

XÂY DỰNG VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ DỰ BÁO LŨ HẠ LƯU HỆ THỐNG SÔNG THÁI BÌNH

PTS. Nguyễn Lan Châu

KS. Trần Bích Liên

Trung tâm quốc gia dự báo KTTV

Mở đầu

Với sự phát triển của tin học, của các kỹ thuật tính, việc dự báo lũ hạ lưu hệ thống s. Thái Bình dần dần được cải tiến, và năm 1993 được thực hiện hoàn toàn trên máy vi tính bằng công nghệ TBINH dùng dự báo quá trình lũ tại Đáp Cầu (s. Cầu), Phủ Lạng Thương (s. Thương), Lục Nam (s. Lục Nam), Phả Lại (s. Thái Bình), thay thế các biểu đồ kinh nghiệm trước đây.

Dự báo lũ hạ lưu s. Thái Bình thường phải giải quyết một số vấn đề sau:

- Cơ chế hình thành lũ rất phức tạp, cùng một lúc chịu ảnh hưởng của lũ trên ba sông nhánh và lũ từ s. Hồng qua S. Đuống; truyền triều từ biển Đông vào; và quá trình nước vật do giao thoa sóng lũ đoạn ngã ba Cầu, Thương, Lục Nam;

- Sông ngắn (trừ s. Cầu), trạm mưa thưa thớt, thời đoạn quan trắc mưa dài, 12h;

- Mạng lưới trạm đo mực nước thưa thớt, nhất là lưu vực s. Thương (chỉ có hai trạm Cầu Sơn và Phủ Lạng Thương), s. Lục Nam (chỉ có 3 trạm Cẩm Đàn, Chũ, Lục Nam) không đảm bảo đủ thông tin để dự báo trước 24h;

- Trạm đo lưu lượng quá ít, chỉ có hai trạm Chũ và Cầu Sơn.

Các mô hình trước đây về dự báo lũ hạ du s. Thái Bình, như mô hình thủy lực ... đòi hỏi thường xuyên phải cập nhật số liệu địa hình (vấn đề rất khó thực hiện) và thủy văn, song lại không xét được ảnh hưởng của mưa, của các yếu tố tác động đến quá trình truyền lũ, nên mức đảm bảo thấp, ít được ứng dụng trong dự báo nghiệp vụ.

Chính vì vậy, việc xây dựng một công nghệ cho phép dự báo quá trình lũ hạ lưu s. Thái Bình sẽ có ý nghĩa khoa học và thực tiễn nhất định. Đó cũng chính là những kết quả nghiên cứu được trình bày trong bài này.

1. Xây dựng công nghệ dự báo lũ hạ lưu sông Thái Bình

1.1. Phương pháp

Trên cơ sở phương pháp mực nước tương ứng đã xác định thời gian truyền lũ (τ) cho các đoạn sông với thời đoạn tính toán được chọn phù hợp với thời gian truyền lũ. Các phương trình dự báo được thiết lập theo phương pháp hồi quy từng bước [2]. Các biến đã chọn được kiểm định bằng các chỉ tiêu thống kê Fisher (F), Student (t). Phương trình dự báo được đánh giá bằng hệ số tương quan (R), độ lệch chuẩn (σ) và mức đảm bảo (P) ứng với các sai số cho phép đang sử dụng trong dự báo nghiệp vụ.

1.2. Lựa chọn và đánh giá các nhân tố ảnh hưởng

1.2.1. Sự truyền lũ

Trên cơ sở phân tích và đánh giá quá trình truyền lũ trong các đoạn sông đã thấy rằng, thời gian truyền lũ từ Thái Nguyên về Đáp Cầu $-\tau^{TN-ĐC}$, từ Cầu Sơn về Phủ Lạng Thương $-\tau^{CS-PLT}$, từ Chũ về Lục Nam $-\tau^{C-LN}$, từ Thượng Cát về Phả Lại $-\tau^{TCPL}$, phụ thuộc vào cường suất nước lên tại Thái Nguyên $-I^{TN}$, Cầu Sơn $-I^{CS}$, Chũ $-I^C$, Thượng Cát $-I^{TC}$ và diễn biến dòng chảy lũ của mỗi sông cũng như trên toàn hệ thống (bảng 1). Các quan hệ xác định thời gian truyền lũ, khi chỉ xét ảnh hưởng của dòng chảy thượng lưu các sông, có dạng:

$$\tau^{TN-ĐC} = f(I^{TN}), \tau^{CS-PLT} = f(I^{CS}), \tau^{C-LN} = f(I^C), \tau^{TC-PL} = f(I^{TC})$$

