

TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY LŨ TRONG SÔNG KHI GIA NHẬP KHU GIỮA BIẾN ĐỘNG MẠNH THEO KHÔNG GIAN VÀ THỜI GIAN

PTs. LÊ BẮC HUỲNH
Cục Dự báo KTTV

ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên đa số các hệ thống sông ở nước ta, dòng chảy lũ thường thay đổi rất mạnh theo thời gian: trong vòng 12 giờ, 6 giờ, thậm chí trong vòng hàng giờ. Vì vậy, việc tính toán dòng chảy lũ trong hệ thống sông với thời đoạn tương đối lớn, chẳng hạn 12, 18, 24 giờ, sẽ gây sai số lớn do không tính hết được quá trình thay đổi lưu lượng lũ ở tuyến trên và gia nhập khu giữa, trong thời đoạn tính toán. Trong các mô hình toán thủy văn, thủy văn - thủy lực để xác định dòng chảy ở tuyến dưới đoạn sông thường sử dụng một sơ đồ tuyến tính để gộp dòng chảy gia nhập khu giữa được tính bằng mô hình nào đó với dòng chảy điện toán từ tuyến trên về $1/1, 2, 3, 4/$. Như vậy, các mô hình toán thủy văn, thủy văn - thủy lực thường không xét tới ảnh hưởng của sự phân bố không đều dòng chảy gia nhập khu giữa dọc đoạn sông; chính vì vậy kết quả tính toán theo các mô hình thường không cao, nhất là khi gia nhập khu giữa ở đoạn sông chiếm một tỷ lệ lớn trong dòng chảy tuyến dưới.

Trong khuôn khổ bài này, chúng tôi đề cập đến một phương pháp tính toán dòng chảy lũ ở tuyến dưới của đoạn sông khi tính đến sự biến động mạnh của dòng chảy tuyến trên cũng như gia nhập khu giữa ở đoạn sông, đồng thời xét tới ảnh hưởng của sự phân bố dòng chảy gia nhập khu giữa dọc đoạn sông đến dòng chảy tuyến dưới khi sử dụng phương trình cơ bản tính toán truyền lũ trong sông $4/$.

I – CƠ SỞ CỦA PHƯƠNG PHÁP

Phương trình cơ bản tính toán truyền sóng lũ trong sông khi có gia nhập khu giữa có dạng:

$$Q_{j+1}^{n+1} = C_1 Q_j^n + C_2 Q_j^{n+1} + C_3 Q_{j+1}^n + C_4 \bar{Q}_{gn}, \quad (1)$$

trong đó:

$$C_1 = \alpha \left(\frac{\Delta t}{T} \right) \left(1 - e^{-2T/\Delta t} \right) + \alpha (\alpha - 1) \left(\frac{\Delta t}{T} \right)^{1,2} e^{-2T/\Delta t}$$

$$C_2 = e^{-2T/\Delta t};$$

$$C_3 = 1 - \alpha \frac{\Delta t}{T} (-e^{-2T/\Delta t}) - \alpha(\alpha - 1) \left(\frac{\Delta t}{T}\right)^{1,2}; \quad (2)$$

$$C_4 = \frac{\Delta t}{T} (1 - e^{-2T/\Delta t}).$$

Ở đây $Q_j^n, Q_j^{n+1}, Q_{j+1}^n, Q_{j+1}^{n+1}$ – lưu lượng nước ở tuyển trên và tuyển dưới vào đầu và cuối thời đoạn tính toán Δt ; T – thời gian tập trung nước lũ ở đoạn sông; α – tham số tính độ cong đường mặt nước ở đoạn sông.

Phương pháp được sử dụng cho đoạn sông có thời gian chảy tập trung gần bằng thời đoạn tính toán; $0,8T \leq \Delta t \leq 1,2T$. Nếu trong thời đoạn Δt lưu lượng ở tuyển trên và gia nhập khu giữa thay đổi không theo quy luật tuyển tính thì phương pháp có thể cho kết quả với sai số lớn. Trong những trường hợp như vậy, việc tính toán với thời đoạn nhỏ hơn thời gian tập trung nước nhiều lần lại cho một kết quả tốt vì trong một thời đoạn nhỏ giả thiết lưu lượng tuyển trên và gia nhập khu giữa thay đổi theo quy luật tuyển tính là có thể chấp nhận được. Tuy nhiên, để sử dụng phương trình (1) cần phải chuyển nó về dạng có sử dụng hàm tập trung nước (hay hàm ảnh hưởng, hàm truyền). Trong dự báo dòng chảy lũ thì việc lấy thời đoạn tính toán nhỏ hơn thời gian tập trung nước nhiều lần lại là thích hợp vì thông thường trên một lưu vực lớn có nhiều lưu vực bộ phận với thời gian tập trung nhỏ hơn thời gian tập trung nước trên lưu vực lớn nhiều lần; để dễ dàng tính toán và sử dụng đến mức tối đa thông tin về tình hình lưu vực khi tính toán, dự báo thường lấy thời đoạn tính toán là 6 giờ, 12 giờ.

