

ERSD 2018

# KỶ YẾU

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC  
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN  
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 07 - 12 - 2018

MÔI TRƯỜNG TRONG KHAI THÁC TÀI NGUYÊN  
VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



Nhà xuất bản giao thông vận tải

## Phân vùng khu vực an toàn cho xây dựng các nhà máy điện hạt nhân gần biên giới Việt Nam - Trung Quốc

Nguyễn Phương Đông<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Phương

<sup>1</sup>Trường Đại học Mỏ - Địa chất

---

### TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu một số kết quả ứng dụng mô hình toán để đảm bảo an toàn cho các nhà máy điện hạt nhân ngay từ ở giai đoạn thiết kế, đồng thời đưa ra các yêu cầu phân tích toàn diện đối với các phát thải ngẫu nhiên có thể xảy ra bởi các tai nạn giả định trong quá trình vận hành của nhà máy. Điều này có thể được xác định bởi các điều kiện về lan truyền và phát tán hạt nhân phóng xạ trong khí quyển. Bằng các số liệu thực tế và số liệu tái phân tích về khí tượng ở khu vực biên giới giữa Việt Nam và Trung Quốc, tác giả đã tính toán và xây dựng bản đồ khí hậu đối với một số chỉ tiêu về điều kiện phát tán hạt nhân phóng xạ; từ đó cho phép xác định các vùng an toàn cho các nhà máy điện hạt nhân được xây dựng trong tương lai ở khu vực nghiên cứu.

*Từ khóa:* Điện nguyên tử; mô hình toán; phát tán phóng xạ

---

### 1. Đặt vấn đề

Sự phát triển nhanh chóng của các ngành công nghiệp, cùng với sự gia tăng mức sống của người dân dẫn đến nhu cầu sử dụng điện năng ngày càng tăng. Tuy nhiên, nguồn nguyên liệu hóa thạch đang ngày càng cạn kiệt và giá thành ngày càng cao, đã trở thành vấn đề lớn không chỉ gây ảnh hưởng đến nền kinh tế, mà còn ảnh hưởng không nhỏ trong vấn đề đảm bảo an ninh năng lượng đối với mỗi quốc gia, đặc biệt đối với các nước đang phát triển. Do đó, để đảm bảo cho sự phát triển nguồn năng lượng bền vững và đáp ứng nhu cầu sử dụng điện năng cho phát triển kinh tế - xã hội trong điều kiện biến đổi khí hậu, thì việc tìm kiếm nguồn năng lượng mới thay thế năng lượng truyền thống (năng lượng hóa thạch, thủy điện) là đòi hỏi cấp thiết đối với mỗi quốc gia. Điện nguyên tử là một trong các nguồn năng lượng hiệu quả, góp phần đảm bảo nhu cầu năng lượng của con người trong tương lai. Hiện nay, trên thế giới có khoảng 30 quốc gia sử dụng năng lượng nguyên tử, với 195 nhà máy điện nguyên tử đang hoạt động. Trong những năm cuối thập kỷ, tại Châu Á, các nước Trung Quốc, Ấn Độ, Iran, Banglades hiện đang bắt đầu xây dựng và phát triển điện nguyên tử cho lãnh thổ của nước mình. Đặc biệt là Trung Quốc, cho đến tháng 9 năm 2016 đã có 35 tổ máy điện hạt nhân đang hoạt động và dự kiến sẽ vận hành 100 nhà máy điện hạt nhân đến năm 2030. Trong đó có 3 nhà máy điện hạt nhân nằm gần với biên giới phía Bắc nước ta đã đi vào hoạt động và dự kiến sẽ có 20 nhà máy tại khu vực này cho đến năm 2030.

Chính vì thế, vấn đề bức thiết hiện nay là phải nghiên cứu xác định những vùng có khả năng xây dựng nhà máy điện nguyên tử và những vùng nào sẽ chịu ảnh hưởng với giả thiết tai nạn xảy ra tại các nhà máy điện nguyên tử trong khu vực?