Bảng 1. Thời gian truyền lũ

Trạm	Cường suất nước lên, I (cm/h)	Khoảng biến thiên τ (h)	τ trung bình (h)
Thái Nguyên	$I^{TN} > 12,0$	$\tau^{TN-ĐC} = 15-26$	$\tau^{TN-ĐC} = 24$
	$I^{TN} < 12,0$	$\tau^{TN-ĐC} = 26-35$	$\tau^{TN-ĐC} = 30$
Cầu Sơn	$I^{CS} > 10,0$	$\tau^{CS-PLT} = 4-8$	$\tau^{CS-PLT} = 6$
	$I^{CS} < 10,0$	$\tau^{CS-PLT} = 8-18$	$\tau^{CS-PLT} = 12$
Chũ	$I^C > 20,0$	$\tau^{C-LN} = 2-10$	$\tau^{C-LN} = 6$
	$I^C < 20,0$	$\tau^{C-LN} = 10-12$	$\tau^{C-LN} = 12$
Thượng Cát	$I^{TC} > 4,0$	$\tau^{TC-PL} = 10-16$	$\tau^{TC-PL} = 12$
	$I^{TC} < 4,0$	$\tau^{TC-PL} = 16-24$	$\tau^{TC-PL} = 18$

1.2.2 Ảnh hưởng của lũ thượng nguồn

Trên thực tế, khi chỉ xét ảnh hưởng của lũ thượng nguồn thì mức đảm bảo của các phương trình dự báo rất thấp (bảng 2) do hệ thống s. Thái Bình, thành phần lũ thượng nguồn thường chiếm tỷ trọng không lớn trong các phương trình dự báo: 28,0 - 39,0% trên sông Cầu tại Đáp Cầu,

15,0 - 25,0% trên sông Thương tại Phủ Lạng Thương, 20,0 - 32,0 trên sông Lục Nam tại Lục Nam (bảng 4).

1.2.3. Ảnh hưởng của nước vật

Ngay trong mùa lũ, hạ lưu s. Thái Bình vẫn chịu ảnh hưởng của nước vật. Yếu tố đặc trưng cho ảnh hưởng của nước vật do triều và dòng chảy các sông trong hệ thống có thể là mực nước tại Phả Lại $H_{t+\tau}^{PL}$. Vì vậy, yếu tố này đã được xem xét khi xây dựng phương trình dự báo tại Đáp Cầu, Phủ Lạng Thương, Lục Nam. Tuy nhiên, yếu tố phản ánh hiện tượng nước vật tại khu Lục Đầu Giang lại là mực nước tại Thượng Cát - $H_{t+\tau}^{TC}$ - đặc trưng cho tác động của lũ s. Hồng tới mực nước sông Thái Bình tại Phả Lại.

Bảng 2. Các quan hệ dự báo $H_{t+\tau} = f(H^{th.nguồn})$

Sông	Trạm	Thời gian dự kiến τ (h)	Quan hệ	Mức đảm bảo P (%)
Cầu	Đáp Cầu	12	$H_{t+\tau}^{DC} = f(H_t^{Ch\grave{a}})$	26,0 - 36,0
		24	$H_{t+\tau}^{DC} = f(H_t^{TN})$	20,0 - 32,0
Thương	Phủ Lạng Thương	12	$H_{t+\tau}^{PLT} = f(H_t^{CS})$	30,0 - 35,0
Lục Nam	Lục Nam	12	$H_{t+\tau}^{LN} = f(H_t^{Ch\grave{u}})$	28,0 - 33,0
Thái Bình	Phả Lại	12	$H_{t+\tau}^{PL} = f(H_t^{DC}, H_t^{PLT}, H_t^{LN})$	52
		24	$H_{t+\tau}^{PL} = f(H_t^{TN}, H_t^{CS}, H_t^{Ch\grave{u}})$	48

Thành phần nước vật chiếm tỷ trọng rất lớn, nhiều khi lớn hơn thành phần lũ và chiếm 38,6 - 59,2 % (tại Đáp Cầu), 79,6 % (tại Phủ Lạng Thương), 56,7 - 73,3% (tại Lục Nam), 62,0 % (tại Phả Lại). Nhờ xét tác động của yếu tố nước vật mà mức đảm bảo của các phương trình dự báo đã tăng lên rõ rệt (bảng 3).

