

MÔ HÌNH TOÁN VÀ DỰ BÁO DÒNG CHẢY SÔNG HỒNG TẠI HÀ NỘI

PTS. LÊ BẮC HUỲNH, KS. NGUYỄN CAO QUYẾN
Cục Dự báo Khí tượng Thủy văn

MỞ ĐẦU

Tính toán và dự báo dòng chảy hạ lưu sông Hồng nói chung và dòng chảy lũ tại Hà Nội nói riêng có một ý nghĩa đặc biệt to lớn trong khai thác tổng hợp lưu vực sông Hồng. Với tác động của con người đến dòng chảy sông Hồng (đặc biệt là trên sông Đà — phụ lưu lớn nhất) thì vấn đề tính toán và dự báo dòng chảy sông Hồng, nhất là trên đoạn từ Hòa Bình, Phú Thọ và Vụ Quang về tới Hà Nội, Thượng Cát càng phức tạp nhưng lại đòi hỏi phải giải quyết cấp bách.

Tuy chỉ trong quá trình thi công và bước đầu vận hành, ảnh hưởng điều tiết dòng chảy của công trình thủy điện Hòa Bình đối với dòng chảy hạ lưu sông Hồng, trong đó có Hà Nội, là rất rõ rệt và hết sức phức tạp [3]. Chế độ dòng chảy ở hạ lưu sông Hồng đã có những thay đổi đáng kể, do đó các phương pháp tính toán và dự báo lũ sông Hồng tại Việt Trì, Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát... hầu như không còn phù hợp nữa.

Nhằm đáp ứng những yêu cầu cấp bách của sản xuất và công tác phòng chống lũ lụt ở hạ lưu sông Hồng, chúng tôi nghiên cứu một mô hình thủy văn — thủy lực cho phép tính toán và dự báo các dòng chảy ở hạ lưu nói chung và dòng chảy lũ tại Sơn Tây, Hà Nội và Thượng Cát, nói riêng, theo dòng chảy các sông Đà, Thao, Lô xét tới các tuyến hạ lưu Hòa Bình, Phú Thọ và Vụ Quang với thời gian dự kiến tới 48 giờ. Khi thiết lập mô hình chúng tôi đặc biệt chú ý giải quyết bài toán xác định quá trình truyền sóng lũ trên đoạn hợp lưu trong điều kiện tự nhiên cũng như khi có sóng xả ở hạ lưu sông Đà với các tổ hợp dòng chảy ba sông khác nhau. Ngoài ra, còn chú ý xác định quá trình phân phối dòng chảy sông Hồng qua các tuyến Hà Nội và Thượng Cát.

I — CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA MÔ HÌNH

Những đặc trưng thủy văn thủy lực của đoạn sông từ Hòa Bình, Phú Thọ và Vụ Quang về Hà Nội, Thượng Cát đã được đề cập đến trong nhiều công trình nghiên cứu [1,4], do vậy, ở đây chỉ nêu một số đặc điểm cơ bản ở đoạn hợp lưu 3 sông Đà, Thao, Lô. Dọc sông từ Hòa Bình, Phú Thọ và Vụ Quang đến Hà Nội, Thượng Cát có đê bao bọc, do vậy có thể xem dòng chảy lưu giữ ở

đoạn sông là không đáng kể. Do độ dốc lòng dẫn ở đoạn từ Phú Thọ đến Việt Trì khá lớn, độ dốc đoạn sông Hòa Bình, Vụ Quang — Việt Trì nhỏ hơn, vùng hợp lưu 3 sông lại mở rộng đáng kể so với lòng dẫn các sông nhánh nên quá trình giao thoa sóng lũ ở vùng ngã ba Việt Trì rất phức tạp ảnh hưởng rõ rệt tới thời gian truyền lưu lượng nước từ các sông nhánh về Sơn Tây. Thời gian truyền lưu lượng ở đoạn sông còn chịu ảnh hưởng lớn của sự biến đổi thành phần dòng chảy lũ mỗi sông trong dòng chảy sông Hồng. Trong các bài toán thực tế, để xác định ảnh hưởng của chế độ dòng chảy và điều kiện lòng dẫn mỗi sông tới thời gian truyền lưu lượng, theo chúng tôi, có thể xem dòng chảy của một trong trong 3 sông như dòng chảy khu giữa tập trung ở một điểm trên đoạn sông chính. Dòng chính là tổng dòng chảy hai sông còn lại chảy về tuyến hạ lưu. Về mặt lý thuyết đã chứng minh được rằng việc gộp dòng chảy các sông nhánh ở các tuyến trên để diễn toán về tuyến dưới sẽ chỉ là cho phép nếu thời gian truyền lũ từ mỗi tuyến trên về tuyến dưới là như nhau [1,2]. Như vậy, với thời gian truyền lũ trung bình từ Hòa Bình về Việt Trì và từ Vụ Quang về Việt Trì khoảng 9 — 12 giờ, còn từ Phú Thọ về Việt Trì chỉ 3 — 6 giờ đã tạo cơ sở xét đoạn hợp lưu Đà, Thao, Lô theo sơ đồ sau : dòng chảy sông Thao từ Phú Thọ chảy về như là dòng chảy khu giữa của đoạn sông chính Hòa Bình — Vụ Quang về Sơn Tây. Hiên nhiên có thể chi tiết hóa hoặc thay đổi sơ đồ đơn giản này để có một sơ đồ thích hợp trong từng điều kiện cụ thể của mỗi sông nhánh khi tính tới thời gian truyền lũ. Mặc dầu vậy, sơ đồ đoạn sông như trên giúp giải quyết bài toán truyền lũ ở đoạn hợp lưu một cách đơn giản hơn, và hoàn toàn có thể chấp nhận được trong điều kiện số liệu đo đạc thủy văn như hiện nay. Tuy nhiên, với cách sơ đồ hóa đoạn sông như trên thì các mô hình mô phỏng quá trình dòng chảy trên đoạn sông không có gia nhập khu giữa, kiểu như mô hình SSARR, Muskingum, Kalinin-Miliukov,... nói chung, không đáp ứng được [1,5,6,7]. Các mô hình quen biết trên đây chỉ có thể được sử dụng có hiệu quả nếu tổ hợp dòng chảy 3 sông Đà, Thao, Lô với thành phần dòng chảy mỗi sông ít nhiều không thay đổi và thời gian truyền lũ từ tuyến trên về tương đương nhau—một điều khó thỏa mãn ở đoạn sông từ Hòa Bình, Vụ Quang và Phú Thọ về đến Hà Nội, Thượng Cát. Như vậy, để mô phỏng quá trình dòng chảy trên đoạn sông hợp lưu này rõ ràng cần áp dụng một mô hình khác cho phép tính toán quá trình truyền lũ khi có gia nhập khu giữa ở đoạn sông. Bài toán này là bài toán tổng quát cho nhiều đoạn sông thiên nhiên khi dòng chảy tuyến dưới là tổng hợp của dòng chảy tuyến trên và dòng chảy khu giữa truyền về. Để giải quyết bài toán trên đoạn hợp lưu sông Đà, Thao, Lô có thể ứng dụng mô hình truyền lũ ở đoạn sông khi có gia nhập khu giữa được chúng tôi trình bày trong công trình [2].

Theo [2], phương trình cơ bản mô tả quá trình truyền chảy ở đoạn sông có dòng chảy khu giữa có dạng :

$$Q_{j+1}^{t+1} = \frac{KX + \Delta t/2}{K - KX + \Delta t/2} Q_j^t + \frac{\Delta t/2 - KX}{K - KX + \Delta t/2} Q_j^{t+1} + \frac{K - KX - \Delta t/2}{K - KX + \Delta t/2} Q_{ng}^t + \frac{\Delta t}{K - KX + \Delta t/2} \bar{Q}_{ng} \quad (1)$$

ở đây: $Q_j^{t,t+1}$ - lưu lượng nước ở tuyến j vào đầu và cuối thời đoạn Δt , m^3/s

$Q_{j+1}^{t,t+1}$ - lưu lượng nước ở tuyến $j+1$ vào đầu và cuối thời đoạn, m^3/s ;

X - tham số; K - thời gian truyền lưu lượng từ tuyến dưới, giờ.

