

PHÂN TÍCH VÀ DỰ BÁO Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG TRONG TRƯỜNG HỢP TAI BIẾN BỞI TÁC NHÂN HÓA HỌC ĐỘC HẠI

TS. Bùi Tá Long

Viện Cơ học ứng dụng

Trung tâm khoa học tự nhiên và công nghệ quốc gia

Tóm tắt

Điều kiện tiên quyết của sự phát triển bền vững của xã hội là độ an toàn của môi trường đối với các yếu tố độc hại. An toàn và bền vững trong phát triển xã hội-đó là hai khái niệm liên quan chặt chẽ với nhau có một ý nghĩa quan trọng khi phân tích nhằm lựa chọn các định hướng và các phương pháp đạt được mức sống vật chất cũng tinh thần cao của con người.

Để giải quyết bài toán thực tế nhằm đảm bảo an toàn về mặt môi trường cần phải có các đánh giá định lượng và đi kèm với nó là phương pháp tính toán, dự báo mức độ an toàn phụ thuộc vào các yếu tố khách quan cũng như chủ quan.

Tác giả thông qua bài báo này muốn trình bày phương pháp dự báo ô nhiễm môi trường tại khu vực có các nhà máy liên quan tới các hóa chất độc hại. Cùng với phương pháp là chương trình máy tính được phát triển tại Viện Cơ học ứng dụng trong những năm qua hỗ trợ cho bài toán thông qua quyết định nhằm nâng cao hiệu quả công tác quản lý môi trường.

Mở đầu

Như chúng ta biết, hầu hết các công trình xí nghiệp trong đó có ứng dụng công nghệ hóa học là các đối tượng nguy hiểm. Trước tiên đó là các nhà máy, xí nghiệp hóa chất, chế biến dầu và các sản phẩm dầu cũng như các xí nghiệp có sản xuất tương tự. Tuy nhiên, có một số lượng lớn các xí nghiệp nhà máy không thuộc ngành hóa nhưng có áp dụng công nghệ hóa học. Đó là những nhà máy có sử dụng các chất hóa học độc hại và trong quá trình công nghệ có xuất hiện các chất chuyển hóa do các phản ứng hóa học khác nhau.

Người ta cũng đưa các xí nghiệp nhà máy có sản xuất, sử dụng hay lưu trữ các chất đặc biệt độc hại (CCĐBDH) vào số các nhà máy có độ nguy hiểm hóa học cao.

Thuật ngữ "các chất đặc biệt độc hại" được sử dụng để làm nổi bật lên những hợp chất hóa học độc hại nhất, (các chất này) trong trường hợp xảy ra tai biến tại các nhà máy sản xuất hay trong lúc di chuyển dễ dàng phát tán vào khí quyển gây ra ô nhiễm môi trường và làm ngộ độc dân cư trong một phạm vi nhất định chung quanh nơi xảy ra tai biến.

Mức độ ảnh hưởng của môi trường xung quanh sau khi có sự cố rò rỉ CCĐBDH lên sức khỏe và cuộc sống bình thường của người dân cũng như lên hoạt động bình thường của các nhà máy công xưởng khác được thể hiện qua các tham số độc hại và các tham số không-thời gian.

Sử dụng các tham số các độc hại trong phân tích dự báo

Mức độ độc hại của CCĐBDH được xác định bởi *lượng chất* (mà với lượng này) gây ra hiệu ứng tổn thương và *đặc trưng tác động độc hại lên cơ thể con người*.

Hiện nay [2, tr. 265] người ta thường sử dụng đại lượng nồng độ của CCĐBDH và liều lượng các chất là số đo định lượng tính độc hại của CCĐBDH. Thêm vào đó

những đặc trưng như : nồng độ ngưỡng, giới hạn chịu đựng, nồng độ gây tử vong, các giá trị liều độc hại tương ứng với một hiệu ứng tổn thương nhất định.