Bảng 3. Các quan hệ dự báo $H_{t+\tau} = f(H^{th.nguồn}, H_{t+\tau}^{PL})$

Sông	Trạm	Thời gian dự kiến τ (h)	Quan hệ	Mức đảm bảo P (%)
Cầu	Đáp Cầu	12	$H_{t+\tau}^{DC} = f(H_t^{Ch\grave{a}}, H_{t+12}^{PL})$	73,0 - 88,0
		24	$H_{t+\tau}^{DC} = f(H_t^{TN}, H_{t+\tau}^{PL})$	48,0 - 86,0

Thượng	Ph. Lạng Thương	12	$H_{t+\tau}^{PLT} = f(H_t^{CS}, H_{t+\tau}^{PL})$	82,0 - 89,0
Lục Nam	Lục Nam	12	$H_{t+\tau}^{LN} = f(H_t^{Chũ}, H_{t+\tau}^{PL})$	89,0 - 93,0
Thái Bình	Phả Lại	12	$H_{t+\tau}^{PL} = f(H_t^{DC}, H_t^{PLT}, H_t^{LN}, H_{t-6}^{TC})$	89,0
		24	$H_{t+\tau}^{PL} = f(H_t^{TN}, H_t^{CS}, H_t^{Chũ}, H_{t+18}^{PL})$	72

Khi lũ thượng nguồn nhỏ, mực nước hạ lưu s. Thái Bình chịu ảnh hưởng của nước vật càng lớn, thậm chí bị chi phối hoàn toàn bởi nước vật từ s. Đuống. Trong trường hợp này, mực nước tại Đáp Cầu, Phả Lại, Lục Nam, Phả Lại chịu tác động gần như đồng thời trên toàn hệ thống và có quá trình tương tự với quá trình mực nước tại Thượng Cát. Mực nước tại Phả Lại có thể được xác định từ mực nước Thượng Cát theo quan hệ dạng:

$$H_{t+18}^{PL} = f(H_t^{TC}, H_t^{PL}, \Delta H^{TC}) \quad (1)$$

Mực nước tại Đáp Cầu, Phả Lạng Thương, Lục Nam được xác định theo quan hệ dạng:

$$\begin{aligned} H_{t+\tau}^{DC} &= 32 + 1,03 H_{t+\tau}^{PL} \\ H_{t+\tau}^{DC} &= 32 + 1,00 H_{t+\tau}^{PL} \\ H_{t+\tau}^{DC} &= 30 + 1,00 H_{t+\tau}^{PL} \end{aligned} \quad (2)$$

1.2.4. Ảnh hưởng của dòng chảy khu giữa

Trên s. Cầu, để xét ảnh hưởng của lượng dòng chảy khu giữa (chủ yếu từ S. Công và Cà Lồ) trên đoạn sông từ Thái Nguyên về Đáp Cầu đã chọn mưa của hai trạm Đại Từ (X^{DT}) với $\tau = 30h$ và Vĩnh Yên (X^{VY}) với $\tau = 24h$ làm nhân tố đặc trưng trong quan hệ dự báo. Mức đảm bảo của các phương trình dự báo trong trường hợp này tăng 5 - 15% (bảng 4).

Trên s. Thương, đã chọn mưa tại Yên Thế (X^{YT}) với $\tau = 12h$ đại diện cho ảnh hưởng khu giữa từ s. Sỏi và mưa tại Võ Nhai (X^{VN}) với $\tau = 18h$ đại diện cho ảnh hưởng từ s. Trung. Mức đảm bảo của các phương trình dự báo tăng 5 - 8%.

Trên sông Lục Nam, đã chọn mưa tại Sơn Động (X^{SD}) với $\tau = 12h$, mưa tại Chũ ($X^{chũ}$) với $\tau = 6h$ đặc trưng cho dòng chảy khu giữa. Mức đảm bảo của phương trình dự báo tăng 5 - 9%.