Phương trình (1) còn được viết ở dạng gọn :

$$Q_{j+1}^{t+1} = C_1 Q_j^t + C_2 Q_j^{t+1} + C_3 Q_{j+1}^t + C_4 \bar{Q}, \quad (2)$$

trong đó C_1, C_2, C_3, C_4 - các hệ số tương ứng của lưu lượng trong (1), với

$$C_1 + C_2 + C_3 = 1$$

Phương trình (1) là phương trình tổng quát mô tả quá trình truyền lũ trong sông khi dòng chảy khu giữa là không đáng kể sẽ trở về công thức Muskingum cổ điển và công thức cơ bản trong SSARR, Kalinin - Mil'ukov - Nash, Negikhovsky chỉ là những trường hợp riêng [1, 2, 5, 6].

Đối với một đoạn sông nhất định tham số K được xác định như thời gian truyền lũ trung bình còn tham số X , theo [1], có thể xác định theo công thức:

$$X = \frac{1}{2} - \frac{Q_0}{2 \cdot \Delta S \cdot b \cdot C \cdot i_0}, \quad (3)$$

trong đó:

Q_0 - lưu lượng nước ở đoạn sông trong trạng thái ổn định, m^3/s ;

ΔS - chiều dài đoạn sông, m ;

C - tốc độ trung bình truyền lưu lượng ở đoạn sông, m/s ;

i_0 - độ dốc đáy sông, %;

b - chiều rộng trung bình của đoạn sông, m .

Kinh nghiệm [1] cho thấy, với một đoạn sông cụ thể, tham số K và X có thể xác định được bằng phương pháp tối ưu hóa hoặc phương pháp thử sai, trong đó giá trị của các tham số K, X phải được luận chứng bằng điều kiện của đoạn sông.

Trên thực tế, việc giải quyết bài toán mô phỏng quá trình dòng chảy từ Hòa Bình, Phú Thọ, Vụ Quang về Sơn Tây là phức tạp hơn cả, bài toán mô phỏng dòng chảy trên đoạn từ Sơn Tây về Hà Nội, Thượng Cát, tuy mang đặc thù riêng, nhưng cũng ít phức tạp hơn. Ta xét các trường hợp mô phỏng dòng chảy ở các đoạn sông này phục vụ mục đích tính toán và dự báo lưu lượng và mực nước tại tuyến Sơn Tây, Hà Nội và Thượng Cát.

II—MÔ HÌNH DIỄN TOÁN DÒNG CHẢY

1. Mô hình dạng đầy đủ

Mô hình đầy đủ của đoạn sông từ Hòa Bình, Phú Thọ, Vụ Quang đến Hà Nội, Thượng Cát, theo phương trình (1), bao gồm hai mô hình thành phần: mô hình mô phỏng quá trình dòng chảy ở đoạn hợp lưu từ Hòa Bình, Phú Thọ và Vụ Quang về đến Sơn Tây và mô hình truyền dòng chảy từ Sơn Tây về Hà Nội và Thượng Cát.

a) Mô hình mô phỏng dòng chảy ở đoạn sông Hòa Bình, Phú Thọ và Vụ Quang về Sơn Tây

Để phản ánh đặc điểm lòng dẫn và sự thay đổi của tổ hợp dòng chảy ba sông Đà, Thao, Lô – những điều kiện ảnh hưởng quyết định tới quá trình giao thoa sóng lũ, gây nước úng ngập ở khu ngã ba rộng lớn, theo chúng tôi, có thể căn cứ vào phương trình cơ bản (1) khi xem dòng chảy sông Thao như dòng chảy khu giữa ở đoạn sông chính với lưu lượng tuyến trên là tổng dòng chảy sông Đà và sông Lô tại hạ lưu Hòa Bình và Vụ Quang, tuyến dưới là trạm Sơn Tây. Sơ đồ mô phỏng đoạn sông được biểu diễn trên hình 1.

Với sơ đồ mô phỏng này có thể có hai cách tổng hợp dòng chảy tại Sơn Tây: diễn toán riêng biệt dòng chảy từ Phú Thọ và Hòa Bình – Vụ Quang về rồi cộng tuyến tính theo thời gian bằng phương trình tổng quát (1); diễn toán trên cơ sở phương trình (1) khi coi dòng chảy sông Thao là dòng chảy khu giữa. Cách thứ nhất khá quen biết qua mô hình SSARR, DLCM [1, 4, 7]

Khi diễn toán riêng biệt dòng chảy tuyến trên về tuyến dưới thì phương trình xác định lưu lượng tại Sơn Tây, theo (1), có dạng ($Q_{gn} = 0$):

$$Q_{ST}^{t+1} = C_1' Q_{HBVQ}^t + C_2' Q_{HBVQ}^{t+1} + C_3' Q_{ST}^t + C_1'' Q_{pt}^t + C_2'' Q_{pt}^{t+1} + C_3'' Q_{ST}^{t+1} \quad (4)$$

trong đó: Q_{ST}^t và Q_{ST}^{t+1} – Lưu lượng nước tại Sơn Tây được hình thành từ lưu lượng Hòa Bình – Vụ Quang và Phú Thọ, vào thời điểm t với

$$Q_{ST} = Q_{st}' + Q_{st}''$$

Để xác định các tham số K_1, X_1 – tương ứng là các hệ số C_1', C_2', C_3' và K_2, X_2 – tương ứng là các hệ số C_1'', C_2'', C_3'' cho các đoạn sông chúng tôi đã sử dụng phương pháp tối ưu hóa với sơ đồ mạng sông được thiết lập theo mô hình DLCM [7]. Thời đoạn tính toán được lấy bằng 12 giờ. Các tham số K và

Xcửa các đoạn sông được xác định cho từng trận lũ, cuối cùng được lấy trung bình cho toàn tập số liệu phụ thuộc (bảng 1). Tham số X còn được xác định theo (3) và được lấy làm cơ sở để luận chứng sự phù hợp của giá trị này khi xác định bằng phương pháp tối ưu hóa.

Trường hợp coi dòng chảy sông Thao là dòng chảy khu giữa ở đoạn sông chính thì phương trình xác định lưu lượng tại Sơn Tây vào cuối thời đoạn tính toán có dạng:

$$Q_{ST}^{t+1} = C_1 Q_{HBVQ}^t + C_2 Q_{HBVQ}^{t+1} + C_3 Q_{ST}^t + C_4 \bar{Q}_{PT}, \quad (5)$$

trong đó \bar{Q}_{PT} - dòng chảy khu giữa trung bình thời đoạn. Tham số của mô hình (5) được xác định bằng phương pháp tối ưu hóa với thủ thuật tìm kiếm trực tiếp [7].

b) Mô hình mô phỏng quá trình truyền lũ trên đoạn sông Sơn Tây-Hà Nội + Thượng Cát

Đoạn sông từ Sơn Tây về Hà Nội-Thượng Cát có thể được xem là không có dòng chảy khu giữa. Nhìn chung, dòng chảy lũ ở đoạn sông bị biến hình không đáng kể, tuy nhiên trong tính toán và dự báo dòng chảy tại Hà Nội cần phải xét tới quá trình truyền lũ và phân phối dòng chảy sông Hồng qua tuyến Hà Nội và Thượng Cát.

