnh viễn trong các cấu trúc địa chất sâu của nhà máy điện hạt nhân Forsmark, Thụy Điển 200
Hình 7.1. Sơ đồ phản ứng phân hạch diễn ra trong lò phản ứng hạt nhân 204
Hình 7.2. Sơ đồ cấu tạo của lò phản ứng hạt nhân 205
Hình 7.3. Cấu tạo cụm thanh nhiên liệu hạt nhân cho lò phản ứng nước áp lực 206
Hình 7.4. Cấu tạo hệ thống làm mát trong lò phản ứng hạt nhân 207
Hình 7.5. Thùng lò phản ứng hạt nhân 208
Hình 7.6. Sơ đồ công nghệ của lò PWR 212
Hình 7.7. Sơ đồ cấu tạo bình lò phản ứng PWR 212
Hình 7.8. Các bó nhiên liệu của lò PWR 214
Hình 7.9. Sơ đồ công nghệ của lò BWR 215
Hình 7.10. Cấu tạo bình lò phản ứng BWR 216
Hình 7.11. Sơ đồ công nghệ của lò PHWR 218
Hình 7.12. Sơ đồ cấu tạo bó nhiên liệu trong kênh nhiên liệu 218
Hình 7.13. Cấu tạo bó nhiên liệu của lò PHWR 219
Hình 7.14. Quá trình lan truyền các hạt nhân phóng xạ phát thải vào khí quyển từ nhà máy điện hạt nhân 240
Hình 7.15. Quá trình lan truyền chất phóng xạ trong môi trường không khí từ nguồn thải nhà máy điện hạt nhân 241
Hình 7.16. Lan truyền khí thải phóng xạ trong trường hợp chiều cao nguồn thải (H) lớn hơn 2,5 lần chiều cao vật cản (H_B) 242
Hình 7.17. Lan truyền khí thải phóng xạ trong trường hợp chiều cao nguồn thải hơn chiều cao vật cản (H $<$2,5 H_B và khoảng cách x $<$2,5AB (A_B là chiều cao lan toả) 243
Hình 7.18. Dòng khí vùng lõm 244
Hình 7.19. Lò phản ứng số 4 của nhà máy điện hạt nhân Chernobyl bị phá hủy 246
Hình 7.20. Phân bố các vùng theo mức độ chịu ảnh hưởng của ^{137}Cs sau thảm họa Chernobyl 248
Hình 7.21. Vị trí các tổ máy nhà máy điện hạt nhân Fukushima Dai-ichi sau thảm họa động đất, sóng thần năm 2011 249
Hình 7.22. Sự phát tán phóng xạ vào môi trường do sự cố nhà máy điện hạt nhân Fukushima Dai-ichi năm 2011 250

NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
16 Hàng Chuối, Hai Bà Trưng, Hà Nội

Giám đốc: (024) 39715011
Tổng Biên tập: (024) 39714736
Kinh doanh: (024) 39729437
Biên tập: (024) 39714896
Fax: (024) 39724736

Chịu trách nhiệm xuất bản: Giám đốc: TS. TRẦN QUỐC BÌNH
Chịu trách nhiệm nội dung: Tổng Biên tập: TS. NGUYỄN THỊ HỒNG NGA

Hội đồng nghiệm thu giáo trình: Trường Đại học Khoa học Tự Nhiên, ĐHQGHN
Người nhận xét: PGS.TS. NGUYỄN VĂN PHỔ
TS. TRẦN ĐĂNG QUANG

Biên tập: ĐINH QUỐC THẮNG
Chế bản: ĐỖ THỊ HỒNG SÂM
Trình bày bìa: NGUYỄN NGỌC ANH

MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ

Mã số: 1K - 16ĐH2025
In 250 bản, khổ 19 x 27 cm, tại Công ty Cổ phần in và Thương mại Trường An
Địa chỉ: Lô A2-CN1, cụm CN vừa và nhỏ Từ liêm, P. Xuân Phương, Hà Nội
Số xác nhận ĐKXB: 1602-2025/CXBIPH/02-143/ĐHQGHN, ngày 9/5/2025
Quyết định xuất bản số: 43 KH-TN/QĐ-NXB ĐHQGHN, ngày 7/8/2025
In xong và nộp lưu chiểu năm 2025

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh Phúc

ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT HỌC PHẦN

1. Tên học phần: Môi trường phóng xạ (Environmental radioactivity)

Mã số học phần: 7110111

Số tín chỉ học phần: 2 (2-0-4), học trong 8 tuần

Số tiết học phần:

Lý thuyết: 27; Bài tập 3; Thực hành: 0;

Thực tập: 0; Đồ án: 0; Tự học: 60

2. Đơn vị quản lý học phần

2.1. Giảng viên giảng dạy:	**Mã giảng viên**
1. TS. Nguyễn Văn Dũng	0601-06
2. TS. Vũ Thị Lan Anh	1101-09
3. TS. Đào Đình Thuần	0408-02

2.2. Bộ môn: Quản lý tài nguyên và môi trường

2.3. Khoa: Môi trường

3. Điều kiện học học phần (mã số học phần)

3.1. Môn học tiên quyết: Xác suất thống kê - 7010120

3.2. Môn học học trước:

4. Mục tiêu của học phần:

Trang bị kiến thức về cơ sở khoa học và ứng dụng các phương pháp phóng xạ trong điều tra khoáng sản phóng xạ và nghiên cứu môi trường. Nắm vững phương pháp hệ nghiên cứu môi trường phóng xạ gồm các phương pháp khảo sát thực địa, xử lý tài liệu, hiểu rõ các nguyên tắc đánh giá ô nhiễm phóng xạ đề xuất các giải pháp phòng ngừa bảo vệ môi trường

4.1. Kiến thức

4.1.1. Các khái niệm về phóng xạ môi trường

4.1.2. Các nguồn phóng xạ tự nhiên và nhân tạo

4.1.3. Tác động của phóng xạ đến môi trường và sức khỏe con người

4.1.4. Phương pháp nghiên cứu trong điều tra, đánh giá môi trường phóng xạ

4.1.5. Quan trắc và giám sát môi trường phóng xạ

4.1.6. Quản lý và bảo quản chất thải phóng xạ

4.1.7. An toàn phóng xạ nhà máy điện hạt nhân

4.2. Kỹ năng

4.2.1. Nắm được những kiến thức cơ bản về môi trường phóng xạ

4.2.2. Nắm được phương pháp nghiên cứu, xử lý tài liệu môi trường phóng xạ

4.2.3. Nắm được cách thiết lập bản đồ phân vùng ảnh hưởng của phóng xạ đến môi trường

4.2.4. Làm quen việc làm việc theo nhóm, nâng cao kỹ năng thuyết trình

4.3. Chuẩn đầu ra học phần

Sau khi hoàn thành việc học học phần này, sinh viên có thể:

1. Nắm được những khái niệm cơ bản về môi trường phóng xạ, phóng xạ tự nhiên và nhân tạo
2. Có khả năng đánh giá ảnh hưởng của phóng xạ đến môi trường và con người
3. Nắm được các nguồn phóng xạ chính ở Việt Nam
4. Khả năng làm việc độc lập, nhóm

Các chuẩn đầu ra học phần trên phù hợp với các chuẩn đầu ra chương trình như sau:

CĐR HP	Chuẩn đầu ra																	
	Kiến thức			Kỹ năng									Năng lực				Phẩm chất	
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	5.1	5.2
1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	.
2	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	.
3	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	.
4	√	√	-	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-