Ở đây người ta hiểu nồng độ ngưỡng là nồng độ bé nhất, (mà với nồng độ này) sẽ xuất hiện hiệu ứng sinh lý cảm thấy được và quan sát thấy những triệu chứng đầu tiên của sự phát bệnh. Giới hạn chịu đựng - là nồng độ (mà với nồng độ này) con người có thể chịu đựng được trong một thời gian nhất định mà chưa tới mức ngã bệnh. Nồng độ giới hạn cho phép (NĐGHCP) là một thuật ngữ tương tự như khái niệm giới hạn chịu đựng. Liều lượng độc hại (LLĐH) được biểu diễn qua lượng chất gây (mà với lượng này) sẽ xảy ra hiệu ứng độc hại xác định.

Trong quá trình phân tích và đánh giá tình trạng hóa học xuất hiện do sự lan truyền CCĐBDH trong môi trường người ta thường xác định LLĐH bằng tích nồng độ trung bình CCĐBDH trong không khí trong thời gian tác động với thời gian tồn tại trong khí quyển đã bị nhiễm độc (Ct) trong trường hợp bị tổn thương do hít phải và bằng đại lượng khối lượng CCĐBDH lỏng hay rắn rơi vào lớp da con người trong trường hợp bị tổn thương do sự hấp thụ qua lớp da [3].

Trong thực tế tiến hành tính toán phân tích, đánh giá và dự báo các phản ứng gây tổn thương của CCĐBDH người ta thường sử dụng sự phân bậc LLĐH như một hàm số của các hậu quả phát sinh [2]:

- LLĐH trung bình gây tử vong - là LLĐH gây bệnh với kết cục tử vong ở 50 % số người chịu tác động CCĐBDH (được biểu diễn như sau : trong trường hợp bị tổn thương do hít phải — $LC\tau_{50}$, trong trường hợp bị tổn thương do sự hấp thụ qua da - LD_{50}).

- LLĐH trung bình gây ngã bệnh - là LLĐH gây bệnh không thấp hơn mức trung bình so với mức nghiêm trọng ở 50 % số người chịu tác động CCĐBDH (được biểu diễn như sau : trong trường hợp bị tổn thương do hít phải $IC\tau_{50}$, trong trường hợp bị tổn thương do sự hấp thụ qua da - ID_{50});

- LLĐH ngưỡng trung bình - là LLĐH gây ra một số triệu chứng bắt đầu nhiễm bệnh ở 50 % số người chịu tác động CCĐBDH (được biểu diễn như sau: trong trường hợp bị tổn thương do hít phải $PC\tau_{50}$, trong trường hợp bị tổn thương do sự hấp thụ qua da - PD_{50}).

Trong [2],[7] có dẫn ra CCĐBDH và các tính chất lý hóa và mức độ độc hại của chúng.

Ngoài các giá trị LLĐH mang tính tiêu cứ được chỉ ra trong phần trên nhằm đánh giá tác động gây tổn thương của CCĐBDH có thể sử dụng tiêu cứ khác như giá trị lớn nhất của nồng độ trong đám mây chất độc, (mà với nồng độ này) sự có mặt của chất độc hại này trong đám mây không vượt quá 30 phút không dẫn tới những thay đổi nguy hiểm trong cơ thể con người. Giá trị số LLĐH của một số CCĐBDH được minh họa trong [7].

Các giá trị LLĐH chỉ là hằng số đối với một khoảng thời gian ngắn không vượt quá 40-60 phút. Với thời gian tác động dài hơn, các đại lượng LLĐH, ví dụ như $PC\tau_{50}$, có giá trị lớn.

Trong trường hợp chung khi có tai biến tại các nhà máy sản xuất, sử dụng hay lưu trữ CCĐBDH, trong phát thải có thể có không chỉ một mà một vài CCĐBDH. Trong điều kiện như vậy, việc đánh giá hiệu ứng tổng độc hại là một bài toán phức tạp bởi vì kết quả tác động tổng hợp của một vài CCĐBDH có thể không bằng tổng các hiệu ứng của từng tác động riêng rẽ. Xuất phát từ suy nghĩ này nên trong quá trình phân tích và

đánh giá tình trạng hóa học và thiết lập hệ thống quan trắc cần phải xuất phát từ điều kiện:

$$\frac{D_1}{(PC\tau_{50})_1} + \frac{D_2}{(PC\tau_{50})_2} + \dots + \frac{D_n}{(PC\tau_{50})_n} \leq 1 \quad (1)$$

Trong đó $D_1, D_2, \dots, D_n$ - các liều lượng dự kiến của CCĐBDH trong trường hợp tác động do hít phải; $(PC\tau_{50})_1, (PC\tau_{50})_2, \dots, (PC\tau_{50})_n$ - LLDH ngưỡng của CCĐBDH.