Phương trình xác định lưu lượng nước trên sông Hồng tuyến Hà Nội-Thượng Cát vào cuối thời đoạn Δt , theo (1), có dạng:

$$Q_{HNTC}^{t+1} = C_1 Q_{ST}^t + C_2 Q_{ST}^{t+1} + C_3 Q_{HNTC}^t, \quad (6)$$

trong đó: $Q_{hntc}^t, Q_{hntc}^{t+1}$ - lưu lượng nước sông Hồng tại tuyến Hà Nội-Thượng Cát vào đầu và cuối thời đoạn.

Q_{ST}^t, Q_{ST}^{t+1} - lưu lượng sông Hồng tại Sơn Tây vào đầu và cuối thời đoạn.

Các tham số K, X của mô hình được xác định trực tiếp theo (3) và thời gian truyền lũ trung bình ở đoạn sông (bảng 1). Một điều kiện đặc biệt ở đoạn sông từ Sơn Tây về Hà Nội là phía trên Hà Nội khoảng 10km dòng chảy sông Hồng bị phân sang sông Đuống qua tuyến Thượng Cát. Kết quả tính toán chế độ phân phối cho thấy dòng chảy sông Hồng chảy qua tuyến Hà Nội với tỷ lệ thay đổi trong phạm vi từ 62 - 89%, khi có lũ, tỷ lệ này thường ở mức 69-74%. Để xác định được dòng chảy sông Hồng ở tuyến ngay trên Hà Nội-Thượng Cát, chúng tôi tạm gọi là tuyến Hà Nội-Thượng Cát. Trong tính toán giá trị dòng chảy thực đo tuyến Hà Nội-Thượng Cát được lấy bằng tổng lưu lượng thực đo tại Hà Nội và Thượng Cát:

$$Q_{hntc}^t = Q_{hn}^t + Q_{tc}^t, \quad (7)$$

trong đó Q_{hntc}^t — lưu lượng sông Hồng tại tuyến Hà Nội—Thượng Cát vào thời điểm t , m³/s;

Q_{hn}^t — lưu lượng tại Hà Nội vào thời điểm t , m³/s;

Q_{tc}^t — lưu lượng tại Thượng Cát vào thời điểm t , m³/s

Dòng chảy sông Hồng tại Hà Nội được xác định như một hàm của tổng lưu lượng nước sông Hồng tuyến Hà Nội—Thượng Cát. Kết quả tính toán cho thấy hàm này thực chất là hàm phi tuyến, tuy nhiên có thể khái quát bằng quan hệ:

$$Q_{hn}^t = \alpha \cdot Q_{hntc}^t, \quad (8)$$

trong đó α — hệ số phân phối được xác định theo hệ thức

$$\alpha = Q_{hn}^t / Q_{hntc}^t, \quad (9)$$

Trong thực tế dự báo có thể xác định hệ số phân phối theo quan hệ kinh nghiệm dạng:

$$\alpha = F(Q_{hntc}). \quad (10)$$

Việc xác định hàm (10) khá phức tạp. Qua phân tích số liệu thực đo mực nước tại Hà Nội và Thượng Cát thấy rằng ở cấp mực nước từ 9,40 mét đến 10,20 mét mực nước lũ tại Hà Nội tương đương hoặc bằng mực nước tại Thượng Cát. Dưới cấp này mực nước tại Thượng Cát cao hơn mực nước tại Hà Nội, còn trên cấp này — mực nước tại Hà Nội lại cao hơn mực nước tại Thượng Cát. Như vậy, chế độ phân phối dòng chảy sông Hồng qua tuyến Hà Nội và Thượng Cát tuy khá phức tạp nhưng cũng có một quy luật nhất định và trước hết phụ thuộc vào lưu lượng nước sông Hồng. Thông qua tính toán hệ số phân phối trong 30 năm gần đây chúng tôi thấy có thể khái quát quan hệ (10) bằng một đường cong kinh nghiệm (bảng 2) [3].

Trong thực tế dự báo, nhờ thủ thuật cập nhật số liệu và các quan hệ, tham số của mô hình mà hệ số phân phối có thể được xem như một tham số khá linh động của mô hình.

Các mô hình trên được thiết lập trên cơ sở số liệu mùa lũ các năm 1966—1973 và được kiểm nghiệm theo số liệu mùa lũ các năm 1986—1988. Kết quả tính toán theo các mô hình được đánh giá riêng theo các chỉ tiêu S/δ (S —quân phương sai số tính toán, δ —quân phương độ lệch chuẩn của chuỗi thực đo). Trong mọi trường hợp, chỉ tiêu này của đoạn sông từ Hòa Bình, Vụ Quang—Sơn Tây và Phú Thọ—Sơn Tây thay đổi trong phạm vi 0,29—0,56, trung bình là 0,48, trong đó mô hình (5) cho kết quả với độ chính xác kém hơn mô hình (4) đôi chút. Sai số trung bình tính toán đỉnh lũ là 9,5%, lớn nhất là 17% lưu lượng thực đo; chỉ tiêu đánh giá mô hình đoạn từ Sơn Tây về Hà Nội thay đổi trong phạm vi 0,09—0,51, trung bình tính đỉnh lũ là 6,4%, lớn nhất là 12%

Bảng 1 — Các tham số, quan hệ của mô hình và sai số tính toán dòng chảy.

Loại	Dạng	Đoạn sông	Tham số mô hình	Sai số tính toán		
				S/δ quá trình		Định lữ %
				Từ-----đến	T.bình	
Tĩnh	Đầy đủ	Hòa Bình, Vụ Quang — Sơn Tây	$X_1 = 0,19; K_1 = 13$	0,29 — 0,56	0,48	9,5
		Phú Thọ — Sơn Tây	$X_2 = 0,12; K_2 = 6$			
		Sơn Tây — Hà Nội, Thượng Cát	$X_3 = 0,14; K_3 = 6,5$	0,09 — 0,52	0,38	6,4
	Kalinin— Miliukov-Nash	Hòa Bình, Vụ Quang — Sơn Tây	$N_1 = 2; 1 = 10$	0,17 — 0,66	0,48	10,2
		Phú Thọ — Sơn Tây	$N_2 = 3; 2 = 4$			
		Sơn Tây — Hà Nội, Thượng Cát	$N_3 = 1; 3 = 5$	0,17 — 0,51	0,43	7,2
SSARR	Hòa Bình, Vụ Quang — Sơn Tây	$N_1 = 1; P_1 = 150$ $m = 0,25$				
	Phú Thọ — Sơn Tây	$N_2 = 1; P_2 = 162$ $m = 0,33$	0,28 — 0,65	0,46	9,0	
	Sơn Tây — Hà Nội, Thượng Cát	$N_3 = 1; P_3 = 120$ $m = 0,33$	0,15 — 0,56	0,38	7,9	
Đầy đủ	Hòa Bình, Vụ Quang — Sơn Tây	$N_1 = 1; K_1 = F(HB\vee Q)$				
	Phú Thọ — Sơn Tây	$N_2 = 1; K_2 = F(PT)$	0,11 — 0,55	0,31	6,4	
	Sơn Tây — HNTC → Hà Nội	$N_3 = 1; P_3 = 120; m = 0,33$				
Dự báo	Rút gọn	Hòa Bình PTVQ — Sơn Tây	$N_1 = 1; K_1 = F(Q)$			
		Sơn Tây — HNTC → Hà Nội	$N_1 = 1; P_3 = 120; m = 0,33$	0,08 — 0,61	0,35	5,3

lưu lượng thực đo. Như vậy, về cơ bản các mô hình cho kết quả với độ chính xác đạt yêu cầu và hoàn toàn có thể sử dụng vào dự báo dòng chảy tại Sơn Tây, Hà Nội và Thượng Cát.

Bảng 2 – Hệ số phân phối dòng chảy sông Hồng qua tuyến Hà Nội.