5. Tóm tắt nội dung học phần

Mở đầu; khái niệm chung về môi trường phóng xạ; phóng xạ tự nhiên và nhân tạo; tác động của phóng xạ đến môi trường sống và sức khỏe con người; các phương pháp nghiên cứu điều tra, đánh giá môi trường phóng xạ; quan trắc và giám sát môi trường phóng xạ; quản lý chất thải phóng xạ; an toàn phóng xạ trong lò phản ứng hạt nhân, nhà máy điện hạt nhân;

6. Cấu trúc nội dung học phần

Bảng 1. Nội dung học phần

6.1. Lý thuyết			
Đề mục	***Nội dung***	***Số tiết***	***Mục tiêu***
Chương 1	**Kiến thức cơ bản về phóng xạ**	**4**	
1.1	Hiện tượng phóng xạ	0,5	4.1.1
1.2	Các loại phân rã phóng xạ	0,5	4.1.1
1.3	Tương tác của bức xạ với vật chất	1	4.1.1
1.4	Các đại lượng vật lý cơ bản	1	4.1.1
1.5	Một số giới hạn ngưỡng an toàn phóng xạ	1	4.1.1
Chương 2	**Các nguồn phóng xạ và ứng dụng**	**5**	
2.1	Nguồn phóng xạ tự nhiên	1	4.1.2
2.2	Nguồn phóng xạ nhân tạo	1	4.1.2
2.3	Nguồn phóng xạ phát tán từ các mỏ khoáng sản khi có hoạt động thăm dò, khai thác và chế biến	1	4.1.2
2.4	Ứng dụng đồng vị phóng xạ	1	4.1.2
	Bài tập – chương 2	1	
Chương 3	**Tác động của phóng xạ đến con người**	**5**	
3.1	Môi trường phóng xạ	1	4.1.3
3.2	Tác động của bức xạ ion hóa lên cơ thể người	2	4.1.3
3.3	Các tổn thương do bức xạ ion hóa	1	4.1.3
3.4	Các hiệu ứng do tác động của bức xạ ion hóa	1	4.1.3

6.1. Lý thuyết			
Đề mục	*Nội dung*	*Số tiết*	*Mục tiêu*
Chương 4	**Phương pháp nghiên cứu môi trường phóng xạ**	**6**	
4.1	Một số hoạt động nghiên cứu môi trường phóng xạ	0,5	4.1.4
4.2	Cơ sở lựa chọn phương pháp và thiết bị nghiên cứu	0.5	4.1.4
4.3	Các phương pháp hiện trường	1	4.1.4
4.4	Các phương pháp phân tích mẫu	0.5	4.1.4
4.5	Phương pháp xử lý số liệu	1	4.1.4
4.6	Biện pháp đảm bảo an toàn phóng xạ	0,5	4.1.4
	Bài tập – tính toán liều chiếu ngoài, chiếu trong, tổng liều, lập bản đồ phân vùng ảnh hưởng của phóng xạ	2	
Chương 5	**Quan trắc và giám sát môi trường phóng xạ**	**3**	
5.1	Khái niệm chung	0.5	4.1.5
5.2	Hoạt động quan trắc và giám sát môi trường phóng xạ	0,5	4.1.5
5.3	Nội dung quan trắc và giám sát môi trường phóng xạ	1	4.1.5
5.4	Quan trắc và giám sát môi trường phóng xạ khu vực khai thác khoáng sản	1	4.1.5
Chương 6	**Quản lý chất thải phóng xạ**	**3**	
6.1	Khái niệm chất thải phóng xạ	0,5	4.1.6
6.2	Phân loại các chất thải phóng xạ	0,5	4.1.6
6.3	Xử lý các chất thải phóng xạ	1	4.1.6
6.4	Quản lý chất thải phóng xạ	1	4.1.6
Chương 7	**An toàn phóng xạ nhà máy điện hạt nhân**	**4**	
7.1	Tổng quan về điện hạt nhân và lò phản ứng	0,5	4.1.7
7.2	Đặc điểm công nghệ một số lò phản ứng hạt nhân	0,5	4.1.7
7.3	Đặc trưng của các chất phóng xạ trong lò phản ứng	1	4.1.7
7.4	An toàn phóng xạ nhà máy điện hạt nhân	0,5	4.1.7
7.5	Quan trắc giám sát môi trường phóng xạ nhà máy điện hạt nhân	0,5	4.1.7
7.6	Mô hình lan truyền phóng xạ từ nhà máy điện hạt nhân trong môi trường	1	4.1.7