II – XÁC ĐỊNH HÀM TẬP TRUNG NƯỚC

Việc xây dựng hàm tập trung nước cho một đoạn sông, trong đó có hàm tập trung dòng gia nhập khu giữa khi thời đoạn tính toán $\Delta t \ll T$ có tầm quan trọng lớn trong tính toán dòng chảy lũ trên mạng lưới sông. Vì các dòng sông suối nhỏ thường đổ vào dòng chính ở những vị trí nhất định nên có thể xem gia nhập khu giữa là một quá trình tập trung – vào các vị trí mà sông suối nhỏ đổ vào dòng chính. Song nước từ trên lưu vực còn đổ vào dòng chính từ hàng loạt các khu ven sông, và thâm nhập vào dòng sông ở dạng nước ngầm chảy ra từ các tầng đất dọc theo đoạn sông. Quá trình này lại có thể được xem như một quá trình phân phối.

Trong thực tế tính toán có thể khái quát hóa dòng gia nhập khu giữa theo một sơ đồ nào đó ở đoạn sông, chẳng hạn theo một quan hệ đường cong hoặc đường thẳng trên một đơn vị chiều dài đoạn sông [4]. Việc thay thế một quá trình rời rạc bằng một quá trình liên tục ở đoạn sông là có thể chấp nhận được vì sai số do việc sơ đồ hóa gây ra thường nhỏ hơn sai số đo đặc bẩn thân lượng gia nhập khu giữa rất nhiều và có thể bỏ qua.

Xét đoạn sông có chiều dài ΔL , chia đoạn sông này ra làm n đoạn sông nhỏ sao cho thời gian tập trung nước ở đoạn sông nhỏ T' gần bằng thời đoạn tính toán Δt (hình 1). Ở đây mặt cắt trên cùng là mặt cắt số 0, cuối cùng là N .

Giả sử rằng tốc độ chảy trung bình trên sông dài ΔL là không đổi và không phụ thuộc vào lưu lượng nước, nghĩa là có thể sử dụng mô hình tuyến tính với nguyên tắc cộng dồn lưu lượng để xác định lưu lượng tuyến dưới đoạn sông. Xét về bản chất quá trình hình thành thì lưu lượng tuyến dưới bao gồm 3 phần: a) lượng nước chảy qua tuyến trên (0), b) tiêu hao lượng trữ ban đầu ở đoạn sông; c) gia nhập khu giữa. Về nguyên tắc có thể xác định riêng từng thành phần này sau đó cộng tuyến tính để được lưu lượng ở mặt cắt N.

Phương trình tổng quát xác định lưu lượng ở tuyếns dưới đoạn sông (N) có dạng:

$$Q_d(t) = \oint_0^t Q_{tr}(t-\bar{T}) P_{tr}(\bar{T}) d\bar{T} + Q_{tr,o} P_{h,tr}(\bar{T}) + Q_{d,o} P_{h,d}(\bar{T}) + \\ + \oint_0^t Q_{gn}(t-\bar{T}) P_{gn}(\bar{T}) d\bar{T}. \quad (3)$$

Ở đây $Q_{tr}(t), Q_d(t)$ – lưu lượng ở tuyến trên và tuyến dưới vào thời điểm t ; $Q_{tr,o}, Q_{d,o}$ – lưu lượng ban đầu ở tuyến trên và tuyến dưới đoạn sông; $P_{tr}(\bar{T})$ – hàm tập trung nước từ tuyến trên về tuyến dưới đoạn sông; $P_{h,tr}, P_{h,d}$ – hàm tiêu hao lượng nước ban đầu ở tuyến trên và tuyến dưới; $Q_{gn}(t)$ – lưu lượng gia nhập khu giữa; $P_{gn}(\bar{T})$ – hàm tập trung nước gia nhập ở đoạn sông; T' – thời gian tập trung nước ở đoạn sông.

Dưới đây chủ yếu xét quá trình tập trung nước gia nhập khu giữa. Tất nhiên khi lượng gia nhập đã trở thành dòng chảy trong lòng sông thì sẽ tuân theo quy luật tập trung nước trong lòng sông /5/.

Giả sử trên toàn bộ đoạn sông dài ΔL có lượng gia nhập trung bình là \bar{Q}_{gn} chảy đều vào đoạn sông, trong đó lưu lượng gia nhập ở các đoạn nhỏ từ 1 đến n là $\bar{q}_1, \bar{q}_2, \bar{q}_3, \dots, \bar{q}_n$. Như vậy

$$\bar{Q}_{gn} = \sum_1^n \bar{q}_n = \oint_0^1 q(l) dl. \quad (4)$$

Trong phương trình (4), l – khoảng cách kể từ mặt cắt O. Giả sử gia nhập khu giữa phân bố đều dọc theo chiều dài đoạn sông. Khi đó quá trình lưu lượng ở tuyến thứ I do gia nhập khu giữa \bar{q}_1 và lưu lượng tuyến vào $Q_{tr}(t)$ tạo thành có thể xác định được theo hệ thức:

$$Q(t)^I = \bar{q}_1 P_{gn}(\bar{T})^I + Q_{tr}(t)(P_s(\bar{T})^I);$$

trong đó $P_s(\bar{T})^I$ – hàm tập trung nước trong sông từ tuyến O về tuyến I; $P(\bar{T})^I$ – hàm tập trung nước gia nhập khu giữa về mặt cắt thứ I.