Qh ^{trc} , m ³ /s	1000	3000	5000	6000	8000	10000	1.0000	18000	22000	29000
α	0,82	0,76	0,74	0,73	0,72	0,72	0,725	0,73	0,73	0,74

2. Các mô hình toán dạng rút gọn

Ngoài mô hình dạng đầy đủ có thể sử dụng các mô hình diễn toán dạng rút gọn trên cơ sở của phương trình (1) [1], mà trong điều kiện độ chính xác của số liệu hiện nay, nó vẫn không làm giảm độ tin cậy của tính toán và dự báo lũ. Dưới đây xét một số mô hình dạng rút gọn để dùng vào dự báo dòng chảy ở hạ lưu sông Hồng, cho phép tính tới ảnh hưởng của công trình Hòa Bình (cả trong trường hợp sông Đà bị chặn dòng hoàn toàn hoặc có sóng xả trong sông) tới dòng chảy sông Hồng, ảnh hưởng của các đoạn sông khác nhau và tổ hợp dòng chảy của các sông nhánh tới thời gian truyền lũ ở đoạn hạ lưu.

a) Mô hình dạng bậc thang các hồ chứa tuyến tính

Từ phương trình cơ bản (1), xét N đoạn sông đặc trưng kiểu Kalinin – Miliukov [1, 5, 6, 7] với giả thiết rằng lưu lượng ở tuyến trên đoạn sông không thay đổi trong thời đoạn tính toán và bằng \bar{Q}_j dòng chảy khu giữa là không đáng kể, ta dễ dàng rút ra được công thức Kalinin – Miliukov – Nash:

$$Q_{j+1}^{t+1} = \bar{Q}_j \frac{\Delta t}{N(N-1)!} t^{N-1} e^{-t/T} \quad (11)$$

Đối với một đoạn sông thiên nhiên thì mô hình có 2 tham số; N – số đoạn sông tính toán, và T – thời gian truyền lưu lượng ở mỗi đoạn sông tính toán. Thời đoạn tính toán Δt , theo chúng tôi [1, 2], phải được lấy tương đương với thời gian truyền lưu lượng ở đoạn sông tính toán. Trong công thức (11), t – số thứ tự thời đoạn.

Đoạn sông từ Hòa Bình, Phú Thọ và Vụ Quang về đến Sơn Tây

Mô hình (11), không xét dòng chảy khu giữa nên để áp dụng, chúng tôi đã cho rằng dòng chảy các sông nhánh có cùng thời gian chảy truyền về tuyến Sơn Tây và do đó có thể gộp lưu lượng tuyến trên theo thời gian. Thực ra, trong dự báo thường xét thời gian tập trung nước khác nhau từ Hòa Bình, Phú Thọ và Vụ Quang về Sơn Tây song trong tính toán thì điều đó lại không thuận lợi. Việc gộp lưu lượng các tuyến trên để diễn toán về tuyến dưới có thể chấp nhận được khi hạ lưu công trình Hòa Bình có sóng xả, khi đó thời gian truyền

lưu lượng trung bình của cả ba sông về Sơn Tây rút ngắn đáng kể, trung bình khoảng 12 giờ.

Các tham số của mô hình (11) được xác định bằng phương pháp tối ưu hóa cho từng trận lũ rồi xác định giá trị trung bình cho toàn tập số liệu phụ thuộc của các mùa lũ năm 1966 - 1973 (bảng 1). Kết quả tính toán theo mô hình khá phù hợp với những kết quả thu được trong các nghiên cứu trước đây [4].

Sai số tính toán với tập số liệu phụ thuộc và độc lập (mùa lũ các năm 1986 - 1988) nhìn chung đáp ứng được yêu cầu của sản xuất, chỉ tiêu S/δ thay đổi trong phạm vi 0,29 - 0,68, trung bình là 0,53, sai số trung bình tính toán đỉnh lũ là 12,2 % lưu lượng thực đo. Như vậy, mô hình cho kết quả với độ chính xác tương đương với mô hình dạng đầy đủ.

Để nâng cao mức độ chính xác của mô hình dạng này chúng tôi sử dụng hệ chương trình của Discrete Linear Cascade Model - DLCM [7]. Phương trình cơ bản có dạng (11) cho phép tính toán dòng chảy tại Sơn Tây theo sơ đồ mô phỏng tương tự như dạng đầy đủ (hình 1), tuy nhiên các tham số ở đây là N và T . Như vậy, lại trở về trường hợp coi dòng chảy sông Thao là dòng chảy khu giữa và được diễn toán riêng biệt về Sơn Tây.

Phương trình diễn toán lưu lượng Sơn Tây, theo (11) có dạng:

$$Q_{ST}^{t+1} = Q_{HBVQ}^t \frac{\Delta t}{T_1^{N_1} (N_1 - 1)!} t^{N_1 - 1} e^{-t/T_1} + Q_{PT}^t \frac{\Delta t}{T_2^{N_2} (N_2 - 1)!} t^{N_2 - 1} e^{-t/T_2} \quad (12)$$

trong đó N và T - tham số được xác định bằng phương pháp tối ưu hóa (bảng 1).

Các giá trị của tham số cho ta thấy phần nào ảnh hưởng của các sông nhánh tới thời gian truyền lưu lượng: dòng chảy từ Phú Thọ về tập trung nhanh, có ảnh hưởng mạnh hơn tới sự thay đổi dòng chảy ở Sơn Tây, dòng chảy đóng sông Đà và Lô tập trung chậm hơn nhưng do lượng dòng chảy lớn nên đóng một vai trò quan trọng.

Mô hình trên đã cho kết quả có độ chính xác đạt yêu cầu. Chỉ tiêu S/δ thay đổi trong phạm vi từ 0,17 - 0,66, trung bình là 0,48, sai số tính đỉnh lũ là 10,2% lưu lượng thực đo. Rõ ràng mô hình không hơn hẳn mô hình đơn giản trên đây. Để nâng cao độ chính xác của mô hình hiển nhiên cần nghiên cứu thay đổi thời gian truyền lũ theo lưu lượng nước trong sông.

Đoạn sông từ Sơn Tây về Hà Nội.

Mô hình (11) áp dụng cho đoạn sông từ Sơn Tây về đến Hà Nội tương tự như mô hình dạng đầy đủ. Phương trình diễn toán lưu lượng sông Hồng tuyến Hà Nội - Thượng Cát có dạng:

$$Q_{\text{HNTC}}^t = Q_{\text{ST}}^t \frac{\Delta t}{T_3^{N_3} (N_3 - 1)!} t^{N_3 - 1} e^{t/T_3}, \quad (13)$$

trong đó: N_3 và T_3 — tham số được xác định bằng phương pháp tối ưu hóa [7] khi lượng vào là quá trình dòng chảy tại Sơn Tây còn lượng ra là tổng dòng chảy sông Hồng tại tuyến Hà Nội — Thượng Cát (bảng 1). Lưu lượng nước sông Hồng tại tuyến Hà Nội được xác định theo (8), (11).

Chỉ tiêu đánh giá chất lượng mô hình với tập số liệu phụ thuộc — mùa lũ các năm 1966 — 1973 và số liệu độc lập — mùa lũ các năm 1986 — 1988, thay đổi trong phạm vi từ 0,17 — 0,51, trung bình là 0,43, tương đương với mô hình dạng đầy đủ.

b) Mô hình diễn toán dòng chảy kiểu SSARR

Từ phương trình cơ bản (1), xét trường hợp lưu lượng tuyến trên thay đổi tuyến tính trong thời đoạn tính toán và tham số $X = 0$ dễ dàng thu được phương trình diễn toán cơ bản tương tự với phương trình diễn toán cơ bản trong SSARR, nhưng ở đây có xét trường hợp dòng chảy khu giữa:

$$Q_{j+1}^{t+1} = (\bar{Q}_j - Q_{j+1}^t + \bar{Q}_{gn}) \frac{\Delta t}{K + \Delta t/2} + Q_{j+1}^t \quad (14)$$

Ở đây: \bar{Q}_j — lưu lượng trung bình thời đoạn ở tuyến trên, m^3/s ; \bar{Q}_{gn} — lượng dòng chảy khu giữa trung bình thời đoạn, m^3/s ; K — thời gian truyền lưu lượng hay thời gian trữ nước ở đoạn sông tính toán, giờ. Phương trình (14) trở về phương trình diễn toán cơ bản trong SSARR nếu bỏ qua dòng chảy khu giữa ở đoạn sông. Trong phương trình (14), tham số K có thể được xác định như một hàm của lưu lượng nước: dạng quan hệ kinh nghiệm $K = F(Q)$, K thay đổi theo từng cấp lưu lượng hoặc K được xác định theo công thức

$$K = PQ_{j+1}^{-m} \quad (15)$$

trong đó: p, m — các tham số.