7. Phương pháp giảng dạy

- Giảng dạy lý thuyết kết hợp bài tập.

8. Nhiệm vụ của sinh viên

Sinh viên phải thực hiện các nhiệm vụ sau:

- Có mặt tối thiểu 80% số tiết học lý thuyết.
- Hoàn thành đầy đủ 100% giờ thực hành/thí nghiệm/thực tập và có báo cáo kết quả.
- Hoàn thành đầy đủ các bài tập nhóm/ bài tập và được đánh giá kết quả thực hiện.

- Tham dự kiểm tra giữa học kỳ.
- Tham dự thi kết thúc học phần (bắt buộc).
- Chủ động chuẩn bị các nội dung và thực hiện giờ tự học theo mục 11.

9. Đánh giá kết quả học tập của sinh viên

9.1. Cách đánh giá

Sinh viên được đánh giá tích lũy học phần như sau:

Bảng 2. Đánh giá học phần

TT	Điểm thành phần	Quy định	Trọng số
1	Điểm chuyên cần	Số tiết tham dự học/tổng số tiết	10%
2	Điểm bài tập	Số bài tập đã làm/số bài tập được giao	30%
3	Điểm bài tập nhóm	- Báo cáo/thuyết minh/... - Được nhóm xác nhận có tham gia.	
4	Điểm kiểm tra giữa kỳ	- Báo cáo. thuyết minh theo nhóm và vấn đáp đối với từng thành viên nhóm	
5	Điểm thi kết thúc học phần	- Thi viết (90 phút) - Tham dự đủ 80% tiết lý thuyết và 100% giờ thực hành	60%

9.2. Cách tính điểm

- Điểm đánh giá thành phần và điểm thi kết thúc học phần được chấm theo thang điểm 10 (từ 0 đến 10), làm tròn đến một chữ số thập phân.
- Điểm học phần là tổng điểm của tất cả các điểm đánh giá thành phần của học phần nhân với trọng số tương ứng. Điểm học phần tính theo thang điểm 10 làm tròn đến một chữ số thập phân, sau đó được quy đổi sang điểm chữ và điểm số theo thang điểm 4 theo quy định về công tác đào tạo của Nhà trường.

9.3. Cách đánh giá trên nhằm kiểm tra việc đạt các chuẩn đầu ra học phần sau:

CĐR học phần	Kiểm tra giữa kỳ	Tham gia học tập	Thi cuối kỳ
1	x	x	x
2	x	x	x
3	x	x	x
4		x	x

10. Tài liệu học tập

10.1. Tài liệu chính

[1] Nguyễn Văn Dũng và nnk, 2025. Giáo trình Môi trường phóng xạ - Nhà xuất bản ĐH Quốc gia Hà Nội, 2025.

10.2. Tài liệu tham khảo

[2] Phạm Quốc Hùng, 2007. Vật lý hạt nhân ứng dụng. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2007.

[3] Lê Khánh Phồn. Giáo trình Thăm dò phóng xạ, NXB Giao thông vân tải, Hà Nội. 2004.