Lưu lượng nước ở mặt cắt thứ II được hình thành do \bar{q}_1 và $Q_{tr}(t)$ chảy qua các đoạn sông 1 và 2, và \bar{q}_2 chảy qua đoạn sông thứ 2:

$$Q(t)^{II} = \sum_{n=1}^t \bar{q}_1 p(t-\bar{T})^I p_s(\bar{T})^I d\bar{T} + \bar{q}_2 p(\bar{T})^I + \sum_{n=1}^t Q_{tr}(t-\bar{T}) p_s(\bar{T})^I d\bar{T} \quad (5)$$

Tương tự có thể dễ dàng viết biểu thức lưu lượng cho các mặt cắt III, IV, ..., N:

$$\begin{aligned} Q(t)^N = & \sum_{n=1}^t Q_{tr}(t-\bar{T}) P_s(\bar{T})^{N-1} d\bar{T} + \bar{q}_n P(\bar{T})^I + \bar{q}_{n-1} \sum_{n=1}^t P(t-\bar{T}) \cdot P_s(\bar{T})^I d\bar{T} + \dots + \\ & + \bar{q}_1 \sum_{n=1}^t P(t-\bar{T})^I P_s(\bar{T})^{N-1} d\bar{T} \end{aligned} \quad (6)$$

Phương trình (6) là phương trình cơ bản xác định quá trình lưu lượng ở tuyến dưới đoạn sông theo quá trình lưu lượng chảy qua tuyến trên (0) và quá trình gia nhập khu giữa ở đoạn sông. Ở đây đã không xét quá trình tiêu hao lượng nước ban đầu ở đoạn sông. Trên cơ sở phương trình cơ bản (6) có thể xác định được lượng gia nhập khu giữa ở cuối đoạn sông $Q_{gn}(t)$. Để xác định được quá trình lưu lượng gia nhập khu giữa ở cuối đoạn sông trước hết cần biết gia nhập khu giữa ở mỗi đoạn sông nhỏ 1, 2, 3, ..., n. Tuy nhiên, ta thường không có số liệu về dòng gia nhập khu giữa vì thiếu tài liệu đo đạc. Trong thực tế có thể mô phỏng sự phân bố lượng gia nhập khu giữa theo 4 dạng chính sau đây [4]: a) gia nhập khu giữa tăng tuyến tính dọc đoạn sông; b) gia nhập khu giữa giảm tuyến tính dọc đoạn sông; c) gia nhập khu giữa phân bố dọc sông theo quy luật phi tuyến, giả dụ dạng parabol. Ta xét quá trình lưu lượng ở tuyến dưới (N) của đoạn sông do gia nhập khu giữa tạo thành: $Q_{gn}(t)$ khi gia nhập khu giữa phân phối dọc đoạn sông theo các trường hợp chính trên đây [5].

1. Gia nhập khu giữa tăng tuyến tính dọc đoạn sông

Quy luật phân bố lượng gia nhập khu giữa ở đoạn sông có thể được mô tả bằng biểu thức

$$\bar{q}_l = \frac{2 \bar{Q}_{gn}}{(\Delta L)^2} l \quad (7)$$

lưu lượng ở tuyến nào đó được xác định bằng biểu thức

$$\bar{q}_l = \sum_{l_1}^{l_2} \frac{\bar{Q}_{ng}}{(\Delta l)^2} l dl = \bar{Q}_{gn} \left(\frac{1}{\Delta L} \right)^2 \left| \begin{array}{c} l_1 \\ l_2 \end{array} \right|,$$

trong đó l_1 và l_2 - khoảng cách từ mặt cắt trên (0) đến đầu và cuối đoạn ta xét. Theo sơ đồ ở hình 1 ta có:

$$q_n = \frac{\bar{Q}_{gn}}{n^2} \left[(n-0)^2 - (n-1)^2 \right] \quad (8)$$

với n trong dấu ngoặc đơn nhận các giá trị $1, 2, 3, \dots, n$. Thay các giá trị \bar{q}_n , ($n=1, 2, 3, \dots, n$) vào (6) ta thu được lưu lượng ở tuyến dưới đoạn sông do gia nhập khu giữa tạo nên:

$$Q_{gn}(t) = \bar{Q}_{gn} \frac{1}{n^2} \int_0^t P(t-\bar{T})^I R(\bar{T}) d\bar{T}; \quad (9)$$

trong đó hàm tập trung nước gia nhập khu giữa :

$$P_{gn}(\bar{T}) = \frac{1}{n^2} \int_0^t P(t-\bar{T})^I R(\bar{T}) d\bar{T}, \quad (10)$$

với

$$\begin{aligned} R(\bar{T}) = & [(n-0)^2 - (n-1)^2] \cdot 1(\bar{T}=0) + [(n-1)^2 - (n-2)^2] Ps(\bar{T})^I + \dots + \\ & + (2^2 - 1^2) Ps(\bar{T})^{N-2} + (1^2 - 0^2) Ps(\bar{T})^{N-1}. \end{aligned} \quad (11)$$