Để trả lời được câu hỏi trên, cần phải có các nghiên cứu toàn diện và khách quan trên cơ sở xem xét đầy đủ các yếu tố có tác động trực tiếp hoặc gián tiếp trong quá trình xây dựng và vận hành nhà máy điện nguyên tử. Mô hình toán học hiện được xem là một trong số phương pháp dự báo có hiệu quả đối với sự lưu thông khí quyển trên quy mô khu vực. Kết quả nghiên cứu của mô hình là cơ sở để quản lý rủi ro phát tán các chất phóng xạ trong trường hợp xảy ra tai nạn tại các nhà máy điện hạt nhân trong khu vực lân cận miền Bắc nước ta.

Bài báo trình bày việc sử dụng mô hình tính toán lan truyền của phát tán phóng xạ trong khí quyển theo khoảng cách từ các điểm phát thải thông qua việc sử dụng nguồn dữ liệu từ các trạm quan trắc và dữ liệu tái phân tích (tốc độ, hướng gió, mây, nhiệt độ), kết hợp các môđun trong phần mềm RiskZone để phân tích hậu quả phát tán phóng xạ trong không khí với các tai nạn giả định tại các nhà máy điện nguyên tử hiện có trong khu vực. Từ kết quả nhận được của mô hình, có thể góp phần xây dựng bản đồ phát tán phóng xạ giả

\* Tác giả liên hệ  
Email: phuongdong@mail.ru

định đối với điều kiện khí hậu khu vực Bắc Việt Nam và Nam Trung Quốc; từ đó đề xuất các biện pháp nhằm góp phần đảm bảo an toàn khi xây dựng và vận hành nhà máy điện nguyên tử trong khu vực.

## 2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

### 2.5. Mô hình Gauss Pasquill-Gifford về khuếch tán chất ô nhiễm trong không khí

Nếu đặt một hệ trục tọa độ có trục Oz theo chiều cao của cột ống khói, trục Ox trùng theo hướng gió thổi, trục Oy vuông góc với trục Ox trên mặt phẳng nằm ngang mặt đất thì trong trường hợp tổng quát về sự khuếch tán chất ô nhiễm trong môi trường không khí, trị số trung bình nồng độ chất ô nhiễm trong môi trường không khí  $C(x, y, z)$  phân bố theo thời gian và không gian với thành phần vectơ vận tốc gió trung bình được mô tả từ phương trình vi phân tổng quát sau:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + V_x \frac{\partial C}{\partial x} + V_y \frac{\partial C}{\partial y} + V_z \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) \quad (1)$$

Với  $K_x, K_y, K_z$  là các hệ số khuếch tán rối theo các hướng tương ứng với hệ trục.

Trong lớp không khí đồng nhất, các thành phần gió có vận tốc trung bình là  $U$  cố định không phụ thuộc vào vị trí tọa độ ngang, bỏ qua các lực xâm nhập và biến đổi hóa học và giả thiết các lớp bề mặt của bầu khí quyển là kín, không để lọt luồng không khí, như vậy vận tốc trung bình theo phương thẳng đứng trong toàn bộ lớp không khí sẽ bằng không. Phương trình (1) sẽ được đơn giản hóa hơn, nếu giả định rằng việc vận chuyển các tạp chất theo hướng gió là nhiều hơn so với chuyển động rối (Với điều kiện tốc độ gió đủ cao  $U > 2\text{m/s}$ ). Như vậy, khi chúng ta xem xét khu vực bên ngoài vị trí nguồn thải ( $x > 0$ ) thì phương trình (1) có thể được viết dưới dạng đơn giản hơn và thường được sử dụng trong các ứng dụng:

$$\frac{\partial UC}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) \quad (2)$$

Các điều kiện sau được sử dụng làm điều kiện biên trong việc xem xét các tính toán về lan truyền:

- Khi  $x > 0$  thì  $\int_0^{\infty} dz \int_0^{\infty} UC dy = Q$ ;

- Trong trường hợp vô cực so với nguồn thải:  $C \rightarrow 0$  khi  $y \rightarrow \pm\infty, z \rightarrow +\infty$ ;

- Trong điều kiện có sự phản xạ trên mặt đất:  $z = 0, K_z \frac{\partial C}{\partial z} = 0$ .

