

MÔ HÌNH SỐ MÔ PHÒNG NO_3 TRONG SÔNG VÀ HỆ THỐNG SÔNG

NCS. Đặng Xuân Hiến

Trung tâm tư liệu Khí tượng Thủy văn

1. Giới thiệu

NO_3 là chất khó xử lý trong công nghệ nước và nước thải, kể cả các công nghệ xử lý bằng phương pháp sinh hoá hiện đại. Trong quản lý, bảo vệ và sử dụng các nguồn nước sông thì chỉ tiêu NO_3 là rất quan trọng, đặc biệt đối với những nguồn nước dùng để cấp nước cho các đô thị, khu công nghiệp và nuôi trồng thủy sản. Nồng độ NO_3 cao trong nguồn nước là rất độc đối với thủy sinh, đặc biệt là với con người khi nguồn nước này được sử dụng trực tiếp cho ăn uống và sinh hoạt. Vì vậy, việc tìm kiếm một công cụ để tính toán và dự báo NO_3 trong sông là rất cần thiết và có ý nghĩa lớn trong bảo vệ môi trường.

2. Mô hình hoá toán học quá trình nitrát hoá trong dòng chảy sông

Quá trình nitrát hoá trong sông với tác nhân là các vi sinh vật nitrát, phụ thuộc vào các yếu tố môi trường, như nồng độ các chất nền $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, ôxi hoà tan, BOD_5 cũng như các điều kiện nhiệt độ và pH, vận tốc dòng chảy,.... Quá trình trên được biểu thị toán học bằng công thức sau:

$$\mu_N = \mu_N^{\max} \frac{\text{NH}_4}{K_{\text{NH}_4} + \text{NH}_4} \cdot \frac{\text{NO}_2}{K_{\text{NO}_2} + \text{NO}_2} \cdot \phi(T, \text{O}_2, \text{BOD}_5, v, \dots) \quad (1)$$

Trong đó:

μ_N - Tốc độ phát triển của vi sinh vật nitrát (ngày⁻¹)

$\mu_N^{\max}$ - Tốc độ phát triển lớn nhất của vi sinh vật nitrát (ngày⁻¹)

NH_4, NO_2 - Nồng độ của NH_4 và NO_2 trong nước (mg/l)

$K_{\text{NH}_4}, K_{\text{NO}_2}$ - Hằng số Michaelis của NH_4 và NO_2 (mg/l)

ϕ là hàm xét đến sự phụ thuộc của quá trình nitrát hoá vào nhiệt độ, ôxi hoà tan, BOD_5 và vận tốc dòng chảy...

Các yếu tố ảnh hưởng chủ yếu là pH, nhiệt độ, ôxi hoà tan, các chất độc cũng như hình thái của thủy vực, chuyển động rối của nước và ánh sáng.

Các ảnh hưởng đến quá trình nitrát hoá trong dòng chảy sông:

2.1. Sự phụ thuộc nhiệt độ của quá trình nitrát hoá

Sự ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phát triển của các sinh vật nitrát có thể được biểu thị bằng quan hệ hàm Vanthoff-Arrhenius (Göbel-Meurer, 1980):

$$\phi_T = \phi_{20^\circ\text{C}} \cdot \theta^{(T-20)} \quad (2)$$

ở đây: θ - Hằng số nhiệt độ, theo Warwick, $\theta = 1,046-1,076$

2.2. Ôxi hoà tan

Sự phụ thuộc của tốc độ của quá trình nitrát hoá vào hàm lượng ôxi được biểu thị bằng phương trình động học enzym của Michaelis-Menten:

$$\phi_{\text{DO}} = \phi_{\text{DO}}^{\max} \cdot \frac{\text{DO}}{k_{\text{DO}} + \text{DO}} \quad (3)$$

Ở đây:

ϕ_{DO} - Hệ số ảnh hưởng của ôxi đến quá trình nitrát (mg/l.ngày)

ϕ_{DO}^{max} - Hệ số ảnh hưởng lớn nhất của ôxi đến quá trình nitrát (mg/l.ngày)

k_{DO} - Hằng số Michaelis của ôxi, $k_{DO} = 2,0$ mg/l (EPA, 1975)