2. Gia nhập khu giữa giảm tuyến tính dọc đoạn sông

Trường hợp này ngược với trường hợp thứ 1, do đó các công thức tính gia nhập khu giữa và hàm tập trung nước vẫn như (9) và (10), tuy nhiên các hệ số trong hàm $R(\bar{T})$ như sau:

$$R(\bar{T}) = (1^2 - 0^2) \cdot 1(\bar{T}=0) + (2^2 - 1^2) Ps(\bar{T})^I + [(n-0)^2 - (n-1)^2] Ps(\bar{T})^{N-1} \quad (12)$$

3. Gia nhập khu giữa phân bố đều dọc đoạn sông

Trong trường hợp này ta có hệ thức:

$$\bar{q}_1 = \bar{q}_2 = \bar{q}_3 = \dots = \bar{q}_{n-1} = \frac{\bar{Q}_{gn}}{n}. \quad (13)$$

Thay các giá trị (13) vào phương trình (6) ta được quá trình lưu lượng ở tuyến dưới (mặt cắt N) do gia nhập khu giữa tạo thành:

$$\begin{aligned} Q_{gn}(t) = & \bar{Q}_{gn} \left\{ \frac{1}{n} \left[P(\bar{T})^I + \int_0^t P(t-\bar{T})^I P_s(\bar{T})^I d\bar{T} + \int_0^t P(t-\bar{T})^I P_s(\bar{T})^{II} d\bar{T} + \dots + \right. \right. \\ & \left. \left. + \int_0^t P(t-\bar{T})^I P_s(\bar{T})^{N-2} d\bar{T} + \int_0^t P(t-\bar{T})^I P_s(\bar{T})^{N-1} d\bar{T} \right] \right\}. \end{aligned} \quad (14)$$

Như vậy hàm tập trung nước khu giữa có dạng:

$$P_{gn}(\bar{T}) = \frac{1}{n} \int_0^t P(t-\bar{T})^I P_s(\bar{T}) d\bar{T} \quad (15)$$

trong đó

$$R(\bar{T}) = 1(\bar{T}=0) + P_s(\bar{T})^I + P_s(\bar{T})^{II} + \dots + P_s(\bar{T})^{N-1}. \quad (16)$$

4. Gia nhập khu giữa thay đổi theo luật parabol dọc đoạn sông

Giả sử gia nhập khu giữa thay đổi theo quy luật:

$$\bar{q}_i = al(\Delta L - i). \quad (17)$$

Từ đó, với

$$\bar{Q}_{gn} = \frac{\Delta L}{\sum q_i dL}$$

ta có :

$$\bar{q}_i = \frac{6\bar{Q}_{gn}}{(\Delta L)^3} L(\Delta L - l). \quad (18)$$

Tương tự như các trường hợp trên, từ (18) lần lượt tìm được các lượng nhập khu giữa ở mỗi đoạn nhỏ 1, 2, 3..., n rồi thay vào phương trình cơ bản (6) ta thu được quá trình lưu lượng ở tuyến dưới đoạn sông (tuyến N) do gia nhập khu giữa tạo thành:

$$Q_{gn}(l) = \bar{Q}_{gn} \left\{ \frac{3}{n^2} \int_0^t P(t - \bar{T})^l R(\bar{T}) d\bar{T} \right\} \quad (19)$$

trong đó hàm tập trung nước gia nhập có dạng:

$$P_{ng}(\bar{T}) = \frac{3}{n^2} \int_0^t P(t - \bar{T})^l R(\bar{T}) d\bar{T}, \quad (20)$$

với hàm $R(\bar{T})$:

$$\begin{aligned} R(\bar{T}) & \left\{ [(n-0)^2 - (n-1)^2] - \frac{0,67}{n} [(n-0)^3 - (n-1)^3] \right\} \cdot 1(\bar{T} = 0) \\ & + \left\{ [(n-1)^2 - (n-2)^2] - \frac{0,67}{n} [(n-1)^3 - (n-2)^3] \right\} \cdot P_s(\bar{T})^1 + \dots + \\ & [(1^2 - 0^2) - \frac{0,67}{n} (1^3 - 0^3)] P_s(\bar{T})^N = 1 \end{aligned} \quad (21)$$

Từ các phương trình (10), (15), (20) cho thấy rõ rằng hàm tập trung nước gia nhập khu giữa $P_{gn}(\bar{T})$ là một dạng của tích phân Dehamel, trong đó hàm vào là đường cong tập trung nước gia nhập ở một đoạn nhỏ $P(t - \bar{T})^l$, hàm ảnh hưởng là tổng các đường cong tập trung nước ở các đoạn sông nhỏ 1, 2, 3,...,n với các hệ số hiệu chỉnh nhất định tính tới sự phân bổ của gia nhập khu giữa dọc đoạn sông $R(\bar{T})$; (xem các phương trình (11), (12), (16), (21))