Khi đó phương trình (2) với các điều kiện biên như trên cùng với các hệ số không đổi  $U, K_y, K_z$  có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[ \exp\left(-\frac{(z-h)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (3)$$

Trong đó  $\sigma_y^2 = 2K_y \frac{x}{U}$ ,  $\sigma_z^2 = 2K_z \frac{x}{U}$  là các hệ số khuếch tán ngang và dọc của chùm tạp chất. Các hệ

số này phụ thuộc vào cấp độ ổn định của khí quyển và khoảng cách xuôi theo chiều gió từ điểm phát thải.

Trong lịch sử, việc sử dụng thay thế đầu tiên cho phương trình (1) để giải quyết các bài toán thực nghiệm thông qua xây dựng mô hình Gauss Pasquill - Gifford, dựa trên việc áp dụng công thức (3), nhưng thay thế chức năng hàm lý thuyết  $\sigma_y \sim \sigma_z(x)$  bằng các phép tính thực nghiệm [2, 3, 4]. Các chức năng của hàm

này phụ thuộc vào cấp độ ổn định của khí quyển, được phân chia làm 7 mức độ: A, B, C (nhóm mức độ không ổn định), D (trung hòa), E, F (nhóm mức độ ổn định), G (nhóm mức độ khí quyển cực kỳ ổn định).

Mô hình Gauss Pasquill - Gifford về sự khuếch tán trong khí quyển đã được áp dụng phổ biến trong thực tế và rộng rãi trên toàn thế giới vì tính đơn giản, chính xác và minh bạch trong các kết quả nhận được [5-8], đặc biệt là trong các tính toán và sử dụng cho công tác đánh giá an toàn hạt nhân. Mô hình này được khuyến cáo sử dụng thực tế trong khoảng cách không quá 30 km từ nguồn thải của tất cả các tổ chức quốc tế, bao gồm Tổ chức Khí tượng Thế giới, Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA), Ủy ban Khoa học Liên hợp quốc về Ảnh hưởng của Bức xạ Nguyên tử (UNSCEAR) Tổ chức Y tế Thế giới (WHO).

### 2.6. Mô hình số tính toán yếu tố pha loãng và lắng đọng của bụi phóng xạ

Các điều kiện lan truyền và phân tán đối với sự phát thải từ một vụ tai nạn vào khí quyển được đặc trưng bởi yếu tố pha loãng và yếu tố lắng đọng. Trong đó yếu tố pha loãng thể hiện giá trị của tích phân nồng độ hạt nhân nguyên tử có khả năng phân rã phóng xạ còn yếu tố lắng đọng thể hiện cường độ lắng đọng của

chúng trên bề mặt. Theo yêu cầu của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA) [1] đối với đánh giá tình trạng phát tán hạt nhân phóng xạ trong các tai nạn được giả định và ước định tại các nhà máy điện hạt nhân cần phải được thực hiện trong các điều kiện khí tượng bất lợi nhất của khu vực có nhà máy điện hạt nhân. Khái niệm về “Các điều kiện khí tượng bất lợi” trong trường hợp này được hiểu không chỉ là giá trị nồng độ lớn nhất nhận được trong toàn bộ chuỗi kết quả tính toán, mà là giá trị lớn nhất của một mức độ đảm bảo nhất định: 95 hoặc 99,5% toàn bộ chuỗi kết quả thống kê tính toán. Việc thu thập các đặc tính thống kê của mức độ đảm bảo đòi hỏi nguồn dữ liệu quan trắc rất dài (ít nhất là từ 5 -8 năm với số liệu quan trắc liên tục hàng giờ đồng hồ) tại vị trí đặt các nhà máy điện nguyên tử ngay từ giai đoạn thiết kế, tuy nhiên, vì một số lý do thực tế vấn đề này chưa được quan tâm đúng mức.