2.3. Sự phụ thuộc của quá trình nitrát hoá vào BOD₅

Sự phụ thuộc của quá trình nitrát hoá vào BOD₅ được biểu thị bằng:

$$\phi_{BOD} = 1,2 - 0,035 \cdot BOD_5 \quad (4)$$

Công thức tính μ_N được viết gọn lại như sau:

$$\mu_N = \mu_N^{max} \cdot \frac{NH_4}{K_{NH_4} + NH_4} \cdot \frac{NO_2}{K_{NO_2} + NO_2} \cdot \phi_T \cdot \phi_{O_2} \cdot \phi_{BOD} \quad (5)$$

Vì vi sinh vật nitrát rất nhạy cảm với nhiệt độ và ta có phương trình thực nghiệm sau đây [Müller, 1995]:

$$\mu_N^{max} = 0,043 + 0,0061T + 0,0009T^2 \quad (6)$$

Với T là nhiệt độ nước, còn μ_N^{max} là tốc độ phát triển lớn nhất của vi sinh vật nitrát hoá (ngày⁻¹).

Quá trình quan trọng được đề cập trong mô hình hoá là xét tới quá trình tương tác trao đổi giữa nitơ trong nước sông và nitơ trong bùn đáy thông qua chu trình nitơ trong vùng bùn-nước, trong đó có kể đến quá trình khử nitrát xảy ra trong vùng này. Các quá trình trên được mô hình hoá bằng các công thức toán học, vì thế dễ dàng số hoá và định lượng chúng.

3. Mô hình số trị thủy động lực học phi tuyến một chiều

3.1. Phương trình cơ bản và các điều kiện ràng buộc

Bài toán thủy động lực được viết như sau:

$$B \cdot h_t + Q_x = q \quad (7)$$

$$Q_t + \left(\frac{Q^2}{A}\right)_x + gAh_x + \frac{gQ|Q|}{C^2AR} = 0 \quad (8)$$

$$\text{hay} \quad Q_t + \frac{2Q}{A} \cdot Q_x - \frac{Q^2}{A} \cdot A_x + gAh_x + \frac{gQ|Q|}{C^2AR} = 0 \quad (9)$$

$$x \in [x_0, x_1], \quad t \in [t_0, t_1]$$

(Từ đây ký hiệu: $h_t = \frac{\partial h}{\partial t}$; $Q_x = \frac{\partial Q}{\partial x}$...; và ký hiệu $f(x_j, t_n) = f_j^n$)

Trong các phương trình (7)-(9) ta ký hiệu: A(x,t)-Diện tích mặt cắt ngang lòng sông (m²), B(x,t)-Độ rộng lòng sông (m), R(x,t)-Bán kính thủy lực (m), g-Gia tốc trọng trường (m/s²), Q(x,t)-Lưu lượng nước sông (m³/s), h(x,t)-Cao độ mực nước (m), C-Hệ số Chezy (s/m^{1/2}), q(x,t)-Lưu lượng bổ sung hoặc mất đi trên một đơn vị chiều dài dòng chảy (m³/s/m); x,t - các biến không gian và thời gian (m,s).

Các phương trình (7)-(8) được gọi là hệ phương trình Saint-Venant, hệ phương trình hyperbolic bậc nhất một chiều phi tuyến. Ta phải giải hệ (7)-(9) để tìm

h, Q trong miền $\{x_0 \leq x \leq x_1, t_0 \leq t \leq t_1\}$ thoả mãn các điều kiện ban đầu và các điều kiện biên.

3.2 Mô hình vùng mở rộng

Các đoạn dọc theo dòng chảy sông mà không có hoặc ít có nước chảy qua được gọi là các vùng lưu ứ. Để mô hình hoá các vùng này người ta sử dụng quan điểm là một sự bù mực nước giữa dung tích dòng chính (A) và dung tích lưu chứa (A_0) xảy ra và tỷ lệ với sự chênh lệch mực nước của chúng ($h-h_0$).