Hàm tập trung nước $P_s(\bar{T})^N$ ở các đoạn sông nhỏ 1, 2, 3,...,n trong các phương trình (11), (12), (16), (21) được xác định cho 2, 3, 4,...,n đoạn nhỏ liên tiếp bằng cách nhân liên tiếp các tích phân Dehamel $P_s(\bar{T})$ của một, hai, ba, v.v.. đoạn với nhau, chẳng hạn, hàm tập trung nước của hai đoạn được xác định như:

$$P_s(\bar{T})^{II} = \int_0^t P_s(t - \bar{T})^1 \cdot P_s(\bar{T})^1 d\bar{T}, \quad (22)$$

và hàm tập trung nước của ba đoạn nhỏ:

$$P_s(\bar{T})^{III} = \int_0^{\infty} P_s(t - T)^{II} \cdot P_s(\bar{T})^I d\bar{T}. \quad (23)$$

Hàm tập trung nước ở một đoạn sông nhỏ với $T' = \Delta t$ có thể dễ dàng xác định được từ phương trình cơ bản (1).

Trong tính toán dòng chảy lũ trên một đoạn sông cụ thể với thời đoạn đã định trước Δt ta có thể xác định số đoạn sông nhỏ $n = T/\Delta t$, trong đó T là thời gian tập trung nước trung bình trên đoạn sông. Bằng cách như vậy: ta đã chia đoạn sông thực tế ra làm n đoạn nhỏ mà ở mỗi đoạn thỏa mãn điều kiện $T' = \Delta t$. Từ đó tùy thuộc vào sơ đồ mô phỏng sự phân bố gia nhập khu giữa dọc sông dễ dàng xác định được tung độ của các hàm tập trung nước theo (10) – (12), (15), (16), (20) – (23).

Một vấn đề cần được đặc biệt lưu ý khi tính toán dòng chảy lũ là chọn sơ đồ thích hợp để mô phỏng lượng gia nhập khu giữa. Sơ đồ mô phỏng gia nhập khu giữa có ảnh hưởng lớn tới kết quả tính toán nhất là khi gia nhập lớn hơn hoặc tương đương với dòng chảy tuyến trên. Khi xét đoạn sông ngắn với gia nhập không đáng kể thì có thể chọn sơ đồ phân phối gia nhập khu giữa tương đối linh động hơn.

Ở một đoạn sông cụ thể, sơ đồ phân phối lượng gia nhập khu giữa được chọn trên cơ sở lập biểu đồ phân bố diện tích các sông suối ở khu giữa, trong đó diện tích của lưu vực sông suối nhỏ được biểu thị ở vị trí mà chúng đổ vào dòng chính. Thực tế trên các biểu đồ loại này chỉ có thể biểu diễn diện tích của các sông suối có chiều dài trên 10 km, do đó khi chọn sơ đồ phân phối cần kết hợp phân tích mật độ mạng lưới sông suối và tiềm năng nguồn nước của chúng.

III – MỘT SỐ KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM ỨNG DỤNG

Việc thử nghiệm ứng dụng phương pháp trên cho mạng lưới sông Hồng thuộc địa phận Việt Nam cũng tuân theo những nguyên tắc cơ bản đã nêu ở phần II. Trên hình 2 là sơ đồ phân bố diện tích cùng độ dài của các dòng

Bảng 1 – Các đặc trưng của đoạn sông và sơ đồ mô phỏng gia nhập khu giữa

Số t.t	Đoạn sông	Sông	ΔL , km	T giờ	Δt , giờ	n	Sơ đồ mô phỏng gia nhập khu giữa
1	Lai Châu – Tả Bú	Đà	157	12	6	2	giảm, tăng dần
2	Tả Bú – Hòa Bình	Đà	201	18	6	3	đều
3	Lào Cai – Yên Bái	Thao	148	18	6	3	parabôn
4	Yên Bái – Phú Thọ	Thao	74	15	6	3	tăng dần
5	Hà Giang – Hàm Yên	Lô	112	18	6	3	tăng dần, parabôn
6	Hàm Yên, Chiêm Hóa – Tuyên Quang	Lô	60	8	6	1	đều
7	Tuyên Quang, Thác Bà – Vụ Quang	Lô	48,50	12	6	2	đều
8	Hòa Bình, Phú Thọ, Vụ Quang – Hà Nội, Thượng Cát	Hồng	128	21	6	3	gia nhập nhỏ khén đáng kể

sông suối dọc theo các đoạn sông chính ở hệ thống sông Hồng. Trên bảng 1 thống kê các đặc trưng của đoạn sông và sơ đồ mô phỏng sự phân bố lượng gia nhập khu giữa đã được chọn để tính toán dòng chảy lũ.