Các thuật toán [8] dưới đây thể hiện sự phụ thuộc vào thời gian đối với độ hoạt động của thể tích phóng xạ  $C_{V,r}^0(x,t)$ , Bq/m<sup>3</sup>, phát ra bởi hạt nhân phóng xạ  $r$  trong khí quyển trên trục của đường di chuyển đám mây (tọa độ ngang  $y = 0$ ) ở trên lớp bề mặt (chiều cao  $z = 0$ ) và ở khoảng cách  $x$  đối với nguồn điểm phát thải tức thời:

$$C_{V,r}^0(x,t) = Q_{0,r} G'_{0,r}(x,t) \quad (4)$$

Trong đó:  $Q_{0,r}$  - lượng phóng thích tức thời của các hạt nhân phóng xạ  $r$ ;

$G'_{0,r}(x,t)$  - là yếu tố pha loãng được giải phóng tức thì trong khí quyển, được tính toán theo công thức sau:

$$G'_{0,r}(x,t) = \frac{2}{(2\pi)^{3/2}} \frac{F_r(x)}{\sigma_x \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{(x-Ut)^2}{2\sigma_x^2}\right] \exp\left[-\frac{h^2(x)}{2\sigma_x^2}\right] \quad (5)$$

Với:  $h(x)$  là độ cao của trung tâm đám mây khí thải đến bề mặt của mặt đất tại khoảng cách  $x$  so với nguồn phát thải;  $U$  - là vận tốc gió tại độ cao điểm phát thải;  $F_r(x)$  - là đại lượng đặc trưng cho mức độ tiêu hao đám mây khí thải của hạt nhân phóng xạ  $r$  tại khoảng cách  $x$  theo chiều nguồn gió (đây là một đại lượng không đơn vị mô tả sự thay đổi số lượng toàn phần của hạt nhân phóng xạ  $r$ , giảm do phân rã phóng xạ, lắng đọng khô và lắng đọng ướt bởi các cơn mưa).

Các công thức (4) và (5) đưa ra quá trình biến đổi của độ hoạt động thể tích phóng xạ tại khoảng cách  $x$  nằm trên quỹ đạo của tâm đám mây khí thải so với nguồn thải. Để đánh giá hậu quả và ảnh hưởng bức xạ trong quá trình chuyển động của những đám mây như vậy (như những ảnh hưởng trực tiếp đến cơ thể con người, rơi xuống trên bề mặt đất hay liều lượng từ bức xạ bên ngoài của các đám mây trước đó) cần thiết phải biết tích phân thời gian của nồng độ chất ô nhiễm tại điểm tính toán. Điều này có thể được tính toán dựa trên tích hợp công thức (5) theo thời gian  $t$ , và kết quả là chúng ta thu được các hệ thức tương quan sau:

$$C_{V,r}(x) = \int_0^{\infty} Q_{0,r} G'_{0,r}(x,t) dt = Q_{0,r} G_{0,r}(x) \quad (6)$$

$$G_{0,r}(x) = \int_0^{\infty} G'_{0,r}(x,t) dt = \frac{F_r(x)}{\pi \sigma_y \sigma_z U} \exp\left[-\frac{h_{\phi\phi}^2(x)}{2\sigma_z^2}\right] \quad (7)$$

Với  $G_{0,r}(x)$  - là yếu tố pha loãng, c/m<sup>3</sup>;

$h_{\phi\phi}$  - là chiều cao hiệu dụng của điểm phát thải.

Công thức (6) đưa ra các giá trị lớn nhất có thể của tích phân nồng độ trong các điều kiện đã cho ở khoảng cách  $x$  tính từ điểm phóng thích (trên trục quỹ đạo của đám mây phát xạ). Do đó, để tính toán các đặc tính của khả năng phát tán của khí quyển, chúng tôi sử dụng các dữ liệu ban đầu sau:

- Tốc độ gió trung bình ở cùng mức trong lớp bề mặt theo các phép đo tiêu chuẩn tại trạm khí tượng;
- Hướng gió (8 hướng) và tỉ lệ có gió theo từng hướng ở độ cao 10m so với mặt đất;
- Hệ số khuếch tán phụ thuộc khoảng cách:  $\sigma_y, \sigma_z(x)$ .