Các phương trình Saint-Venant (7), (8) được viết lại trong trường hợp này, cùng với:

$$\begin{aligned} \dot{h} &= h(x, A) \\ (h_0)_t &= K(h - h_0) \end{aligned} \quad (10)$$

K là tốc độ trao đổi nước. Mực nước trong vùng lưu được cho bởi $h_0(x, t)$ và giả thiết rằng diện tích mặt cắt ngang của chúng A_0 có thể được xác định và là hàm của h_0 .

4. Mô hình NO_3 của dòng chảy sông

Phương trình tải - khuếch tán NO_3 trong sông được viết như sau:

$$(AC)_t = -(QC)_x + (AEC)_{xx} + S(x, t, C) \quad (11)$$

$$S(x, t, C) = [b_2 \cdot NO_2 - (1 - \rho) a_1 m_A \cdot C_p] + \beta_4 - \beta_9 \cdot NO_3 + q(C_{NO_3} - C) \quad (11a)$$

với $x \in [x_0, x_1]$, $t \in [t_0, t_1]$, $C > 0$.

$$(\text{Ký hiệu: } c_t = \frac{\partial c}{\partial t}; \quad c_x = \frac{\partial c}{\partial x}, c_{xx} = \frac{\partial^2 c}{\partial x^2})$$

Trong đó: $C_t(x, t)$ - Nồng độ chất tính toán trong sông,

$E(x, t)$ - Hệ số khuếch tán theo Thatcher và Harlermam (m^2/s):

$$E(x, t) = d_1 \cdot \left| \frac{\partial c}{\partial x} \right| + d_2 n |V| R^{5/6} \quad \text{hoặc} \quad E = 63 \cdot n \cdot v \cdot R^{5/6}$$

với d_1, d_2 là các hằng số, n là hệ số nhám Manning.

Trong các phương trình (11)-(11a): C_{NO_3} - Nồng độ NO_3 trong nguồn thải (mg/l); NO_3 - Nồng độ NO_3 trong sông (mg/l); α_1 - Nồng độ nitơ trong tảo (mgN/mgA); m_A - Tốc độ sinh trưởng của sinh khối tảo (ngày⁻¹); C_p - Sinh khối của tảo trong nước (mg/l); β_9 - Tốc độ khử nitrat hoá (ngày⁻¹); β_2 - Hệ số tốc độ ôxi hoá sinh học chuyển NO_2 thành NO_3 (ngày⁻¹); β_4 - Tốc độ giải phóng NO_3 từ bùn đáy (ngày⁻¹); ρ - Phần NH_4 trong tảo trực tiếp bị chuyển hoá, được xác định theo:

$$\rho = P_{N1} \cdot NH_4 / [P_{N1} \cdot NH_4 + (1 - P_{N1}) NO_3]$$

với: P_{N1} - Hệ số, có giá trị từ 0,2-1,0

Phương trình (11) chỉ có nghiệm giải tích trong một số trường hợp đặc biệt, khi v, A và E là đã biết và giả thiết là hằng số. Nếu nguồn phát thải một khối lượng M tại vị trí x_0 ở thời gian $t_0=0$, nghiệm giải tích của phương trình là phân bố Gauss:

$$c(x, t) = \frac{Mv}{2Q\sqrt{\pi Et}} \exp\left(\frac{-(vt - x)^2}{4Et}\right) \quad (12)$$

*** Các điều kiện ban đầu và điều kiện biên**

Phương trình (7)-(9) và (11) được giải với điều kiện ban đầu và điều kiện biên sau trong đoạn $x_0 \leq x \leq x_1$:

- Điều kiện ban đầu: $t_0 = 0: h = h_0(x,0); Q = Q_0(x,0); C = C_0(x,0)$ (13a)

- Điều kiện biên: $x = x_0 : h = h(x_0,t); Q = Q(x_0,t); C = C(x_0,t)$
 $x = x_1 : h = h(x_1,t); Q = Q(x_1,t); C = C(x_1,t)$ (13b)
 và $\partial^2 C / \partial x^2 (x_1, t) = 0$

*** Ghép nối nhiều mô hình và các điều kiện biên trong**

Trong các đoạn hợp lưu của sông nơi mà các giả thiết của phương trình Saint-Venant bị vi phạm, lúc đó người ta phải cân tới các điều kiện biên trong. Các điều kiện này bao gồm các điều kiện liên tục về lưu lượng và một điều kiện bổ sung, chẳng hạn như cân bằng mực nước hoặc cân bằng năng lượng và cân bằng nồng độ NO_3 .