Các tung độ hàm tập trung nước $P_{gn}(\bar{T})$ và $P_s(\bar{T})$ được xác định theo các phương trình (10) – (12), (15), (16), (20) – (23) cho các đoạn sông và được liệt kê ở bảng 2.3. Tung độ hàm tập trung nước trong sông khi $T \sim \Delta t$ và $\alpha = 0,80$ (lấy trung bình cho mọi chế độ dòng chảy lũ) trên một đoạn ($n = 1$) được xác định từ phương trình cơ bản (1).

Bảng 2 — Tung độ hàm tập trung nước gia nhập khu giữa ở các đoạn sông
($\Delta t = 6$ giờ, $\alpha = 0,80$)

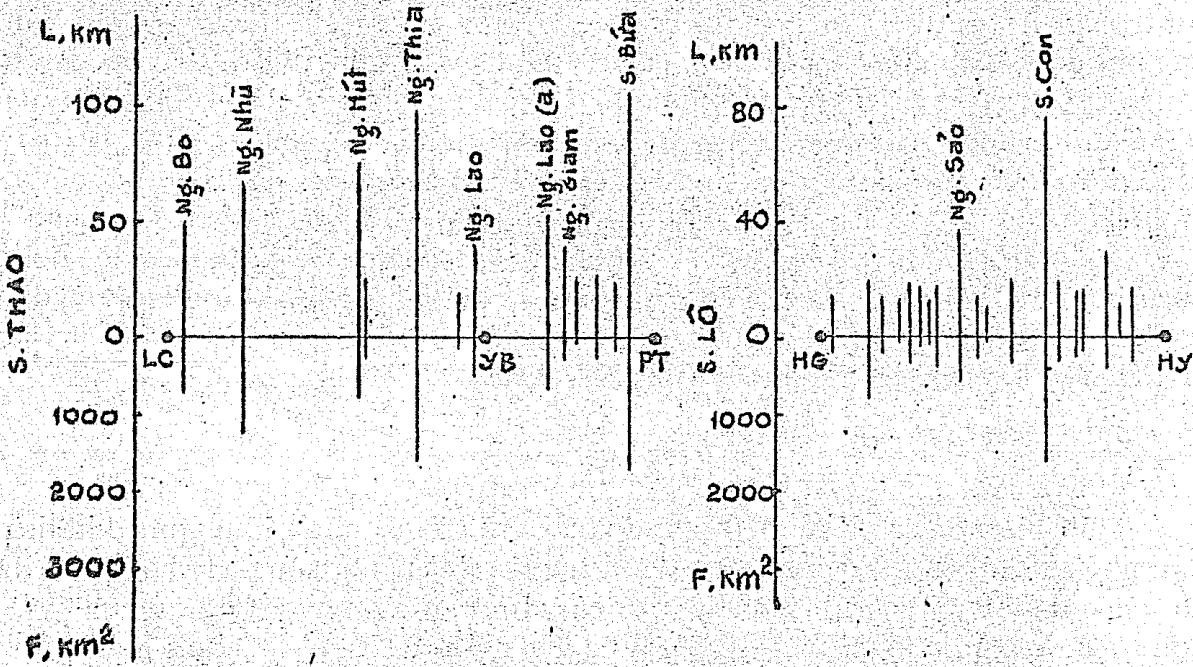
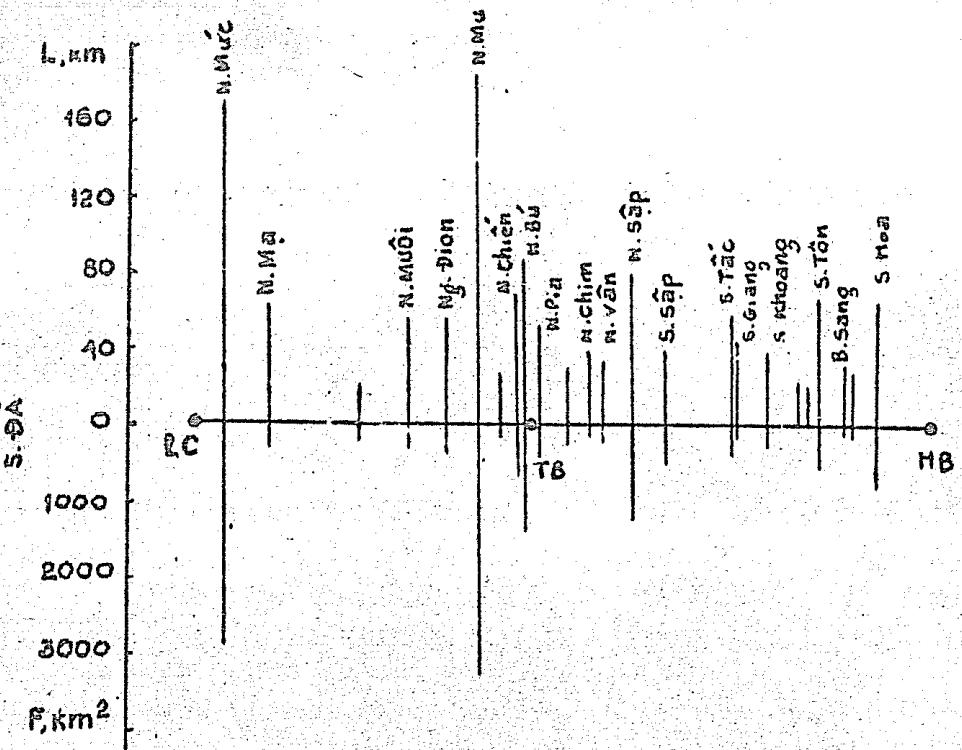
Đoạn sông	Thứ tự tung độ \bar{T}							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Lai Châu — Tạ Bú	0,30	0,38	0,22	0,07	0,02	0,01	0,0	0,00
Tạ Bú — Hòa Bình	0,20	0,29	0,25	0,15	0,07	0,03	0,01	0,00
Lào Cai — Yên Bái	0,17	0,31	0,26	0,16	0,06	0,03	0,01	0,00
Yên Bái — Phú Thọ	0,31	0,34	0,19	0,09	0,04	0,02	0,01	0,00
Hà Giang — Hàm Yên	0,24	0,33	0,22	0,12	0,05	0,03	0,01	0,00
Hàm Yên — Tuyên Quang	0,52	0,37	0,09	0,02	0,00			
Chiêm Hoá — Tuyên Quang	0,52	0,37	0,09	0,02	0,00			
Tuyên Quang — Vụ Quang	0,30	0,37	0,21	0,08	0,03	0,01	0,00	
Thác Bà — Vụ Quang	0,30	0,37	0,21	0,08	0,03	0,01	0,00	
HB, PT, VQ — Hà Nội, Thượng Cát	0,00	0,04	0,19	0,37	0,23	0,12	0,04	0,01