Với điều kiện (1) được thỏa mãn, tác động tổng hợp chất thứ n CCĐBDH chỉ dẫn tới sự xuất hiện các triệu chứng đầu tiên của sự ngã bệnh ở 50 % người [2].

Ở đây cần lưu ý rằng mặc dù các đặc trưng độc hại chủ yếu (mà theo đó) người ta đánh giá tác động tổn thương CCĐBDH là LLDH (và các đặc trưng này có thể đo được) nhưng bên cạnh đó nồng độ CCĐBDH cũng là các tham số đủ cho việc đánh giá. Khi dự báo và phân tích tình trạng môi trường chịu ô nhiễm hóa học người ta sử dụng nồng độ ngưỡng gây tử vong, cũng như nồng độ tương ứng với giới hạn chịu đựng. Trong bảng 1 có dẫn ra các giá trị giới hạn chịu đựng và nồng độ trung bình gây tử vong đối với CCĐBDH các loại độc hại khác nhau.

Bảng 1. Các giá trị chuẩn cứ của nồng độ CCĐBDH các loại độc hại khác nhau [2],[3].

Nồng độ chuẩn cứ	Các mức nồng độ chuẩn cứ CCĐBDH, mg/m ³			
	Loại 1 (đặc biệt độc hại)	Loại 2 (mức độ độc hại cao)	Loại 3 (mức độ độc hại vừa phải)	Loại 4 (ít độc hại)
Các giới hạn chịu đựng	< 0,1	0,1-1	1,1-10	> 10
Nồng độ trung bình gây tử vong	< 500	500-5000	50011-50000	> 50000

Trong các tình huống tai biến khi môi trường không khí chịu sự ô nhiễm của một vài CCĐBDH, nồng độ cho phép của các thành phần được xác định từ điều kiện

$$\frac{C_1}{(NDGHCP)_1} + \frac{C_2}{(NDGHCP)_2} + \dots + \frac{C_n}{(NDGHCP)_n} \leq 1 \quad (2)$$

ở đây ký hiệu NDGHCP là nồng độ giới hạn cho phép. Nếu điều kiện (2) thỏa mãn thì $C_1, C_2, \dots, C_n$ có thể coi là cho phép. Cần nhấn mạnh thêm là (2) được chấp nhận tất cả khi CCĐBDH thuộc cùng một chủng loại. Nếu trong phát thải có chứa các chất độc hại, không có tác động cùng một chủng loại thì hiệu ứng tác động của CCĐBDH được đánh giá theo chất độc hại nhất và đại lượng chuẩn cứ là NDGHCP của nó.

Sử dụng các tham số không-thời gian trong phân tích dự báo

Các tham số không-thời gian nhằm đánh giá tình trạng ô nhiễm môi trường do các tác nhân hóa học trong các trường hợp tai biến môi trường bởi sự phát thải rò rỉ CCĐBDH gồm:

- Kích thước và hình dạng vùng lãnh thổ bị nhiễm độc cùng phạm vi nhà máy có nồng độ CCĐBDH cao;
- Kích thước và hình dạng vùng lan truyền các đám mây không khí ô nhiễm bởi CCĐBDH;
- Thời gian kéo dài các tác động CCĐBDH.

Vùng bị tổn thương do CCĐBDH với mật độ nguy hiểm bao gồm diện tích vùng bị tai biến, diện tích vùng chịu ảnh hưởng và các khu vực ngoài phạm vi của vùng tai biến nhưng có thể chịu ảnh hưởng do sự lắng đọng CCĐBDH trong quá trình di chuyển của chúng trong lớp biên khí quyển sát mặt đất.