Như vậy mô hình (14) với tham số K xác định theo (15), sẽ có 3 tham số N, p, m — thường được xác định bằng phương pháp thử sai [4] hoặc tối ưu hóa khi chỉ tiêu đánh giá là cực tiểu của quân phương sai số tính toán [1].

Xét các mô hình của đoạn sông từ Hòa Bình, Phú Thọ và Vụ Quang đến Hà Nội:

Sử dụng sơ đồ diễn toán riêng biệt dòng chảy tuyến Hòa Bình — Vụ Quang về Sơn Tây và Phú Thọ về Sơn Tây (hình 1) thì phương trình xác định lưu lượng tại Sơn Tây vào cuối thời đoạn tính toán có dạng:

$$Q_{ST}^{t+1} = (\bar{Q}_{HBVQ} - Q_{ST}^t) \frac{\Delta t}{K_1 + \Delta t/2} + (\bar{Q}_{PT} - Q_{TS}^t) \frac{\Delta t}{K_2 + \Delta t/2} + Q_{ST}^t \quad (16)$$

Ở đây $Q_{ST}^t + Q_{ST}^t = Q_{ST}^t$ - lưu lượng nước tại Sơn Tây vào đầu thời đoạn

tính toán, m³/s; $\bar{Q}_{HBVQ}, \bar{Q}_{PT}$ - lưu lượng bình quân thời đoạn ở tuyến Hòa Bình - Vụ Quang và Phú Thọ, m³/s; K_1, K_2 - thời gian truyền lưu lượng ở các đoạn sông, giờ (bảng 1).

Thời gian truyền lưu lượng ở đoạn sông Hòa Bình - Vụ Quang về Sơn Tây được xác định theo công thức:

$$K_1 = 150 \cdot \bar{Q}_{HBVQ}^{0,25} \quad (17)$$

và ở đoạn Phú Thọ - Sơn Tây:

$$K_2 = 160 \cdot \bar{Q}_{PT}^{0,33} \quad (18)$$

Số liệu phụ thuộc của mô hình là số liệu dòng chảy mùa lũ các năm 1966 - 1973, số liệu độc lập - mùa lũ các năm 1986 - 1988. Chỉ tiêu S/s đánh giá chất lượng tính toán dòng chảy theo mô hình thay đổi trong phạm vi 0,28 - 0,65 trung bình là 0,46, sai số tính đỉnh lũ trung bình là 9,0% lưu lượng thực đo. Như vậy, mô hình cho kết quả đạt yêu cầu, tuy nhiên ở một vài trường hợp khi lũ lớn lại có phân chậm lũ (năm 1969 - 1971) sai số tính toán đỉnh lũ còn khá lớn. Nguyên nhân chủ yếu có thể là do các quan hệ (17), (18) chưa phản ánh đúng toàn bộ quá trình thay đổi thời gian truyền lưu lượng ở đoạn sông hợp lưu khi lũ tràn bãi dưới ảnh hưởng của các tổ hợp dòng chảy khác nhau ở nhánh.

- Đoạn sông từ Sơn Tây về đến Hà Nội và Thượng Cát.

Từ (14), khi không có dòng chảy khu giữa dễ dàng thu được phương trình diễn toán lưu lượng sông Hồng tại tuyến Hà Nội - Thượng Cát:

$$Q_{H\backslash T}^{t+1} = (\bar{Q}_{TS} - Q_{HNTC}^t) \frac{\Delta}{K_3 + \Delta t/2} + Q_{HNTC}^t \quad (19)$$

Ở đây: K_3 - thời gian truyền lưu lượng ở đoạn sông, giờ. Các tham số của mô hình ở đoạn sông như sau (bảng 1):

$N = 1$ và

$$K_3 = 120 \cdot Q_{HNTC}^{-0,33} \quad (20)$$

Lưu lượng nước tại Hà Nội được xác định theo quan hệ (3), (10). Lưu lượng tại Thượng Cát trên sông Đuống được xác định theo quan hệ.

$$Q_{tc}^t = (1 - \alpha) Q_{hntc}^t$$

Số liệu phụ thuộc của mô hình là mùa lũ các năm 1966 – 1973, số liệu độc lập của mô hình là mùa lũ các năm 1986 – 1988. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng tính toán dòng chảy tại Hà Nội theo mô hình (s/đ) thay đổi trong phạm vi 0,15 – 0,56, trung bình là 0,38 sai số trung bình tính đỉnh lũ là 7,9% lưu lượng thực đo.

Như vậy, mô hình dạng SSARR cho kết quả khá hơn mô hình bậc thang các hồ chứa tuyến tính đôi chút. Điểm khác biệt giữa hai mô hình chỉ là phương pháp cụ thể xác định thời gian truyền lưu lượng ở đoạn sông. Việc xét thời gian truyền lưu lượng như một hàm của lưu lượng nước chứ không đổi theo lưu lượng, rõ ràng đã mô tả tốt hơn quá trình truyền lũ trong sông.

III – MÔ HÌNH DỰ BÁO DÒNG CHẢY

Phần trên đây thực chất là những kết quả nghiên cứu so sánh các dạng mô hình: Muskingum (4), (5); Kalinin – Miliukov – Nash (12), (13); SSARR (14) (15), (16), (19) và những nghiên cứu của chúng tôi, trong đó ở mỗi dạng mô hình cụ thể đều có những xử lý nhất định cho phù hợp với điều kiện của đoạn sông từ Hòa Bình, Vụ Quang và Phú Thọ đến Hà Nội. Kết quả này cho thấy rõ khả năng ứng dụng mô hình này hay khác vào tính toán dòng chảy hạ lưu sông Hồng, đồng thời tạo cơ sở chọn những mô hình phù hợp cùng những thủ thuật xử lý tương ứng, hữu hiệu để lập những mô hình dự báo dòng chảy hạ lưu sông Hồng, trước hết tại các tuyến Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát.

Hơn một chục năm gần đây, do điều kiện lòng dẫn đoạn sông thuộc trạm Sơn Tây có những thay đổi nên quan hệ $H = F(Q)$ của trạm Sơn Tây không ổn định. Với mục đích sử dụng trong nghiệp vụ dự báo chúng tôi ghép hai mô hình đoạn sông trên làm một mô hình thống nhất với tuyến thượng lưu là Hòa Bình (hạ lưu công trình), Vụ Quang và Phú Thọ, tuyến dưới là Hà Nội và Thượng Cát, cho phép dự báo dòng chảy (lưu lượng và mực nước) tại các trạm Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát với thời gian dự kiến tới 48 giờ.

I. Mô hình ở dạng đầy đủ

Kết quả đánh giá các mô hình trên đây cho thấy chúng có mức đảm bảo tương đương nhau và đều trên 86% (chỉ tiêu S/đ trung bình nhỏ hơn 0,50). Để đơn giản trong nghiệp vụ, theo chúng tôi có thể sử dụng mô hình dạng rút gọn nhưng vẫn cho phép xét tương đối chi tiết sự ảnh hưởng khác nhau của quá trình truyền lưu lượng ở các sông nhánh về Sơn Tây cùng những tổ hợp khác nhau của chúng.