Bảng 3 — Tung độ các hàm tập trung nước trong sông

Đoạn sông	Thứ tự tung độ								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Lai Châu — Tạ Bú	0,02	0,18	0,47	0,21	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00
Tạ Bú — Hòa Bình	0,00	0,04	0,19	0,37	0,23	0,12	0,04	0,01	0,00
Lào Cai — Yên Bái	0,00	0,04	0,19	0,37	0,23	0,12	0,04	0,01	0,00
Yên Bái — Phú Thọ	0,00	0,04	0,19	0,37	0,23	0,12	0,04	0,01	0,00
Hà Giang — Hàm Yên	0,00	0,04	0,19	0,37	0,23	0,12	0,04	0,01	0,00
Hàm Yên, Chiêm Hoá — Tuyên Quang	0,14	0,66	0,15	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Tuyên Quang, Thác Bà — Vụ Quang	0,02	0,18	0,47	0,21	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00
Hòa Bình, Phú Thọ, Vụ Quang — Hà Nội	0,00	0,04	0,19	0,37	0,23	0,12	0,04	0,01	0,00

Để tính toán quá trình dòng chảy lũ ở tuyến dưới đoạn sông theo phương trình (3), thì ngoài việc xác định các hàm tập trung nước $P_{gn}(\bar{T})$ và $P_s(\bar{T})$ còn phải xác định hàm tiêu hao lượng nước ban đầu ở tuyến trên $Ph, tr(\bar{T})$ và ở tuyến dưới $Ph, d(\bar{T})$. Về nguyên tắc, các hàm tiêu hao có thể xác định khi sử dụng phương trình cơ bản (1) thông qua việc biến đổi nó về dạng đường cong nước rút ở một đoạn sông khi thời gian tập trung nước $T = \Delta t$. Với những đoạn

Ghi chú: HB — Hòa Bình; PT — Phú Thọ; VQ — Vụ Quang



Hình 2-3: Cố phần bố phân bố các diện mạo rừng theo theo quy định
về quy định thời kỳ, vùng nông nghiệp

- ghi chép a) Biên 10 - 100 km, 11 - 100 km, 12 - 100 km;
b) S. Lô: 10 - 100 km, 11 - 100 km, 12 - 100 km; c) 2.10:
HG - Hồi phục, HY - 20 km. F - diện tích lâm vực nông; L - diện
đất nông 3000.

sông trên hệ thống sông Hồng đã sử dụng các hàm tiêu hao lượng nước ban đầu có các giá trị tung độ như ở bảng 4, trong đó tham số đặc trưng độ cong đường mực nước được lấy trung bình cho mọi chế độ lũ và bằng 0,80.