Vùng lan truyền CCĐBDH ở đây được hiểu là vùng chịu ảnh hưởng ô nhiễm hóa học nằm ngoài vùng có tai biến xuất hiện do sự lan truyền các đám mây CCĐBDH theo hướng gió. Như đã rõ, khi có tai biến, sau khi thoát ra CCĐBDH sẽ di chuyển trong không khí dưới dạng khí, hơi nước hay sol khí. Trong quá trình này phụ thuộc vào các tính chất hóa học và trạng thái liên hợp CCĐBDH sẽ hình thành nên đám mây thứ nhất, đám mây thứ hai không khí bị ô nhiễm. Đám mây thứ nhất hình thành trong tích tắc 1-3 phút đầu tiên do chuyển hóa một phần CCĐBDH từ dung tích của nó khi phá hủy vào không khí, đám mây thứ hai hình thành trong quá trình bay hơi từ bề mặt lỏng của chất bị rò rỉ. Nếu CCĐBDH là chất khí nén thì chỉ có đám mây thứ nhất xuất hiện, nếu CCĐBDH là chất lỏng có nhiệt độ sôi cao hơn nhiệt độ môi trường thì chỉ có đám mây loại hai, nếu CCĐBDH là chất khí hóa lỏng thì sẽ có cả hai loại đám mây.

Thời gian kéo dài tác động gây tổn thương của CCĐBDH được xác định bởi nhiều yếu tố như: các tính chất hóa lý của chất, các điều kiện khí tượng, đặc tính của bề mặt lỏng...

Các tham số không-thời gian của môi trường khi có ô nhiễm hóa học do tai biến tại các nhà máy xí nghiệp có CCĐBDH sẽ gây ảnh hưởng tới cấu trúc làm việc của hệ quan trắc hóa học và cần phải được lưu ý khi soạn thảo chính sách quan trắc.

Như chúng ta biết, một trong những chức năng quan trọng nhất của hệ quan trắc là dự báo ô nhiễm hóa học. Trong trường hợp CCĐBDH đúng ra nên nói về sự nhiễm độc môi trường hơn thay vì nói về ô nhiễm môi trường.

Việc phân tích các quan điểm hiện đại lên dự báo nhiễm độc hóa học do CCĐBDH đã chỉ ra rằng nội dung chính trong hệ thống quan trắc CCĐBDH phải là:

- Xác định độ sâu vùng nhiễm độc bởi CCĐBDH;
- Xác định diện tích vùng bị nhiễm độc bởi CCĐBDH;
- Xác định thời gian tiếp cận không khí nhiễm độc tới các khu vực quan trọng hơn cả và thời gian kéo dài tác động nhiễm độc của CCĐBDH.

Mô hình cơ sở tính toán vùng ảnh hưởng

Việc tính toán nhằm xác định các thông số ở trên dựa trên lý thuyết khuếch tán rối trong lớp khí quyển sát mặt đất.

Tồn tại một số lượng lớn các công trình nghiên cứu bài toán mô hình hóa sự lan truyền các tác nhân ô nhiễm trong các môi trường khác nhau nói chung và môi trường khí nói riêng. Trong công trình của nhóm các tác giả bài báo này [1] đã tổng kết một

phần các công trình theo hướng mô phỏng lan truyền khuếch tán chất khí. Các công trình này phản ánh một cách tương đối các quá trình thực sự lan truyền các tác nhân ô nhiễm.