Các kết quả tính toán cuối cùng sẽ cần thêm các thông số sau:

- Thông số về mức độ nhám của bề mặt.
- Thông số về mức độ ổn định khí quyển Pasquill - Gifford.

Trong đó các nhóm mức độ ổn định khí quyển Pasquill - Gifford phụ thuộc vào các gradient nhiệt độ và vận tốc của gió, đây là những thông số không có trong dữ liệu tiêu chuẩn tại các trạm khí tượng mà chỉ có thể được xác định thông qua các phương pháp gián tiếp sử dụng các nguồn cơ sở dữ liệu khí tượng có sẵn khác (Reanalysis Dataset).

Phương pháp để xác định các tham số sử dụng thông tin gián tiếp được trình bày trong nghiên cứu của Василенко С.В. và các công sự [9], trong đó cho phép khả năng tính toán khôi phục cấu trúc theo hướng



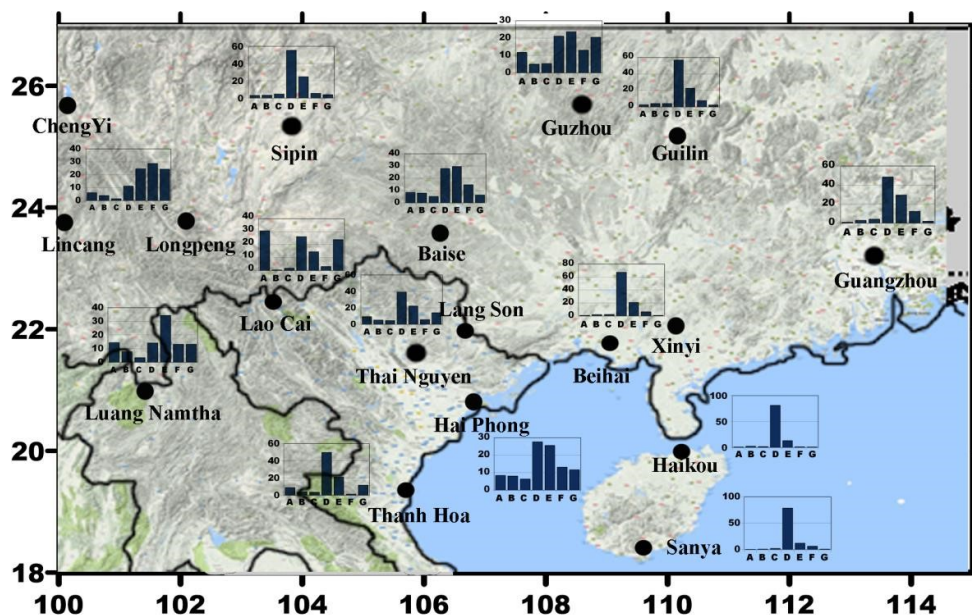
thẳng đứng của lớp biên khí quyển dựa trên các dữ liệu tại các trạm khí tượng và các dữ liệu tái phân tích (Reanalysis Dataset) đối với các quá trình khí quyển (tốc độ, hướng gió), nhiệt độ và độ ẩm. Phương pháp này có thể được sử dụng để khôi phục dữ liệu nguồn bị thiếu nhằm giúp tính toán các loại độ ổn định khí quyển Pasquill-Gifford và sau đó được sử dụng để tính toán các yếu tố pha loãng/lãng động cho bất kì vị trí nào có trạm quan trắc thời tiết.