Mô hình tổng quát cho đoạn sông trên cơ sở của mô hình (1), (16) được mô tả trên hình 2.

Mô hình có 2 biên trên: lưu lượng sông Thao tại Phú Thọ – đặc trưng cho lượng dòng chảy khu giữa ở đoạn sông và tổng lưu lượng sông Đà, Lô, tại Hòa Bình và Vụ Quang. Kết quả của mô hình là lưu lượng và mực nước tính toán, dự báo trên hạ lưu sông Hồng tại Sơn Tây, Hà Nội và Thượng Cát.

Các tham số của mô hình bao gồm: thời gian truyền lưu lượng nước như một hàm của lưu lượng nước ở đoạn sông từ Hòa Bình – Vụ Quang về Sơn Tây, Phú Thọ – Sơn Tây và từ Sơn Tây đến Hà Nội, Thượng Cát (15); số đoạn sông tính toán ở đoạn ta xét, và cuối cùng là hàm phân phối dòng chảy sông Hồng qua tuyến Hà Nội (10) và Thượng Cát (21). Về nguyên tắc các tham số được xác định bằng phương pháp tối ưu hóa, thử sai. Dưới đây xét lần lượt các tham số của mô hình (bảng 1).

a) Thời gian truyền lưu lượng ở các đoạn sông

Phân tích thời gian truyền lưu lượng từ các trạm Hòa Bình, Phú Thọ, Vụ Quang về Sơn Tây được xác định theo số liệu các năm 1966 – 1988 đặc biệt là trong thời kỳ thi công và bước đầu vận hành công trình thủy điện Hòa Bình dòng chảy sông Đà nhiều lần bị điều tiết rất mạnh hoặc bị chặn hoàn toàn (đã cho thấy rằng thời gian truyền lưu lượng từ Hòa Bình – Vụ Quang về Sơn Tây thay đổi từ 8 đến 30 giờ tùy thuộc vào lưu lượng nước trong sông và chế độ xả ở hạ lưu sông Đà. Khi dòng chảy còn trong lòng chính với lưu lượng nước tăng từ 1500 m³/s đến 10000 m³/s thời gian truyền lưu lượng giảm từ 20 giờ xuống còn 10 giờ, nhưng sau đó, khi nước lũ tràn bãi lưu lượng nước tăng lên thì thời gian truyền lưu lượng lại tăng lên, khi lưu lượng ở mức 20000 m³/s thì tăng chậm rồi ổn định dần (bảng 3).

Đoạn sông từ Phú Thọ về Việt Trì có độ dốc lớn nên nước lũ tập trung nhanh về Việt Trì. Ảnh hưởng này thể hiện rõ nhất khi dòng chảy khu giữa ở đoạn Yên Bái – Việt Trì có lúc rút ngắn còn 3 giờ hoặc ngắn hơn. Thời gian truyền lưu lượng từ Phú Thọ về Sơn Tây phụ thuộc vào lưu lượng nước sông Thao tại Phú Thọ (bảng 4).

Bảng 3 – Thời gian truyền lưu lượng ở đoạn từ Hòa Bình – Vụ Quang về Sơn Tây

Q_{hbvq} , m ³ /s	1500	5000	8000	10000	12000	14000	16000	18000	20000	22000
K_1 , giờ	20	14	11	10	10	11	12	13	15	16

Bảng 4 – Thời gian truyền lưu lượng nước từ Phú Thọ về Sơn Tây

Q_{pt} , m ³ /s	1000	2000	3000	4000	5500	8000	10000	12000	13000	14000
K_2 , giờ	12	10	8,5	7,5	6	6	7,5	8	8	8

Trong trường hợp này phương trình dự báo có dạng (16), trong đó thời gian truyền lưu lượng được xác định theo bảng 3.4. Đề dự báo dòng chảy tại Sơn Tây cần phải sử dụng lượng dòng chảy dự báo tại Hòa Bình, Vụ Quang và Phú Thọ.

Đối với đoạn sông từ Sơn Tây về Hà Nội, Thượng Cát phương trình dự báo có dạng (10), (19) — (21). Tham số N được xác định bằng phương pháp tối ưu hóa và được lấy bằng 1.

Đề dự báo mực nước tại các trạm Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát các quan hệ $H = F(Q)$ tương ứng (trung bình) trong thời kỳ từ (1960 — 1986) của các trạm đã được sử dụng. Hiện nhiên trong dự báo nghiệp vụ, tùy theo điều kiện cho phép, có thể sử dụng các quan hệ $H = F(Q)$ của năm đang tiến hành dự báo.

b) Dự báo điều kiện biên trên

Trong các mô hình dự báo trên, mức độ chính xác dự báo các biên trên có một ý nghĩa quyết định đối với chất lượng dự báo ở tuyến dưới.

Việc nghiên cứu dự báo điều kiện biên trên — dòng chảy tại các tuyến hạ lưu Hòa Bình, Phú Thọ, Vụ Quang — thuộc các bài toán riêng không kém phần phức tạp, do đó chúng tôi không đề cập tới ở đây. Tuy nhiên, về nguyên tắc, dòng chảy ở các trạm trên được dự báo theo quy luật truyền sóng lũ trong sông (1) khi tính tới dòng chảy khu giữa có thời gian dự kiến tối đa là 24 giờ. Đề kéo dài thời gian dự kiến của dự báo biên trên tới 48 giờ cần phải sử dụng các mô hình mô phỏng quá trình dòng chảy trong sông phối hợp với các mô hình mưa — dòng chảy khi sử dụng lượng mưa dự báo để kéo dài thời gian dự kiến thêm 12 — 24 giờ.

Dự báo biên hạ lưu hồ chứa Hòa Bình mang đặc thù riêng. Tại biên hạ lưu Hòa Bình, để đảm bảo dự báo, chúng tôi kết hợp giải bài toán cân bằng nước vùng hồ với mô hình dự báo lượng nước đến hồ từ mưa khu giữa và biên trên là dòng chảy sông Đà tại Lai Châu, trong đó có tính tới các kế hoạch vận hành công trình thủy điện Hòa Bình [3].

Mô hình dự báo dòng chảy sông Hồng tại Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát được thiết lập trên cơ sở số liệu thủy văn các mùa lũ năm 1966 — 1973 và được kiểm nghiệm theo số liệu mùa lũ các năm 1986 — 1988 khi thời đoạn tính toán được lấy bằng 12 giờ và 6 giờ. Chỉ tiêu chất lượng tính toán S/δ thay đổi trong phạm vi 0,18 — 0,56, trung bình là 0,36. Rõ ràng mô hình cho kết quả tốt hơn các mô hình tính toán đã xét ở trên. Nguyên nhân chủ yếu cho phép nâng cao độ chính xác của tính toán là do các quan hệ ở bảng 3, 4 đã mô tả khá tốt quy luật thay đổi thời gian truyền lưu lượng nước ở đoạn hợp lưu.

Kết quả dự báo kiểm tra 45 trận lũ đơn và lũ kép chọn trong các năm 1966 — 1987 với lưu lượng đỉnh lũ tại Hà Nội thay đổi trong phạm vi từ 2880 đến 26800 m³/s cho thấy sai số dự báo (cho 25 trận lũ khi xét trong thời gian dự kiến 48 giờ lưu lượng nước tại Hà Nội lên dần tới đỉnh và 20 trường hợp xét trong thời gian dự kiến lũ đạt tới đỉnh rồi xuống được 2 — 4 thời đoạn) là không lớn. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng dự báo kiểm tra $S/\delta\Delta$ ($\delta\Delta$ — quân phương độ lệch chuẩn của chuỗi số liệu biến đổi đối lưu lượng nước trong thời gian

dự kiến 24, 36, 48 giờ) thay đổi trong phạm vi 0,11 - 0,55 trung bình là 0,31 (bảng 1). Một điểm đáng lưu ý là mức đảm bảo của dự báo kiểm tra với thời gian dự kiến 24, 36 giờ là 92,5% cao hơn mức đảm bảo là 87%) đôi chút. Như vậy, nếu đảm bảo được dự báo các điều kiện biên trên thì mô hình trên đây hoàn toàn có khả năng sử dụng trong nghiệp vụ.