Ở đây theo ý kiến các tác giả bài báo này có thể sử dụng mô hình vệt khối Gauss cho nguồn tức thời và nguồn liên tục. Giả sử tại điểm $x = y = 0$ và $z = H$ có nguồn thải tức thời với tải lượng thải ra bằng $X = Q \Delta t$, trong đó Q là lớn còn Δt là nhỏ. Với một số giả thiết nhất định như: các điều kiện là tựa dừng: tất cả các tham số được dùng trong phương trình khuếch tán được giả thiết là không thay đổi trong phạm vi thời gian tính toán; các trường tham số khí tượng là thuần nhất, trong đó bao gồm cả giả thiết hướng gió không thay đổi; chất bản là một chất khí trơ về mặt hóa học: giả thiết rằng chất bản này không tham gia vào bất kỳ một quá trình nào khác ngoài sự lan truyền; sự phản xạ lý tưởng của vệt khối từ bề mặt lót: bỏ qua sự hấp thụ của chất bản khi tiếp xúc với mặt đất; sự khuếch tán rối theo hướng gió được coi là không đáng kể so với quá trình truyền tải; trục x của hệ tọa độ trùng với hướng gió, thành phần đứng của vận tốc gió được coi bằng 0 ta nhận được công thức tính nồng độ tác nhân ô nhiễm như một hàm tọa độ và thời gian dưới dạng:

$$C_s(x, y, z, t) = \frac{Q \Delta t}{(2\pi)^{3/2} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \exp \left[-\frac{(x-ut)^2}{2\sigma_x^2} - \frac{y^2}{2\sigma_y^2} - \frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2} \right] f_p f_\omega f_v$$

trong đó

- t = thời gian kể từ lúc thoát ra = khoảng cách theo chiều gió theo đường giữa của đám mây ô nhiễm/vận tốc gió,
- Δt = khoảng thời gian thoát ra của chất ô nhiễm (giả thiết là rất nhỏ),
- f_p, f_ω, f_v - các hệ số hiệu chỉnh liên quan tới độ phân rã phóng xạ hay phân hủy của chất, sự lắng đọng khô và sự gột rửa do mưa tương ứng,
- Các hàm phát tán theo các hướng x, y, z . Các hàm số này trong trường hợp thiếu thông tin có thể sử dụng các công thức do Pasquill, Turner, Hanna đề xuất xem [1].

Đối với nguồn liên tục ta nhận được công thức [1],[4]:

$$C(x, y, z, H) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp \left[-0,5 \left(-\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right] \left[\exp -0,5 \left(\frac{z-H}{\sigma_z} \right)^2 + \exp -0,5 \left(\frac{z+H}{\sigma_z} \right)^2 \right]$$

- Q - công suất nguồn thải (g/s);

- Các tham số còn lại giống như trên.

Ứng dụng CAP nhằm tính toán vùng ảnh hưởng

Dựa trên mô hình toán ở phần trên, chúng tôi đã xây dựng chương trình tính toán vùng ảnh hưởng do sự lan truyền và phát tán CCĐBDH. Chúng tôi đã xây dựng phần mềm tính toán đi kèm dựa trên CAP là phần mềm chuyên dụng đã được nghiên cứu và phát triển tại Viện cơ học ứng dụng trong gần 5 năm qua [4-6].

Ví dụ 1. Để tính toán cụ thể chúng tôi lấy một ví dụ cụ thể giả định. Giả sử nguồn thải liên tục (trong vòng 30 phút hay 1 giờ) ống khói cao 15 m, đường kính 0,5 m. Giả sử trong thành phần chất khí thải ra có các chất khí độc thải là HF (hydro florua), H₂S (Đihydro sunfua), HCHO (Formaldehyt). Các chất này theo tiêu chuẩn chất lượng Việt Nam (TCVN 5940-1995) có NĐGHCP (1 lần tối đa) tương ứng bằng 0,02, 0,008, 0,012 mg/m³. Chúng tôi đã dùng CAP phiên bản 2,0 tính toán cho các kịch bản khác nhau. Các thông số sử dụng trong tính toán thí nghiệm là: nhiệt độ không khí thời điểm tính là 300° F, nhiệt độ khí thoát ra khỏi miệng ống 323° F, lưu lượng khí thải là 1,3 m³ /s, vận tốc gió được chọn cho tính toán là 2,5 m/s, hướng gió đông nam, nguồn thải liên tục trong 1 giờ. Để tiện chúng ta đưa ra ký hiệu:

$$F(NF, H_2S, HCN) = \frac{C_{HF}}{(N\acute{D}GHCP)_{HF}} + \frac{C_{H_2S}}{(N\acute{D}GHCP)_{H_2S}} + \frac{C_{HCHO}}{(N\acute{D}GHCP)_{HCHO}}$$

Đại lượng được chọn thay đổi trong trường hợp này là tải lượng ô nhiễm các tác nhân độc hại. Kết quả tính toán thí nghiệm trên CAP phiên bản 2.0 được đưa ra ở bảng 2.