### 3. Kết quả và thảo luận

Mô hình số nêu trên đã được áp dụng trong nghiên cứu của Василенко С.В. và các cộng sự (2006) [10] và toàn bộ công nghệ này được thực hiện bởi phần mềm RiskZone chuyên biệt đã được đánh giá và chứng nhận bởi ROSATOM của Liên bang Nga [13]. Khả năng sử dụng công nghệ này cho vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa (trong đó có Việt Nam và Trung Quốc) cũng được chứng minh trong nghiên cứu của Гаврилов А.С. và các cộng sự [11].

Dựa trên phương pháp lớp biên khí quyển, với các dữ liệu khí tượng thực tế tại các trạm trong khu vực nghiên cứu (từ vĩ độ 18<sup>o</sup> đến 27<sup>o</sup> Bắc, và từ kinh độ 100<sup>o</sup> đến 115<sup>o</sup> Đông) đồng bộ cùng Reanalysis Dataset lấy từ dự án “NCEP/DOE Reanalysis 2 (R2)” [14] theo mạng lưới điểm là 2,5<sup>o</sup>x2,5<sup>o</sup> có sẵn của Trung tâm dự báo môi trường Quốc gia (Mỹ) trong 11 năm từ 2006 đến 2016 và dựa trên việc thống kê các kết quả tính toán độ ổn định khí quyển cho khu vực nghiên cứu, các biểu đồ về tần suất của các loại ổn định khí quyển trong ngày theo mùa đã được xây dựng.

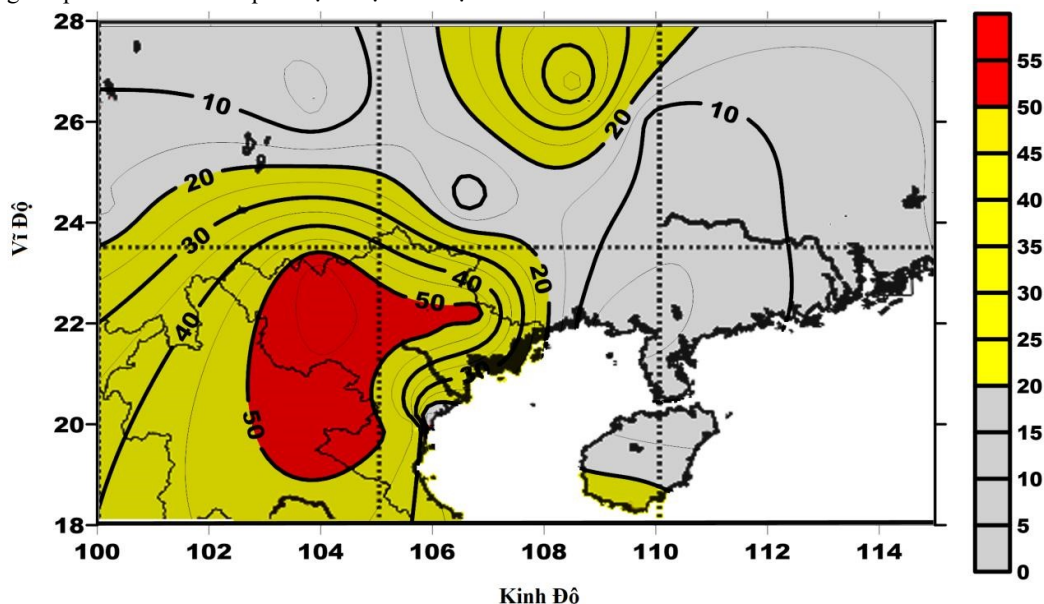
Hình 1 thể hiện sự phân bố đặc trưng của mức độ ổn định khí quyển trong khu vực tại các điểm quan sát, lấy ví dụ vào mùa đông. Có thể nhận thấy rằng, do ảnh hưởng của khí hậu, vào mùa đông với đặc điểm thời tiết có ban ngày ngắn, ban đêm dài hơn và khu vực nằm trong vùng chịu tác động của gió mùa đông bắc do khối khí lạnh di chuyển từ áp cao Xibia về xích đạo gây gió mạnh; vì vậy, chiếm ưu thế là trạng thái trung lập và ổn định của bầu khí quyển. Ở điều kiện trạng thái khí quyển ổn định (các mức E, F và G) cho thấy quá trình chuyển động rối diễn ra rất yếu (với các giá trị đặc trưng của xung động vận tốc là 0,01 - 0,1m/s). Đây cũng là bản chất của tác động ô nhiễm lan truyền xa trong không khí, khi đám mây chứa tạp chất phát ra từ một nguồn thải trong điều kiện khí quyển khu vực cực kì ổn định, khuếch tán rối là rất yếu, đám mây chứa tạp chất sẽ được gió đẩy ra xa khỏi nguồn và sự giãn nở tuyến tính của đám mây ở khoảng cách 10-20km so với nguồn là không đáng kể.