Mô hình hoá sự vận chuyển trong sông:

4.1. Quá trình tải, khuếch tán và các phản ứng

Sự vận chuyển của các chất tan trong sông được biểu thị bởi phương trình vận chuyển tải và khuếch tán đơn giản sau:

$$(Ac)_t = -(Qc)_x + (EAc_x)_x - K_i Ac \quad (14)$$

K_i tổng quát là hệ số tốc độ bổ sung hoặc tiêu tán chất trong dòng chảy và là tuyến tính. Trong trường hợp có n chất khác nhau với nồng độ c_i mà chúng có thể phản ứng tương tác lẫn nhau, hệ các phương trình phản ứng-tải-khuếch tán được bổ sung bởi số hạng phản ứng phi tuyến R_i

$$(c_i)_t = -v(c_i)_x + \frac{1}{A}(EA(c_i)_x)_x - \left(\frac{q}{A} + K_i\right)c_i + R_i(x,t,c_1,\dots,c_n); i = 1,\dots,n \quad (15)$$

4.2. Vùng nước lạng hay vùng chết (dead zones)

Các vùng chết được xử lý tương tự như các vùng lưu ú. Giả thiết rằng chúng được nối với dòng chảy chính và cân bằng nồng độ xảy ra. Trong vùng này không xảy ra sự vận chuyển tải và khuếch tán chất. Với các giả thiết này, các ảnh hưởng hai chiều có thể tìm thấy trong việc xét mô hình một chiều.

Vùng chết có thể là:

- Đồng nhất với không gian lưu (vùng lưu ú),
- Được mô hình hoá độc lập với không gian lưu.

Xét phân a): Trong trường hợp này phương trình (14) được thay thế bởi:

$$(Ac + A_0 m)_t = -(Qc)_x + (EAc_x)_x - K_i Ac \quad (16)$$

Ở đây $m(x,t)$ biểu thị nồng độ chất trong các vùng chết với diện tích mặt cắt ngang A_0 . Hơn nữa, tốc độ thay đổi nồng độ trong các vùng chết được giả thiết là tuyến tính so với sự sai khác giữa nồng độ trong dòng chính và trong vùng chết, tức là:

$$m_t = \tilde{K}(c - m) \quad (17)$$

Nếu các phương trình của mô hình vùng mở rộng được xét đến thì phương trình (17) được giải hiện theo c_i :

$$c_t = -vc_x + \frac{1}{A}(EAc_x)_x - \left(\frac{q}{A} + K_I\right)c - \tilde{K}\frac{A_0}{A}(c-m) + \frac{K}{A}(h-h_0)(c-m)\frac{\partial}{\partial h}\hat{A}_0(x, h_0) \quad (18)$$

Một vài trường hợp giới hạn quan trọng sau (cho việc đơn giản hoá thì $q = 0$, $K_I = 0$):

- (i) Không xảy ra cân bằng mực nước và không có cân bằng nồng độ giữa dòng chính và không gian lưu, tức là $K = 0$ và $\tilde{K} = 0$,
- (ii) Không xảy ra cân bằng mực nước nhưng xảy ra cân bằng nồng độ giữa dòng chính và không gian lưu, tức là $K = 0$,
- (iii) Nồng độ trong dòng chính và trong không gian lưu là đồng nhất, tức là $\tilde{K} \rightarrow \infty$ (cân bằng nồng độ tức thời),
- (iv) Không đạt tới nồng độ chất trong không gian lưu, tức là $\tilde{K} = 0$,
- (v) Xảy ra một cân bằng mực nước tức thời giữa dòng chính và không gian lưu, tức là $K \rightarrow \infty$.