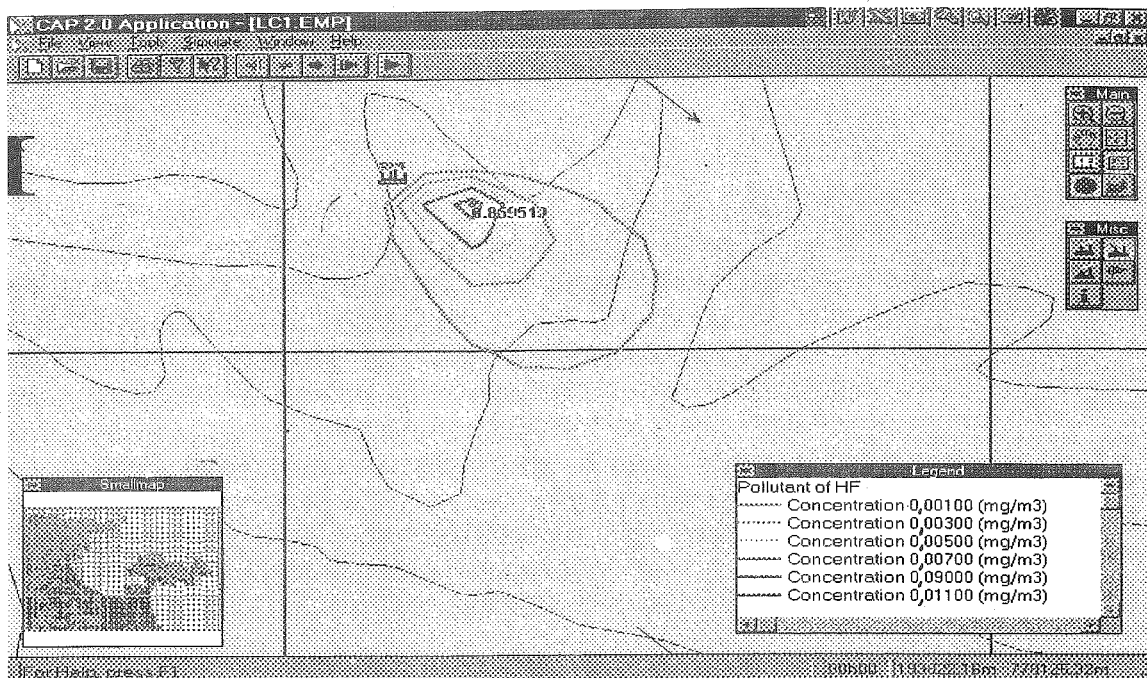
Bảng 2. Sự phụ thuộc của hàm F vào tải lượng ô nhiễm

Phương án	Tải lượng ô nhiễm (g/s)			Giá trị của F
	HF	H ₂ S	HCHO	
1	0,01	0,0023	0,001	0,2780
2	0,03	0,0023	0,001	0,6102
3	0,05	0,0023	0,001	0,9424
4	0,07	0,0023	0,001	1,2746 (> 1 !)