Trên sông Thái Bình, lượng mưa của thời đoạn trước thời điểm phát báo tại Đáp Cầu, Phả Lạng Thương, Lục Nam được lấy làm tham số đặc trưng cho lượng dòng chảy khu giữa. Phương trình dự báo có mức đảm bảo tăng 4% (bảng 4).

Bảng 4. Các phương trình dự báo mực nước hệ thống sông Thái Bình

Vị trí	t, h	Nước chung	Nước lên	P%	Nước xuống
Phả Lại	12	$H_{t+12}^{PL} = 40 + 0,11 H_{t-6}^{TC} + 0,25 H_t^{DC} + 0,15 H_t^{PLT} + 0,42 H_t^{LN}$	$H_{t+12}^{PL} = 40 + 0,11 H_{t-6}^{TC} + 0,25 H_t^{DC} + 0,15 H_t^{PLT} + 0,42 H_t^{LN} + 0,04 X_t^{DC} + 0,02 X_t^{PLT} + 0,1 X_t^{LN}$ $I^{TC} \geq 4,0 \text{ cm/h} \rightarrow \tau^{TC-PL} = 12\text{h}$ $I^{TC} < 4,0 \text{ cm/h} \rightarrow \tau^{TC-PL} = 18\text{h}$	93	$H_{t+12}^{PL} = 40 + 0,11 H_{t-6}^{TC} + 0,25 H_t^{DC} + 0,15 H_t^{PLT} + 0,42 H_t^{LN}$ $I^{TC} \geq 4,0 \text{ cm/h} \rightarrow \tau^{TC-PL} = 8\text{h}$ $I^{TC} < 4,0 \text{ cm/h} \rightarrow \tau^{TC-PL} = 14\text{h}$
	Đáp Cầu	12	$H_{t+12}^{DC} = 25 + 0,8 H_{t+12}^{PL} + 0,18 H_t^{Chá}$ $H_{t+24}^{DC} = 26 + 1,0 H_{t+24}^{PL} + 0,11 H_t^{TN}$	$H_{t+12}^{DC} = 25 + 0,8 H_{t+12}^{PL} + 0,18 H_t^{Chá} + 0,1 X_{t-6}^{VY} + 0,3 X_t^{Chá}$ $H_{t+24}^{DC} = 26 + 1,0 H_{t+24}^{PL} + 0,11 H_t^{TN} + 0,5 X_{t-6}^{DT} + 0,3 X_t^{VY}$ $I^{TC} \geq 12 \text{ cm/h} \rightarrow \tau^{TN-DC} = 24\text{h}$ $I^{TC} < 12 \text{ cm/h} \rightarrow \tau^{TN-DC} = 30\text{h}$	78 88- 98
Phủ Lạng Thương	12	$H_{t+12}^{PLT} = 21,6 + 0,9 H_{t+12}^{PL} + 0,3 (H_t^{CS} - 1209)$	$H_{t+12}^{PLT} = 21,7 + 0,9 H_{t+12}^{PL} + 0,3 (H_t^{CS} - 1209) + 0,2 X_t^{CS} + 0,3 X_t^{YT}$	89	$H_{t+12}^{PLT} = 21,6 + 0,96 H_{t+12}^{PL} + 0,26 (H_t^{CS} - 1209)$
	Lục Nam	12	$H_{t+12}^{LN} = 25 + 0,8 H_{t+12}^{PL} + 0,17 H_t^{Chú}$	$H_{t+12}^{LN} = 25 + 0,8 H_{t+12}^{PL} + 0,17 H_t^{Chú} + 0,5 X_t^{Chú} + 0,3 X_t^{SD}$ $I^{Chú} \geq 20 \text{ cm/h} \rightarrow \tau^{C-LN} = 6\text{h}$ $I^{Chú} < 20 \text{ cm/h} \rightarrow \tau^{C-LN} = 12\text{h}$	89- 93

2. Công nghệ và quy trình dự báo

2.1 Công nghệ dự báo (TBINH)

Các phương trình dự báo trình bày trên đây đã được liên kết lại thành một hệ thống nhất, được chương trình hóa bằng ngôn ngữ Pascal và ghép nối thành công nghệ TBINH. Công nghệ cho phép tiến hành dự báo lũ hệ thống s. Thái Bình tại Đập Cầu, Phủ Lạng Thương, Lục Nam, Phả Lại.