Xét phân b): Không gian lưu (A_0) và vùng nước chết $\tilde{A}_0$ là độc lập lẫn nhau. Trong phân này, vùng nước chết được đưa ra thông qua phương trình sau:

$$\tilde{A}_0 = \varepsilon(A + A_0), \quad \varepsilon(x) < 1$$

Với phương trình trên ta nhận được:

$$m_t = \tilde{K}(c-m)$$

$$(Ac)_t = -(Qc)_x + (EAc_x)_x + \varepsilon m Q_x - \varepsilon(A + A_0)\tilde{K}(c-m)$$

5. Phương pháp số của mô hình

5.1. Bài toán tính dòng chảy không dừng một chiều

Miền tính được rời rạc hoá bởi các điểm tính trong mặt phẳng (x, t) được định nghĩa bởi tập hợp:

$$w = w_h \times w_\tau = \{(x_j, t_n); x_{j+1} = x_j + \Delta x_j; t_{n+1} = t_n + \Delta t_n; j, n \in N\}.$$

Hàm liên tục $f(x, t)$, các đạo hàm theo thời gian t và theo không gian x của hàm $f(x, t)$ trong các phương trình (7) và (9) được xấp xỉ bằng các biểu thức sai phân theo sơ đồ sai phân ẩn Preismann, và giả thiết rằng tất cả các hàm $f(h, Q)$ trong các phương trình đại số phi tuyến được rời rạc hoá là đã biết tại bước thời gian $n\Delta t$ và là khả vi theo h và Q . Khi đó ta có thể đánh giá một hàm f bất kỳ của chúng tại bước thời gian $(n+1)\Delta t$ bởi khai triển chuỗi Taylor. Phương trình đại số phi tuyến tiếp theo được tuyến tính hoá và chỉ giữ lại số hạng bậc nhất, từ đó ta thu được phương trình đại số viết dưới dạng sau:

$$M_1 h_j^{n+1} + N_1 Q_j^{n+1} + L_1 h_{j+1}^{n+1} + \varphi_1 Q_{j+1}^{n+1} = \eta_1 \quad (19)$$

$$M_2 h_j^{n+1} + N_2 Q_j^{n+1} + L_2 h_{j+1}^{n+1} + \varphi_2 Q_{j+1}^{n+1} = \eta_2 \quad (20)$$

Trong đó:

$h_j^{n+1}, Q_j^{n+1}, h_{j+1}^{n+1}, Q_{j+1}^{n+1}$ - Tương ứng là mức nước và lưu lượng tại mặt cắt thứ j và $j+1$.

$M_1, N_1, L_1, \varphi_1, \eta_1$ và $M_2, N_2, L_2, \varphi_2, \eta_2$ tương ứng là các hệ số trong phương trình liên tục và phương trình chuyển động.

Các phương trình (19) và (20) được viết cho cặp điểm tính toán $(j, j+1)$. Nếu trên nhánh sông có N điểm tính $(j = 1, 2, \dots, N-1, N)$, ta có thể viết $2(N-1)$ phương trình dạng (19)-(20) như trên cho $2N$ ẩn số. Vì hai điều kiện biên của nhánh sông phải được cho trước nên thường có $2(N-1)+2 = 2N$ phương trình đại số cho $2N$ ẩn số (Q_j, h_j) . Hệ phương trình được đóng kín.

Hiện có nhiều phương pháp số để giải hệ các phương trình (19)-(20), như phương pháp khử đuôi, phương pháp lặp Newton-Raphson, phương pháp double-sweep, phương pháp khử từng bước theo Samaski hoặc Preissmann, phương pháp Gauss-Jordan, phương pháp Gauss-Seidel ...[2, 4, 5, 7, 9].

Ở đây ta sử dụng phương pháp khử đuôi bằng cách sử dụng công thức truy toán (recurrence formula) [6, 9] để giải hệ phương trình này.

5.2. Phương pháp số giải bài toán vận chuyển vật chất trong sông

Xét bài toán tải-khuếch tán một chiều tổng quát

$$(C)_t = - (vC)_x + (EC)_{xx} + S(x, t, C) \quad (21)$$

$$\text{với } C \in [x_0, x_1] \times [t_0, t_1] \text{ và } C > 0.$$

Phương trình (21) là dạng parabolic có thể được giải bằng một số phương pháp số [5, 10, ...]. Ở đây bài toán (21) được giải bằng phương pháp phân rã toán tử thành hai bài toán: bài toán tải và bài toán khuếch tán. Bài toán tải ở dạng không thuần nhất có dạng phương trình dạng hyperbolic, và là bậc nhất theo không gian cho nên chỉ cần một điều kiện biên. Bài toán tải được giải bằng phương pháp đặc trưng, thay việc giải phương trình vi phân đạo hàm riêng bằng việc giải liên tiếp hệ hai phương trình vi phân thường phi tuyến trên lưới tính (x, t) . Nghiệm của chúng nhận được bằng tích phân số theo phương pháp Euler cải tiến, là phương pháp “dự tính-hiệu chỉnh” hai bước.