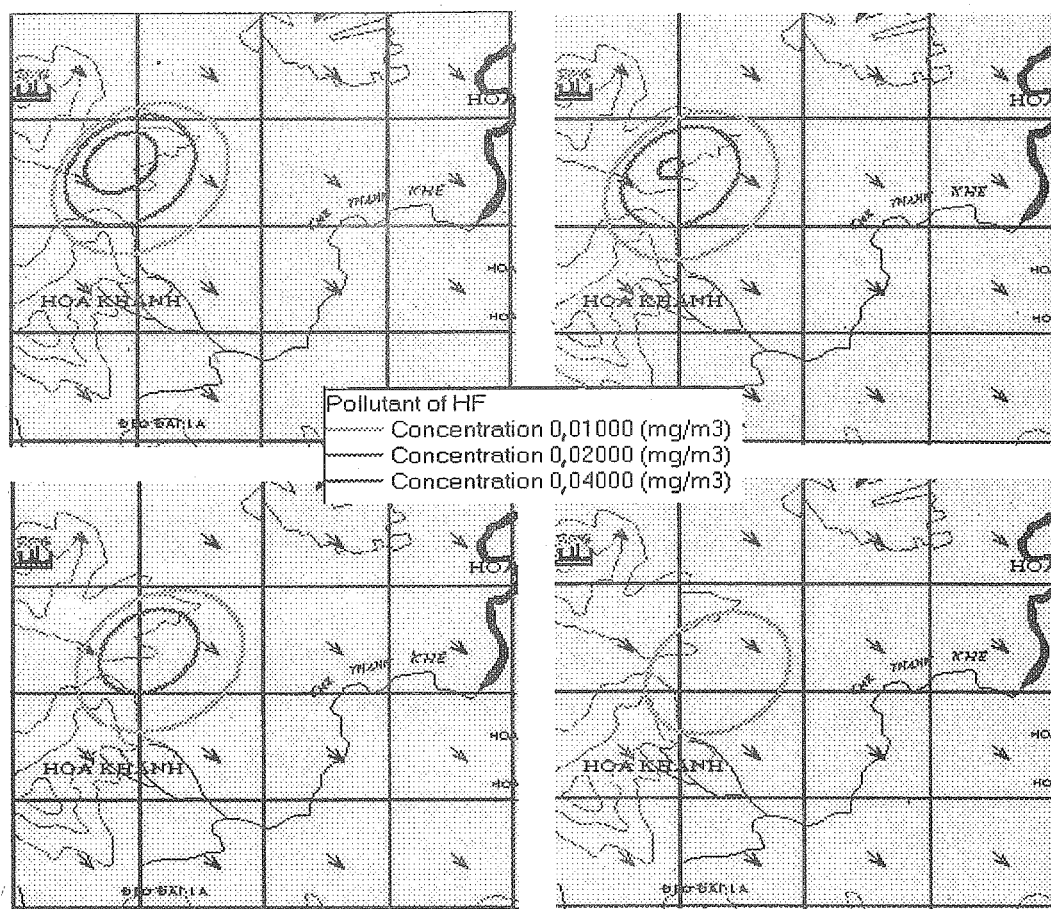
Ví dụ 2. Giả sử có một nguồn tức thời thải 400 g HF trong vòng 1 phút tại độ cao z = 15 m, các điều kiện khí tượng phục vụ cho tính toán được lấy tương tự như ví dụ 1. Trên hình 2 có vẽ các đám mây nhiễm độc tại các thời điểm khác nhau. Từ trái qua phải và từ trên xuống dưới là ứng với các thời điểm t = 8, 9, 10, 11 phút. Trên hình 2a ta thấy đường đồng mức trong cùng ứng với mức C₀ = 0,04 mg/m³ (hai lần NĐGHCP của HF), đường giữa ứng với C₀ = 0,02 mg/m³ (bằng NĐGHCP của HF), đường ngoài cùng (màu xanh) ứng với mức C₀ = 0,01 mg/m³ (bằng một nửa NĐGHCP của HF). Một số kết quả định lượng được cho trong bảng 3. Có thể thấy rằng vào thời điểm t = 10 và 11 phút (hình 2 c, d) không còn xuất hiện mức C₀ = 0,04 mg/m³.

Bảng 3. Sự phụ thuộc giữa khoảng cách giữa nguồn thải và các đám mây chất độc theo thời gian (m) (xem hình 2).