2. Mô hình dạng rút gọn

Trong tính toán và dự báo nghiệp vụ thường dễ dàng tiến hành hiệu chỉnh tức thời và cập nhật các quan hệ cùng tham số của mô hình, chẳng hạn như các quan hệ xác định K_1 và K_2 , quan hệ xác định hệ phân phối $\alpha = F(Q_{hntc})$, các tham số p và m sao cho sai số tính toán ở thời kỳ tiền dự báo là nhỏ nhất. Với đặc thù như vậy của dự báo, một mô hình đơn giản hơn loại mô hình dạng đầy đủ, theo kinh nghiệm, vẫn cho phép sử dụng có hiệu quả trong dự báo nghiệp vụ. Trên cơ sở lý luận và kinh nghiệm dự báo chúng tôi xây dựng một mô hình tương tự như mô hình dạng đầy đủ (hình 3) song không tách chi tiết lưu lượng tuyến trên ra các thành phần sông chính và dòng chảy khu giữa mà gộp chúng lại thành tổng lưu lượng tuyến trên (Hòa Bình - Phú Thọ - Vụ Quang) rồi diễn toán chung về Sơn Tây. Để đảm bảo tính chặt chẽ của bài toán đòi hỏi phải có phương pháp thích hợp xác định thời gian truyền lưu lượng ở các đoạn sông nhánh khi chú ý tới đặc điểm lòng dẫn, chế độ dòng chảy (tự nhiên và dưới tác động của con người), tổ hợp dòng chảy sông Hồng từ dòng chảy ba sông Đà, Thao, Lô.

Điểm khác biệt cơ bản của mô hình này so với mô hình dự báo dạng đầy đủ là sự mô phỏng quá trình truyền lưu lượng ở đoạn hợp lưu về đến Sơn Tây; với đoạn sông từ Sơn Tây về Hà Nội, Thượng Cát mô hình có cấu trúc và tham số như trong mô hình dự báo dạng đầy đủ.

Thông qua phân tích các tổ hợp khác nhau của dòng chảy ba sông Đà, Thao, Lô ở đoạn hợp lưu trong điều kiện tự nhiên và khi có công trình Hòa Bình chúng tôi đã xây dựng được những quan hệ thích hợp cho phép xác định thời gian truyền lũ từ tuyến trên về Sơn Tây khi xét tới những đặc thù của đoạn sông (bảng 5).

Các quan hệ xác định thời gian tập trung nước trên đây đặc trưng cho 3 điều kiện khá điển hình ở đoạn hợp lưu, phản ánh được phần nào quá trình truyền lưu lượng từ tuyến trên về Sơn Tây. Quan hệ thứ nhất dùng khi tổ hợp dòng chảy sông Đà và Thao hoặc Thao, Đà chiếm phần chủ yếu (trên 70%) dòng chảy sông Hồng. Trong điều kiện tự nhiên khi dòng chảy sông Đà lớn, dòng chảy sông Thao cũng đáng kể lòng sông lại dốc nên thời gian truyền lũ cả ba sông về Sơn Tây giảm đáng kể so với trong điều kiện bình thường. Quan hệ thứ hai dùng khi tổ hợp dòng chảy Đà - Thao là chính đồng thời có sóng xả ở hạ lưu công trình Hòa Bình. Trong trường hợp này hiệu ứng sóng xả đã có tác dụng rút ngắn thời gian truyền lũ ngay cả khi tổng lượng nước ba sông không lớn. Quan hệ thứ hai khác biệt hẳn với các quan hệ khác chủ yếu ở phần khi tổng lượng nước ba sông còn ở dưới mức 10000m³/s - khi hiệu ứng sóng xả thể hiện rõ nhất ở hạ lưu sông Đà cũng như sông Hồng. Quan hệ thứ ba dùng cho mọi tổ hợp khác của dòng chảy ba sông.

Trong dự báo, việc sử dụng quan hệ này hay khác hoàn toàn tùy thuộc vào điều kiện thủy văn thời kỳ tiền dự báo, đặc biệt là vào thời điểm phát báo.

Bảng 5 — Các quan hệ xác định thời gian truyền lưu lượng từ tuyến Hòa Bình, Phú Thọ và Vụ Quang về Sơn Tây.

Q, m ³ /s	1500	2000	6000	10000	12000	14000	16000	18000	22000	25000	27000	38000
K ₁ , giờ	—	21	14,5	11,2	10,0	9	9	10	11	14,5	16,0	16,0
K ₂ , giờ	14	13,8	13,0	11,5	11	10	10	10,6	12	15,5	16	16
K ₃ , giờ	—	23	16,4	12,1	11,1	11	11	12,5	12,5	15,5	16	16

Ghi chú: K₁ — thời gian truyền lưu lượng dùng cho tổ hợp dòng chảy với dòng chảy sông Đà — Thao hoặc Thao — Đà là chính.

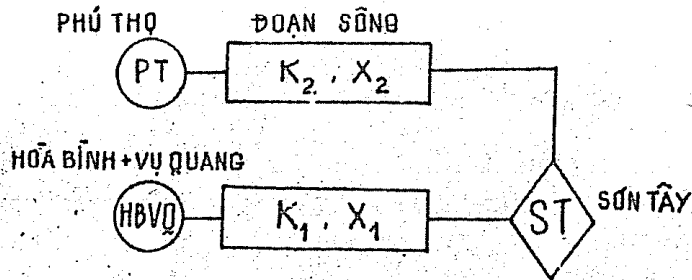
K₂ — Cho tổ hợp với dòng chảy sông Đà — Thao là chính và hạ lưu Hòa Bình có sóng xả.

K₃ — Cho các tổ hợp khác của dòng chảy ba sông.

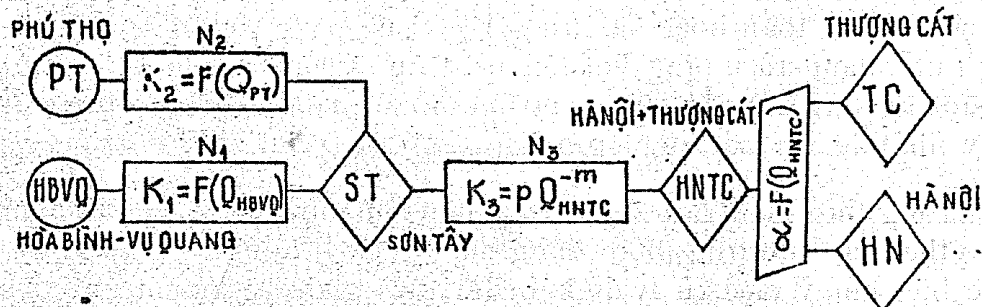
Trong dự báo nghiệp vụ có thể sử dụng hai phương án xác định hệ số phân phối dòng chảy sông Hồng qua tuyến Hà Nội: i) theo quan hệ được thiết lập ở bảng 2, ii) lấy cố định cho từng cấp lưu lượng — nếu lưu lượng tuyến Hà Nội — Thượng Cát dưới 9000m³/s thì lấy hệ số phân phối trung bình là 0,75, nếu lưu lượng trên mức 9000m³/s thì lấy hệ số phân phối là 0,72. Trong dự báo hệ số phân phối có thể dễ dàng được cập nhật tùy theo sự phân phối dòng chảy thời kỳ tiền dự báo.