Bài toán khuếch tán có dạng phương trình vi phân đạo hàm riêng tuyến tính bậc hai dạng parabolic, phải cần tới hai điều kiện biên thượng lưu và hạ lưu. Điều kiện ban đầu đối với bước thời gian cho trước là kết quả thu được từ tính toán bài toán tải ở phần trên. Các đạo hàm riêng bậc nhất theo t và bậc hai theo x trong phương trình khuếch tán được xấp xỉ bằng các sai phân hữu hạn (FDAs) theo sơ đồ sai phân ẩn sáu điểm, sau khi rút gọn ta được hệ phương trình ba đường chéo sau:

$$a_j C_{j-1}^{n+1} + b_j C_j^{n+1} + c_j C_{j+1}^{n+1} = w_j ; i = 2, 3, \dots, N-1 \quad (22)$$

Trong đó: a_j, b_j, c_j, w_j là các hệ số trong phương trình (22).

Để giải hệ phương trình ba đường chéo (22) có thể áp dụng một số phương pháp số quen thuộc [2, 4, 5, 8].

Phương pháp số và mô hình trên đã được kiểm nghiệm với trường hợp nghiệm giải tích và một số bài toán thực tế, và đã chỉ ra rằng chúng cho nghiệm số thỏa mãn yêu cầu.

6. Áp dụng

Ứng dụng mô hình để mô phỏng NO_3 với bộ số liệu trên các đoạn sông Hồng, sông Đà và sông Lô với các biên trên là các trạm thủy văn Yên Bái, Hoà Bình, Vụ Quang và biên dưới là trạm thủy văn Sơn Tây. Các số liệu địa hình, điều kiện biên, nguồn thải và chất lượng nước của các đoạn sông trên được đo trong thời gian 1991-1997.

Số liệu biên để mô phỏng dòng chảy dựa trên số liệu lưu lượng tại trạm thủy văn Yên Bái, Vụ Quang, Hoà Bình và số liệu mực nước tại trạm thủy văn Sơn Tây, được đo trong các năm 1991, 1992, 1995 và 1997.

Các hệ số trong mô hình NO_3 được xác định trong Labo cân bằng chất sinh học. Các hệ số này sau đó được xử lý hồi quy bằng các chương trình SPSS, SAS.

Để hiệu chỉnh mô hình thủy lực, nhiều phương án khác nhau đã được thực hiện. Từ việc phân tích độ phù hợp của đường tính toán và các giá trị thực đo tại các mặt cắt có số liệu kiểm tra, ta tiến hành hiệu chỉnh bộ thông số độ nhám n .

Mực nước và lưu lượng tính toán được so sánh với mực nước và lưu lượng thực đo tại các trạm thủy văn Trung Hà, Phú Thọ, Sơn Tây trong thời gian từ 7 giờ ngày 13-6 đến 11 giờ ngày 18-6 năm 1992, từ 7 giờ ngày 10-6 đến 2 giờ ngày 22-6 năm 1995, từ 7 giờ ngày 3-1 đến 8 giờ ngày 8-1 năm 1997. Các kết quả mô phỏng cho thấy đường quá trình tính toán và thực đo tương đối phù hợp.

Mô hình NO_3 được kiểm định bằng cách sử dụng các số liệu thu thập được trên các đoạn sông Hồng, sông Đà và sông Lô trong thời gian từ 13-18 tháng 6-1992, từ 12-17 tháng 6-1995, từ 3-8 tháng 1-1997.