Chương trình công nghệ được tổ chức thành hệ chương trình thống nhất gồm các modul độc lập, có thể hoạt động như một chương trình con với chức năng riêng biệt. Cách tổ chức như vậy tạo điều kiện thuận lợi để mở rộng, hoàn chỉnh các chức năng của chương trình chung. Các modul chính của chương trình công nghệ là:

1. Chương trình quản lý;
2. Chương trình cập nhật số liệu;
3. Chương trình in bản tin dự báo (BTDB);
4. Chương trình in mực nước (BANG);
5. Chương trình in bảng mưa (BANGX);
6. Chương trình hồi qui (HOIQUI);
7. Chương trình vẽ (VE);
8. Chương trình dự báo (DBTB);
9. Chương trình hiệu chỉnh (VEHC);
10. Chương trình thiết lập bản tin.

2.2 Quy trình dự báo

Do những nét đặc biệt riêng trong cơ chế hình thành lũ hệ thống sông Thái Bình, mà quy trình dự báo lũ tại đây cũng có những nét riêng (Xem bước 2). Quy trình dự báo gồm những bước sau:

Bước 1: Bổ sung tài liệu thực đo 13, 19, 1,7h của 11 trạm mực nước và 7 trạm mưa vào các file "TB . *";

Bước 2 : Sử dụng chương trình dự báo "DBTB" lần lượt tính toán mô phỏng quá trình cho các vị trí Phả Lại, Đập Cầu, Phủ Lạng Thương, Lục Nam với thời gian dự kiến 12h theo thứ tự sau:

1. Tính mực nước Phả Lại H_{t+12}^{PL}
2. Tính mực nước Đập Cầu H_{t+12}^{DC} , Phủ Lạng Thương H_{t+12}^{PLT} , Lục Nam H_{t+12}^{LN} .

Bước 3: Tính mực nước Phả lại, Đập Cầu, Phủ Lạng Thương, Lục Nam với thời gian dự kiến 24h.

Bước 4: Tính mực nước Phả Lại với thời gian dự kiến 36h.

Sau đó tiến hành hiệu chỉnh tức thời các quá trình dự báo để đạt được sự phù hợp tốt nhất giữa quá trình thực đo và mô phỏng tại thời điểm phát báo. Trong công nghệ TBINH đã sử dụng phương pháp cập nhật thông số để hiệu chỉnh dự báo. Thông số của mô hình - hệ số hiệu chỉnh (Hshc) có thể được thay đổi từ 1 đến k_2 . Chu trình hiệu chỉnh được thực hiện khép kín trong chương trình con: Procedure VELAP của chương trình VEHC. Mỗi lần thay đổi Hshc là mỗi lần thay đổi vị trí của quá trình tính toán để phù hợp hơn với quá trình thực đo. Trên cơ sở đó tiến hành tính toán dự báo quá trình tại các trạm chính trên hệ thống sông. Kết quả dự báo được ghi ra file "BT4.*";

Bước 5: In bản tin;

Bước 6: Kết thúc, quay về Dos.

3. Kết quả ứng dụng công nghệ dự báo TBINH trong mùa lũ 1993, 1994, 1995

Công nghệ TBINH đã được ứng dụng trong dự báo nghiệp vụ ba mùa lũ năm 1993, 1994 và 1995. Năm 1993, từ 1.IX đến 4.X với 21 lần phát báo, mức đảm bảo cho các vị trí đạt từ 86,7 đến 95,2% (bảng 5). Trong mùa lũ năm 1994, mức đảm bảo (P) tại Đáp Cầu là 88,0% với thời gian dự kiến (τ) 24h và sai số tuyệt đối lớn nhất là 37cm; tại Phủ Lạng Thương, P = 86,0% với $\tau = 24h$ và sai số tuyệt đối lớn nhất là 63cm; tại Lục Nam, P = 89,0% với $\tau = 24h$ và sai số tuyệt đối lớn nhất là 1,03m; tại Phả Lại, P = 92% với $\tau = 24h$ và P = 84,1% với $\tau = 36h$, sai số tuyệt đối lớn nhất là 64cm. Qua 66 lần phát báo trong mùa lũ năm 1995 thấy rằng, mô hình cho phép dự báo tại Đáp Cầu trước 24h đạt mức đảm bảo 84,1%, sai số tuyệt đối lớn nhất là 41cm; tại Phủ Lạng Thương - đạt 83,0% với sai số tuyệt đối lớn nhất là 49cm; tại Lục Nam - đạt 88% với sai số tuyệt đối là 86 cm; tại Phả Lại trước 24h đạt 90,9%, trước 36h đạt 87,9% với sai số lớn nhất là 71 cm.