Mô hình dự báo dạng rút gọn được sử dụng vào tính toán 45 trận lũ chọn trong các năm 1966 — 1987 và dòng chảy cả mùa lũ các năm 1986 — 1988. Việc phân tích kết quả tính toán cho thấy mô hình khá ổn định. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng S/δ thay đổi trong phạm vi 0,08 — 0,61, trung bình là 0,35, sai số trung bình tính đỉnh lũ là 5,3% lưu lượng thực đo. Mô hình đi cho kết quả với độ chính xác tương đương với kết quả tính theo mô hình dạng đầy đủ. Theo chúng tôi, mô hình trên hoàn toàn thích hợp để mô phỏng quá trình dòng chảy từ Hòa Bình, Phú Thọ, Vụ Quang về Hà Nội. Mô hình đáp ứng được yêu cầu của sản xuất và chống lũ lụt ở hạ lưu sông Hồng khi dòng chảy sông Đà chịu sự tác động của con người đã có những thay đổi về cơ bản.

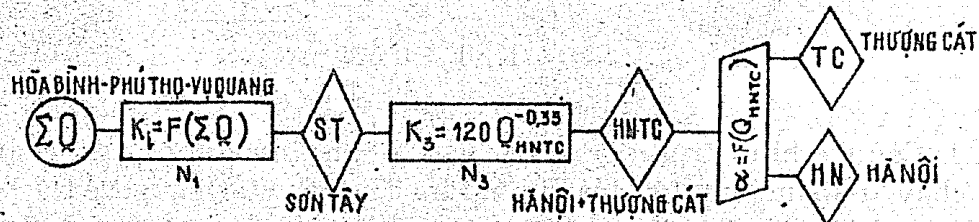
Dự báo kiểm tra cũng được tiến hành cho các trận lũ tương tự như đối với mô hình ở dạng đầy đủ. Mức đảm bảo của dự báo kiểm tra khi thời gian dự kiến là 24 giờ là 92,5%, 36 giờ là 91,1%, 48 giờ là 88,6%.



HÌNH 1. SƠ ĐỒ MÔ PHỎNG ĐOẠN SÔNG TỪ HỒA BÌNH, PHÚ THỌ, VỤ QUANG - SƠN TÂY



HÌNH 2. SƠ ĐỒ MÔ PHỎNG ĐOẠN SÔNG TỪ HỒA BÌNH, PHÚ THỌ VÀ VỤ QUANG VỀ HÃN NỘI THƯỢNG CÁT TRONG MÔ HÌNH DỰ BÁO DẠNG ĐẦY ĐỦ



HÌNH 3. SƠ ĐỒ MÔ PHỎNG ĐOẠN SÔNG TỪ HỒA BÌNH, PHÚ THỌ VÀ VỤ QUANG VỀ HÃN NỘI THƯỢNG CÁT TRONG MÔ HÌNH DỰ BÁO NGHIỆP VỤ

IV - KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM NGHIỆP VỤ CÁC MÔ HÌNH DỰ BÁO NĂM 1988

Các mô hình dự báo trên đây đã được thử nghiệm nghiệp vụ từ tháng V đến tháng X năm 1988 (67 lần phát báo) khi mực nước tại Hà Nội thay đổi từ 3,56 mét đến 10,15 mét (cao nhất năm 1988). Mức đảm bảo trung bình của dự báo với thời gian dự kiến 24 giờ là 90%, thời gian dự kiến 36 giờ là 91,5%, thời gian dự kiến 48 giờ là 86%, sai số tuyệt đối lớn nhất là 61cm.

Việc dự báo bằng mô hình được tiến hành liên tục nhờ máy tính loại Commodore - 64 với thời gian tính toán chỉ 5 - 10 phút. Dự báo theo mô hình được tiến hành song song với phương pháp đang sử dụng ở Phòng Dự báo Thủy văn (như hai phương pháp dự báo độc lập). Sai số dự báo bằng mô hình được đánh giá theo kết quả dự báo bằng máy tính (không đánh giá theo trị số phát báo hàng ngày). Trong thời kỳ bit tuynen số 2, dòng chảy sông Đà nhiều thời kỳ bị chặn hoàn toàn hoặc hạ lưu sông Đà có sóng xả với độ lớn đáng kể (lưu lượng nước đang từ 0 lãng vọt lên tới trên 3500m³/s sau 4 - 5 thời đoạn lại giảm đột ngột xuống còn 50 - 150m³/s) mô hình đã được sử dụng như một công cụ duy nhất để dự báo nghiệp vụ.

Trong thời gian làm dự báo nghiệp vụ mực nước tại các biên trên được dự báo theo các phương pháp đang sử dụng ở Phòng Dự báo Thủy văn, trong đó đặc biệt chú ý việc xử lý đề kéo dài thời gian dự kiến trên cơ sở sử dụng tài liệu mưa dự báo.

KẾT LUẬN

1. Các mô hình trên đây phần nào phản ánh được bản chất quá trình dòng chảy ở đoạn sông từ Hòa Bình, Phú Thọ và Vụ Quang về Hà Nội, Thượng Cát, đồng thời đáp ứng được những yêu cầu của tính toán và dự báo dòng chảy ở hạ lưu sông Hồng trong điều kiện dòng chảy ở trạng thái tự nhiên cũng như khi dòng chảy sông Đà bị tác động của con người.

2. Mô hình cho phép dự báo dòng chảy (lưu lượng và mực nước) tại Sơn Tây, Hà Nội và Thượng Cát với thời gian dự kiến tới 48 giờ. Mô hình đơn giản để sử dụng lại cho phép cập nhật các tham số và quan hệ nên mức đảm bảo của dự báo tăng lên đáng kể.

3. Cần nghiên cứu mô hình mưa - dòng chảy phối hợp với mô hình truyền dòng chảy trong sông trên đây để đảm bảo dự báo dòng chảy tại Hòa Bình, Phú Thọ, Vụ Quang với thời gian dự kiến 48 giờ làm cơ sở (biên trên) cho mô hình dự báo dòng chảy ở hạ lưu sông Hồng.

4. Việc mở rộng liên kết mô hình trên đây ra các đoạn sông chính trên sông Thao, Lô, Đà sẽ tạo khả năng hoàn thiện hệ mô hình cho phép mô phỏng dòng chảy hệ thống sông Hồng phục vụ tính toán và dự báo. từ đó xây dựng một hệ mô hình thống nhất dùng trong nghiệp vụ dự báo thủy văn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Bắc Huỳnh. Về phương pháp tính toán truyền sóng lũ trong sông. Tập san KTTV số 3.1988.

2. Lê Bắc Huỳnh. Phương pháp tính toán dòng chảy lũ ở đoạn sông có gia nhập khu giữa. Tập san KTTV, số 8.1988.

3. Lê Bắc Huỳnh, Nguyễn Cao Quyến. Đánh giá sơ bộ ảnh hưởng của công trình Hòa Bình tới dòng chảy lũ tại Hà Nội. Tập san KTTV số 9.1988.

4. Đào Văn Lễ... Nghiên cứu ứng dụng mô hình SSARR vào dự báo lũ hệ thống sông Hồng - Thái Bình. Tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học. Tính toán và dự báo dòng chảy sông ngòi Việt Nam. Tổng cục KTTV. 1983.

5. Kalinin G.P., Miliukov P.I. Tính toán gần đúng chuyển động không ổn định của khối lượng nước. Tạp chí của Viện dự báo KTTV Liên Xô. Số 66, 1958. (Tiếng Nga).

6. Negikhovskiy R.A. Mạng lưới sông của lưu vực và quá trình hình thành dòng chảy. NXB KTTV Leningrat. 1971. (Tiếng Nga).

7. Bartha P., Szollosi-Nagy A. and Harkanyi. Operational flood forecasting models for microcomputers. VITUKI. Budapest. 1984./.