Mô hình vận chuyển vật chất được hiệu chỉnh thông qua việc điều chỉnh hệ số khuếch tán, và trực tiếp là điều chỉnh các hệ số d_1 và d_2 . Việc hiệu chỉnh E và các hệ số khác của mô hình thông qua việc so sánh các quá trình tính toán và số liệu thực đo tại một số mặt cắt có số liệu đo đạc.

Kết quả tính toán nồng độ NO_3 trong sông Hồng và sông Đà được so sánh với số liệu thực đo, cho thấy các kết quả tính toán có sai số nhỏ hơn giới hạn cho phép và độ chính xác chấp nhận được.

7. Kết luận

Trong bài báo này đã trình bày các nội dung chủ yếu của mô hình số mô phỏng NO_3 , bao gồm các phương trình cơ bản, các điều kiện ràng buộc, phương pháp số của mô hình. Phương pháp số đối với bài toán thủy động lực phi tuyến là sơ đồ sai phân ẩn Preissmann với lưới tính không đều; còn phương pháp phân rã toán tử ứng dụng để giải bài toán vận chuyển vật chất trong sông. Bài toán tải được giải bằng phương pháp đặc trưng, đưa việc giải số phương trình dạng hyperbolic phi tuyến về việc tích phân số hai phương trình vi phân thường. Bài toán khuếch tán được giải bằng sơ đồ sai phân ẩn sáu điểm. Các sơ đồ số này cho nghiệm ổn định và hội tụ. Mô hình đã áp dụng để tính cho sông Hồng và sông Đà. Các kết quả tính cho thấy mô hình có độ chính xác chấp nhận được.

Tài liệu tham khảo

1. Abbot, M.B. Computational hydraulics: elements of the theory of free surface flows. Pitman, London 1979.
2. Brenan, K.E., Campbell, S.L., Petzold, L.R. Numerical solution of initial-value problems in differential-algebraic equations. North-Holland, Amsterdam 1989.
3. Chen, H.C. Water and sediment routing in rivers. In: Shen, H.W. (ed): Modeling of rivers. Wiley, Chichester, pp. 1-97 (1979).
4. Deufhard, Hohmann. Numerische Mathematik. De Gruyter Lehrbuch 1992.
5. Hoffman. Numerical method for engineers and Scientists. Mc Graw-Hill international Editions. 1992

(xem tiếp trang 59)

Đồng chí cũng nhắc nhở CBCC toàn Đài hãy vươn lên hơn nữa trong thời gian tới, cùng toàn Ngành KTTV phấn đấu hoàn thành toàn diện và vượt mức kế hoạch Nhà nước 5 năm 1996 - 2000, thi đua lập thành tích chào mừng sự kiện chính trị trọng đại của đất nước: Đại hội Anh hùng, Chiến sĩ thi đua toàn quốc lần thứ 6 vào cuối năm 2000; đoàn kết giữ vững truyền thống, phấn đấu trở thành đơn vị điển hình tiên tiến của Ngành KTTV.

Buổi chiều, sau buổi lễ đón nhận Huân chương, Đ/c Giám đốc Đài Nguyễn Xuân Sít đã chủ trì Hội nghị cán bộ chủ chốt của Đài để sơ kết công tác 6 tháng đầu năm 1999; bàn biện pháp cụ thể củng cố các công trình, phương tiện, thiết bị, bảo đảm thực hiện tốt nhiệm vụ quan trắc đo đạc các yếu tố KTTV tại các trạm cũng như công tác dự báo, thông tin KTTV trong suốt mùa bão lụt năm 1999 với chất lượng tốt nhất, nhằm phục vụ kịp thời cho công tác chỉ đạo phòng chống thiên tai của các tỉnh đạt hiệu quả./.

Tô Xuân Lùng
Văn phòng Tổng cục Khí tượng Thủy văn

(tiếp theo trang 42)

6. Markofsky, M. Strömungsmechanische Aspekte der Wasserqualität. R. Oldenbourg, München 1980.
7. Stuttgart. Numerik partieller Differentialgleichungen. Teubner Studienbuecher. Stuttgart 1992.
8. Stocker. Taschenbuch mathematischer formeln und moderner Verfahren. Verlag Harri Deutsch. Thun und Frankfurt am Main 1995 .
9. Engeln, Reute. Numerik Algorithmen. VDI Verlag, 1996.