Bảng 4 – Tung độ hàm tiêu hao lượng nước ban đầu

Hàm tiêu hao	Thứ tự các tung độ \bar{T}				
	0	1	2	3	4
$P_{h,tr}(\bar{T})$	0,63	0,15	0,04	0,01	0,00
$P_{h,d}(\bar{T})$	0,23	0,05	0,01	0,00	0,00

Trên cơ sở các hàm tập trung nước đã xác định được, chúng tôi tiến hành tính toán thử nghiệm cho một loạt trận lũ lớn trong các năm 1964, 1966 1968, 1969, 1971, 1978 ở hệ thống sông Hồng. Gia nhập khu giữa được xác định theo tài liệu dòng chảy các sông con ở lưu vực khu giữa tương ứng thông qua việc quy đổi theo diện tích. Một điểm đáng lưu ý là lượng gia nhập khu giữa chiếm một tỷ lệ lớn trong các trận lũ đã chọn, đa số trường hợp lượng gia nhập khu giữa chiếm trên 25% tổng lượng lũ tuyến dưới.

Kết quả tính toán các trận lũ được đánh giá bằng chỉ tiêu S/σ (S – quân phương sai số, σ – quân phương độ lệch chuẩn). Trên đa số các đoạn sông kết quả tính toán khá tốt, chỉ tiêu S/σ thay đổi trong phạm vi $0,18 - 0,41$, trong đó ở các đoạn sông có lượng gia nhập không lớn thường thu được kết quả tốt hơn. Mặc dù vậy việc tính toán lũ ở các đoạn sông có gia nhập khu giữa lớn như trên đoạn từ Tạ Bú về Hoà Bình, Lào Cai – Yên Bái, Hà Giang – Hàm Yên, cũng cho kết quả đạt yêu cầu. Trên hai đoạn sông: Lai châu – Tạ Bú và Hà Giang – Hàm Yên do mạng lưới sông suối phân bổ khá đặc biệt (hình 2) nên khi sử dụng một sơ đồ mô phỏng gia nhập đã không cho kết quả tốt. Do vậy khi tính toán dòng chảy lũ ở các đoạn sông này, chúng tôi đã sử dụng một sơ đồ ghép để mô phỏng sự phân phối dòng gia nhập khu giữa: đoạn Lai Châu – Tạ Bú – dùng 2 sơ đồ lượng gia nhập khu giữa tăng dần và giảm dần dọc đoạn sông; đoạn Hà Giang – Hàm Yên dùng hai sơ đồ; gia nhập khu giữa tăng dần và theo luật parabol. Kết quả tính toán lũ ở các đoạn này đạt yêu cầu, chỉ tiêu S/σ thay đổi trong phạm vi $0,28 - 0,41$.

KẾT LUẬN

Tính toán dòng chảy lũ ở các đoạn sông có gia nhập khu giữa khi thời gian nhỏ ($\Delta t = 6$ giờ) theo phương trình truyền lũ trong sông (1) hoặc (3) đã cho kết quả đạt yêu cầu thậm chí ở cả các đoạn sông có gia nhập lớn. Việc chọn sơ đồ mô phỏng sự phân phối dòng gia nhập khu giữa có ảnh hưởng lớn tới kết quả tính toán. Hiển nhiên việc mô phỏng gia nhập khu giữa theo 4 sơ đồ tổng quát trên đây chỉ cho ta một khái niệm chung về phân bổ lượng gia nhập. Trong thực tế tính toán dòng chảy lũ ở mạng lưới sông nhiều khi đòi hỏi những sơ đồ phân phối kiểu khác phản ánh đúng hơn tình hình thực tế ở đoạn sông. Việc phối hợp các sơ đồ tổng quát trên đây có thể tạo khả năng mô phỏng gia nhập gần sát với thực tế. Trong những trường hợp này hàm tập

trung nước ở đoạn sông được tính trung bình từ các hàm riêng. Một điểm cần lưu ý là ở nhiều đoạn sông trên lưu vực khu giữa có thể có quan trắc dòng chảy ở các dòng sông suối nhỏ, chẳng hạn ở đoạn Lai Châu - Tả Bá có tài liệu của lưu vực Bản Củng; ở đoạn Lào Cai – Yên Bai có tài liệu của lưu vực Ngòi Thia; ở đoạn Yên Bai – Phú Thọ có lưu vực sông Búa v.v. Trong những trường hợp như vậy việc sử dụng các hàm tập trung nước riêng cho các lưu vực nhỏ này sẽ nâng cao được độ chính xác tính toán dòng chảy lũ ở tuyến dưới của đoạn sông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cunge J.A., Holly F.M., Verwey A. Practical Aspects of computational River Hydraulics. London. 1980,
2. Grushevsky M.X. Sóng xả và sóng lũ trong sông. NXB Khí tượng thủy văn, Leningrat, 1969. (Tiếng Nga).
3. Đào Văn Lẽ, Lê Bắc Huỳnh, Thái Văn Tiến.... Nghiên cứu ứng dụng mô hình SSARR vào dự báo lũ hệ thống sông Hồng và Thái Bình.
4. Lê Bắc Huỳnh. Phương pháp tính toán dòng chảy lũ ở đoạn sông có già nhập khu giữa. Tập san K.T.T.V số 8, 1988.
5. Negikhovsky R.A. Mạng lưới sông của lưu vực và quá trình hình thành dòng chảy. NXB. Khí tượng Thủy văn, Leningrat, 1971. (Tiếng Nga).