Hình 1. Các biểu đồ về độ lặp lại các mức độ ổn định khí quyển theo Pasquill-Gifford vào mùa đông đối với khu vực nghiên cứu dựa trên dữ liệu các trạm thời tiết và dữ liệu tái phân tích trong giai đoạn 2006 - 2016.

Trong bài báo này, tác giả đưa ra các chỉ số để phân tích hậu quả bức xạ nhân đối với các tai nạn nhà máy điện hạt nhân giả định trong khu vực nghiên cứu, dựa trên các kết quả tính toán trong giai đoạn 2006 -2016. Các giá trị tối đa yếu tố pha loãng (theo công thức 7) với mức độ đảm bảo 95% đối với nguồn phát thải (công suất  $Q_{0,r} = 1$ ) chiều cao xả thải là 50 m và khoảng cách điểm tính toán đến 30 km so với

nguồn phát thải. Các kết quả nhận được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Bản đồ phân vùng cho khu vực nghiên cứu dựa trên kết quả (được nhân với  $10^6$ ,  $s/m^3$ ) giá trị yếu tố pha loãng tối đa với mức độ đảm bảo 95% ở khoảng cách 5 km so với nguồn thải

Hình 2 thể hiện sự biến đổi không gian rõ rệt đối với các chỉ số đã chọn, giá trị của chúng thay đổi từ  $10^{-6}$  cho đến  $10^{-4}$   $s/m^3$ . Dựa vào các kết quả tính toán các giá trị tối đa của thành phần pha loãng, cũng là kết quả của việc phát xạ bởi các đặc tính khí hậu, qua đó xác định các điều kiện lan truyền, khuếch tán và rửa trôi các tạp chất trong bầu khí quyển. Đối với khu vực nghiên cứu, các chỉ số này thể hiện rõ ràng ba khu vực chính đối với các yếu tố pha loãng: Khu vực 1 - vùng có giá trị yếu tố pha loãng thấp (màu xám chì); Khu vực 2 - vùng có giá trị yếu tố pha loãng trung bình (từ  $2 \times 10^{-5}$  đến  $5 \times 10^{-5}$   $s/m^3$ ) (màu vàng) và vùng có giá trị cao (khu vực 3) được thể hiện bởi màu đỏ.

Từ việc phân vùng các khu vực, theo ý tưởng của tác giả, có thể nhận dạng được khu vực 1 là khu vực có thể tiến hành xây dựng các nhà máy điện nguyên tử, các chất ô nhiễm tại khu vực này sẽ không lan truyền đi xa. Đối với khu vực 2 và 3 là những khu vực mà chất ô nhiễm có trong các đám mây được thải ra có khả năng khuếch tán và vận chuyển ra xa xung quanh. Đặc biệt là khu vực 3 không thích hợp cho việc triển khai xây dựng các nhà máy điện nguyên tử.

#### 4. Kết luận

- Đây là những thử nghiệm đầu tiên về việc xây dựng các bản đồ khí hậu chuyên biệt cho các đặc điểm phát xạ của hạt nhân phóng xạ trong trường hợp tai nạn giả định đối với các nhà máy điện nguyên tử được xây dựng khu vực gần biên giới Việt - Trung.