11. Hướng dẫn tự học của học phần

Bảng 3. Nội dung chuẩn bị

Tuần	Nội dung	Lý thuyết (tiết)	Bài tập (tiết)	Thực hành (tiết)	Sinh viên cần chuẩn bị
1	**Chương 1 – Kiến thức cơ bản về phóng xạ** 1.1. Hiện trượng phóng xạ 1.2. Các loại phân rã phóng xạ 1.3. Tương tác của bức xạ với vật chất 1.4. Các đại lượng vật lý cơ bản 1.5. Một số giới hạn ngưỡng an toàn phóng xạ	8	0		Nghiên cứu nội dung chương 1 tài liệu [1], [2], [3]
1	**Chương 2 – Các nguồn phóng xạ và ứng dụng** 2.1. Nguồn phóng xạ tự nhiên 2.2. Nguồn phóng xạ nhân tạo 2.3. Nguồn phóng xạ phát tán từ các mỏ khoáng sản khi có hoạt động thăm dò, khai thác và chế biến 2.4. Ứng dụng đồng vị phóng xạ	8	2	0	Nghiên cứu nội dung chương 2, các tài liệu [1]:[2];[3] -Làm việc nhóm *(theo danh sách phân nhóm)*: làm bài tập số 1-chương 2, tham khảo tài liệu [2] và viết báo cáo nhóm.
2	**Chương 3 – Tác động của phóng xạ đến con người** 3.1. Môi trường phóng xạ 3.2. Tác động của bức xạ ion hóa lên cơ thể người 3.3. Các tổn thương do bức xạ ion hóa 3.4. Các hiệu ứng do tác động của bức xạ ion hóa	10	0	0	Nghiên cứu nội dung chương 3 tài liệu [1];[2];[3]
3	**Chương 4 – Phương pháp nghiên cứu môi trường phóng xạ** 4.1. Một số hoạt động nghiên cứu môi trường phóng xạ 4.2. Cơ sở lựa chọn phương pháp và thiết bị nghiên cứu 4.3. Các phương pháp hiện trường 4.4. Các phương pháp phân tích mẫu 4.5. Phương pháp xử lý số liệu 4.6. Biện pháp đảm bảo an toàn phóng xạ	8	4	0	Nghiên cứu nội dung chương 4, tài liệu [1];[2];[3] Làm bài tập chương 4
4,5	**Chương 5 – Quan trắc và giám sát môi trường phóng xạ** 5.1. Khái niệm chung 5.2. Hoạt động quan trắc và giám sát môi trường phóng xạ 5.3. Nội dung quan trắc và giám sát môi trường phóng xạ	6	0	0	Nghiên cứu nội dung chương 5. tài liệu [1];[2];[3]

Tuần	Nội dung	Lý thuyết (tiết)	Bài tập (tiết)	Thực hành (tiết)	Sinh viên cần chuẩn bị
	5.4. Quan trắc và giám sát môi trường phóng xạ khu vực khai thác khoáng sản				
6,7	**Chương 6 - Quản lý chất thải phóng xạ** 6.1. Khái niệm chất thải phóng xạ 6.2. Phân loại các chất thải phóng xạ 6.3. Xử lý các chất thải phóng xạ 6.4. Quản lý chất thải phóng xạ	6	0	0	Nghiên cứu nội dung chương 7. tài liệu [1];[2];[3]
8	**Chương 7 – An toàn phóng xạ nhà máy điện hạt nhân** 7.1. Tổng quan về điện hạt nhân và lò phản ứng 7.2. Đặc trưng công nghệ một số lò phản ứng hạt nhân 7.3. Đặc trưng của chất phóng xạ trong lò phản ứng 7.4. An toàn phóng xạ nhà máy điện hạt nhân 7.5. Quan trắc giám sát môi trường phóng xạ nhà máy điện hạt nhân 7.6. Mô hình lan truyền phóng xạ từ nhà máy điện hạt nhân trong môi trường	8	0	0	Nghiên cứu nội dung chương 7. tài liệu [1];[2];[3]

Hà Nội, ngày 15 tháng 4 năm 2025

TRƯỞNG KHOA

Đỗ Văn Bình

P.TRƯỞNG BỘ MÔN

Nguyễn Văn Dũng