Mức độ đường đồng mức (mg/m ³)	Thời điểm t			
	8 phút	9 phút	10 phút	11 phút
C ₀ = 0,01	503	588	735	864
C ₀ = 0,02	555	717	864	1044
C ₀ = 0,04	640	917	Không tồn tại	Không tồn tại



Hình 1: Ứng dụng CAP tính toán mức độ ảnh hưởng của từng chất độc hại và của tổng hợp của 3 chất HF, H₂S, HCHO ứng với phương án số 3 trong bảng 2.



Hình 2. Sự di chuyển của đám mây chất độc theo không gian và thời gian (các tham số tính toán theo ví dụ 2), từ trên xuống và từ trái qua phải là các hình a,b,c,d.

Kết luận và lời cảm ơn

Để giải quyết bài toán thực tế nhằm đảm bảo an toàn về mặt môi trường tại những nơi có sản xuất, lưu giữ CCĐBDH cần phải soạn thảo các phương pháp luận riêng. Ngoài ra cần phải có các phương pháp tính toán dự báo và đi kèm với chúng là phần mềm máy tính dựa trên nền công nghệ thông tin hiện đại như GIS. Với công nghệ GIS người cán bộ quản lý sẽ có một cách nhìn trực diện hơn về bức tranh ô nhiễm (ví dụ như trên bản đồ có thể xác định vùng nào chịu ô nhiễm, nồng độ của chất ô nhiễm nào đó đạt cực đại ở đâu, vùng diện tích bị ô nhiễm nặng hơn cả ở đâu . . .). Các tác giả thông qua bài báo này mong muốn hợp tác với tất cả các chuyên gia trong nước đang làm trong lĩnh vực bảo vệ môi trường.

Một số kết quả chính trong bài báo đã được tác giả trình bày tại Hội nghị toàn quốc cơ học thủy khí và phòng chống thiên tai, Đà Lạt, 7-1999.

Bài báo này được sự tài trợ của chương trình nghiên cứu cấp Trung tâm khoa học tự nhiên và công nghệ quốc gia và cấp Viện cơ học ứng dụng năm 1999. Các tác giả bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới ban chủ nhiệm các chương trình trên.

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Tá Long và các cộng sự, 1999. Thiết kế và xây dựng phần mềm mô phỏng sự nhiễm bẩn không khí trên một vùng lãnh thổ Việt Nam. Đề tài nghiên cứu đã nghiệm thu. Sở KHCN và MT TpHCM.
2. Condrachev K.Ia, Frolov A.K., 1996. Động lực học môi trường và quan trắc môi trường vùng Sankt-Peterburg.- NXB "Khoa học", Sankt-Peterburg, 442 tr. (tiếng Nga).
3. Bepamanov G.M. et al., 1975. Nồng độ giới hạn cho phép các chất độc hại trong không khí và trong nước. Matxcova. NXB "Hóa học" (tiếng Nga).
4. Bùi Tá Long, Nguyễn Minh Nam, 1997. Mô hình mô phỏng quá trình lan truyền và khuếch tán chất bẩn trong bài toán thiết lập quan trắc sự nhiễm bẩn trong môi trường không khí. // Tạp chí Khí tượng Thủy văn, N 10, tr.38-48.
5. Bùi Tá Long, 1998. Phần mềm trợ giúp công tác quản lý, qui hoạch và đánh giá tác động môi trường không khí. // Tạp chí Khí tượng Thủy văn, N 2, tr.24-28.
6. Bùi Tá Long, Đoàn Văn Phúc, Nguyễn Hồ Nhất Khoa, 1999. Xây dựng công cụ tin học đánh giá tác động yếu tố con người lên môi trường không khí.// Tạp chí Khí tượng Thủy văn, N 4, tr.21-26.
7. Bùi Tá Long, Nguyễn Minh Nam, Đoàn Văn Phúc, Nguyễn Phước Bảo Ân, Phạm Thanh Bình. Dự báo ô nhiễm môi trường trong các khu vực chịu những tai biến nguy hiểm do tác nhân hóa học độc hại.- // Tuyển tập Hội nghị cơ học thủy khí và phòng chống thiên tai, Đà Lạt, 7-1999. (đang in).