Dự báo bằng công nghệ TBINH được tiến hành trên máy vi tính như là công cụ dự báo duy nhất trong công tác nghiệp vụ năm 1994 và năm 1995.

Bảng 5. Đánh giá kết quả dự báo mùa lũ năm 1993, 1994, 1995

Năm	Đáp Cầu		P.L.Thương		Lục Nam		Phả Lại	
	12h	24h	12h	24h	12h	24h	24h	36h
1993	90,5	90,5	95,2	95,2	95,2	90,5	86,7	86,7
1994	95,6	88,0	98,9	86,0	96,7	89,0	92,0	84,1
1995	96,9	84,8	92,4	83,0	93,9	88,0	90,9	87,9

Kết luận

1- Lần đầu tiên một công nghệ trên PC đã được xây dựng và ứng dụng đạt kết quả tốt trong nghiệp vụ dự báo quá trình lũ hạ lưu sông Thái Bình.

2- Công nghệ xét ảnh hưởng đồng thời của nhiều yếu tố: sự truyền lũ, dòng chảy khu giữa, lũ thượng nguồn, nước vật - những nhân tố quan trọng trong cơ chế hình thành lũ hạ lưu sông Thái Bình;

3- Đã hệ thống hóa và tạo cơ sở dữ liệu thời đoạn 6h, 12h của 18 trạm mưa và 11 trạm mực nước trên toàn hệ thống sông Thái Bình với phần mềm tạo điều kiện thuận lợi cho sử dụng, khai thác nghiệp vụ;

4- Phần mềm công nghệ cho phép thao tác nhanh, thời gian tính ngắn, chỉ 15-20 phút, đảm bảo yêu cầu phát bản tin hàng ngày phục vụ phòng tránh lũ, lụt;

5- Công nghệ đơn giản, dễ sử dụng, dễ chuyển giao.

Tuy nhiên, công nghệ TBINH có thể được tiếp tục hoàn thiện về các mặt:

- Quy luật mưa, bão, lũ và mô hình dự báo tại các vị trí thượng nguồn: Thái Nguyên (s.Cầu), Cầu Sơn (s. Thương), Chũ (s.Lục Nam) nhằm kéo dài thời gian dự kiến thêm 6h - 12h và tăng mức đảm bảo khoảng 5 - 6% cho các vị trí Đáp Cầu, Phủ Lạng Thương, Lục Nam, Phả Lại.

- Nghiên cứu phương án dự báo tại Phả Lại trong trường hợp mực nước dưới 3,0m, khi chịu ảnh hưởng chủ yếu của thủy triều.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1- Lê Văn Anh. Dự báo lũ s. Thái Bình tại Phả Lại. Báo cáo tại Hội nghị tổng kết KHKT dự báo KTTV lần thứ 3, tháng 1 năm 1991, Cục Dự báo.

2- Nguyễn Lan Châu, Lê Văn Thạch. Các phương án dự báo hạn ngắn mực nước s.Hồng tại Hà Nội. Báo cáo tại Hội nghị tổng kết KHKT dự báo KTTV lần thứ 3, tháng 1 năm 1991, Cục Dự báo.

3- Nguyễn Lan Châu. Sự hình thành lũ trên s.Thái Bình tại Phả Lại do ảnh hưởng chủ yếu của lũ s.Hồng. Tập san KTTV, số 9 năm 1992.

4- Nguyễn Lan Châu. Những thay đổi quá trình dòng chảy ở hạ lưu s. Thái Bình do ảnh hưởng vận hành hồ Hòa Bình. Tập san KTTV, số 5 năm 1993.

5- Nguyễn Lan Châu, Trần Bích Liên, Nguyễn Nội. Xây dựng công nghệ dự báo lũ s. Thái Bình bằng mô hình hồi qui nhiều biến. (12-1993, thuộc chương trình tiến bộ KHKT Cục dự báo KTTV).