- Theo ý tưởng của tác giả, với việc sử dụng các phương pháp mô hình số, cùng các dữ liệu khí tượng và dữ liệu tái phân tích sẵn có, đã phân vùng được một số khu vực thích hợp cho việc xây dựng các nhà máy điện nguyên tử.

#### Tài liệu tham khảo

IAEA. Safety standards series No. NS-G-3.2 *Dispersion of radioactive material in air and water and consideration of population distribution in site evaluation for nuclear power plant. Safety Guide*. Vienna. 2002.

Paquill, F.; Smith, F.B, 1983. *Atmospheric Diffusion, 3rd ed.*; Ellis Horwood Ltd.: Chichester, UK.

Ньистадт и Хю Ван Допа. *Атмосферная турбулентность и моделирование распространения примесей*. Ред. Ф.Т.М. Ньистадта и Хю Ван Допа. Перевод с англ. - Гидрометеоздат, Л., 1985, 350 с.

Hanna S.R. Air quality modeling over short distances. *Handbook of applied meteorology*. Ed. By D.D.Houghton. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley&Sons Inc., New York, 1985, 712 - 743.

Серия изданий по безопасности № 50-SG-S3. *Руководства МАГАТЭ по безопасности*. Вена, 1982

НТД 38.220.56-84 “Методы расчета распространения радиоактивных веществ с АЭС и облучения окружающего населения”. *Часть 1. Приложения. МХО Интератомэнерго*, М., Энергоатомиздат, 1984

Методы расчета распределения радиоактивных веществ в атмосфере и доз облучения населения. НТД МХО. М., 1992

Методические указания по расчету радиационной обстановки в окружающей среде и ожидаемого облучения населения при кратковременных выбросах радиоактивных веществ в атмосферу (МПА-98). Минатом России. М., 1999

Василенко С.В., Гаврилов А.С., Мханна А., Липовицкая И.Н., 2006. Метод климатологического анализа вертикальной структуры атмосферного пограничного слоя с использованием численной модели // *Учен. зап. ПГМУ*, 2006. № 2. - С. 53-65.

Василенко С.В., Гаврилов А.С., Мханна А., Липовицкая И.Н., 2006. Метод климатологического анализа вертикальной структуры атмосферного пограничного слоя с использованием численной модели // *Учен. зап. ПГМУ*, 2006. № 2. - С. 53-65.

Гаврилов А.С., Харченко Е.В., Донг Н.Ф., Хи Н.Д., 2015. Управление рисками при авариях на атомных электростанциях с использованием математических моделей переноса и рассеяния нуклидов в атмосфере // *Естеств. и техн. науки*, 2015. № 3. - С. 247-250.

Гаврилов А.С., Донг Н.Ф., Хи Н.Д., 2016. О возможностях использования геострофического соотношения в тропической зоне // *Учен. зап. ПГМУ*, 2016. № 39. - С. 99-108.

Гаврилов А.С., Баранова М.Е., Карасева М.А., Фролов А.С., Харченко Е.В., 2015. *ПС «RiskZone v.1.0.» Св-во о гос. регистрации № 2015611710* от 04.02.2015 г. Аттестационный паспорт № 368 от 18.03.2015 г.

<https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.html>

## ABSTRACT

### Safety zonation for the construction of nuclear power plants near Vietnam-China border

Nguyen Phuong Dong<sup>1,\*</sup>, Nguyen Phuong

<sup>1</sup>*Hanoi University of Mining and Geology*

This article presents some results of application of mathematical model to manage risks to ensure safety for nuclear power plants, even at the design stage, it also provides comprehensive analytical requirements for incidental emissions that may be caused by accidental assumptions during the operation of the plant. It can be determined by the conditions of radioactive spread and distribution in the atmosphere. Based on actual data and re-analysis data about meteorology in the border area between Vietnam and China, the author has calculated and constructed a climate map for a number of indicators on dispersion conditions. radioactive nucleus. This will allow for the identification of safe areas for future establishing nuclear power plants in the research area.

*Keywords:* nuclear power; mathematical model; radioactive spread

ISBN: 978-604-76-1753-1



9 786047 617531