

HÀM CẤU TRÚC VÀ HÀM TƯƠNG QUAN TRƯỜNG GIÓ KHU VỰC BIỂN ĐÔNG VÀ LÂN CẬN

TS. Nguyễn Đăng Quế

Trung tâm Tư liệu khí tượng thủy văn

KS. Nguyễn Thị Hải

Trung tâm Khí tượng Thủy văn biển

Trong phạm vi Chương trình nghiên cứu biển, một đề tài cấp Nhà nước về nghiên cứu tính biến động của trường các đại lượng khí tượng trên khu vực biển Đông đã được đầu tư thực hiện. Đề tài đã nghiên cứu chi tiết chế độ biến thiên theo không gian và thời gian của các trường nhiệt độ và áp suất không khí trong khu vực quan tâm. Nếu xét về bản chất vật lý, tính biến động của trường gió, nhất là trường gió bề mặt, có tính phức tạp đặc biệt. Khu vực lãnh thổ, lãnh hải Việt Nam nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa nên tính phức tạp đó còn được nhân lên gấp bội.

Trong phạm vi bài này, tác giả nêu một số nhận xét về đặc điểm của hàm cấu trúc và hàm tương quan trường gió trên khu vực biển Đông và lân cận.

1. Cơ sở lý thuyết bài toán nghiên cứu cấu trúc thống kê trường gió

Nhiều công trình lý thuyết tập trung nghiên cứu về cấu trúc trường gió. Trước tiên phải kể đến các công trình mang tính nền tảng cơ sở của các tác giả Kolmogorop và Obukhop [2]. Trong công trình của các tác giả này đã chứng minh rằng hàm cấu trúc của trường gió đồng nhất và đẳng hướng trong phạm vi khu vực hạn chế biến thiên theo quy luật hàm mũ (với số mũ là 2/3, hay “quy luật 2/3”):

$$B_u(r) = k_1 r^{2/3}, \quad (1)$$

Trong đó: k_1 - là hệ số, r - là khoảng cách giữa 2 điểm.

Nhiều công trình tính toán thực nghiệm đã xác nhận tính đúng đắn của “quy luật 2/3” này. Tuy vậy theo Iudin, trong trường hợp đối với trường quy mô lớn, tính đồng nhất và đẳng hướng ít được thoả mãn, hàm cấu trúc trường gió biến thiên theo “quy luật bậc một”:

$$B_u(r) = k_2 r \quad (2)$$

Trong đó: k_2 - là hệ số.

Gió là một đại lượng véc tơ nên việc nghiên cứu trường gió được thực hiện thông qua nghiên cứu cả về hướng lẫn tốc độ gió. Tuy vậy, khi nghiên cứu trường gió bằng phương pháp thống kê trên chuỗi số liệu nhiều năm người ta tiến hành nghiên cứu riêng biệt trường từng thành phần gió (chủ yếu là trường các thành phần vĩ hướng (U) và kinh hướng (V)).

Cũng tương tự như đối với trường các đại lượng khí tượng khác, lý thuyết hàm ngẫu nhiên chỉ có thể áp dụng để tính toán nghiên cứu trên trường giá trị độ lệch của các thành phần U và V của gió khỏi giá trị trung bình nhiều năm. Trong trường hợp chung nhất, trên cơ sở số liệu quan trắc, hàm cấu trúc (B_f) và hàm tương quan (m_f) của đại lượng khí tượng (f) được tính theo công thức:

$$B_f = \left[\overline{f(x_1, y_1, z_1, t_1) - f(x_1, y_1, z_1)} \right] - \left[\overline{f(x_2, y_2, z_2, t_1) - f(x_2, y_2, z_2)} \right]^2 \quad (3)$$

$$m_f = \sqrt{[f(x_1, y_1, z_1, t_1) - \bar{f}(x_1, y_1, z_1)]^2 + [f(x_2, y_2, z_2, t_1) - \bar{f}(x_2, y_2, z_2)]^2} \quad (4)$$

Trong đó: $\bar{f}(x_i, y_i, z_i)$ - là giá trị trung bình nhiều năm của các đại lượng khí tượng (f) tại điểm (i) trong không gian.

Theo lý thuyết cơ sở, khi trường gió đồng nhất và đẳng hướng, các giá trị độ phân tán của các thành phần gió (D_u và D_v) không thay đổi khi di chuyển từ điểm này sang điểm khác, không phụ thuộc vào hướng di chuyển và có giá trị bằng nhau. Trên thực tế, do quan trắc gió có sai số nên tỷ số $D_u/D_v \neq 1$. Giá trị của tỷ số này dao động trong khoảng (0,7 - 1,3) phụ thuộc vào tính đặc thù của trường gió tại khu vực nghiên cứu. Trong trường hợp trường gió đồng nhất và đẳng hướng, hàm cấu trúc và hàm tương quan chỉ phụ thuộc vào khoảng cách giữa các điểm trong không gian.

Các công thức tính hàm cấu trúc $b(r)$ và hàm tương quan $\mu(r)$ chuẩn hoá có dạng như sau:

$$b(r) = \frac{B_f(r)}{B_f(\infty)} \quad (5)$$

$$\mu(r) = \frac{m_f(r)}{m_f(0)} \quad (6)$$

Trong đó: $B_f(\infty)$ - giá trị hàm cấu trúc tại khoảng cách bằng vô cùng; $m_f(0)$ - giá trị hàm tương quan lúc 2 điểm trùng nhau.

Trường độ lệch các thành phần gió trên các mực trong khí quyển tự do đã được chứng minh là thoả mãn giả thuyết đồng nhất và đẳng hướng trong phạm vi địa phương hạn chế. Đối với trường gió bề mặt và nhất là trên các vùng lãnh thổ có tính chất mặt đệm phức tạp giả thuyết đó hoàn toàn không thoả mãn. Tuy nhiên, trong trường hợp cá biệt của bài toán nghiên cứu trường gió trên biển, chúng tôi áp dụng giả thuyết đồng nhất và đẳng hướng trong phạm vi khu vực địa lý hạn chế.

2. Chuẩn bị số liệu và tính toán nghiên cứu

Với mục tiêu tính toán nghiên cứu cho khu vực biển Đông và lân cận, việc thu thập số liệu được tập trung cho các loại số liệu quan trắc trên biển và các trạm trong phạm vi địa lý lân cận bao quanh khu vực nghiên cứu.

Trong bộ số liệu quan trắc (trên biển và các trạm) hiện nay có số liệu tàu biển các loại do nước ngoài và nước ta thu thập được suốt thời kỳ từ năm 1961 đến năm 2000. Số liệu synop và cao không trong khu vực được thu thập cho cả thời kỳ trên từ các nguồn khác nhau bao gồm số liệu các trạm ngoại địa thu được từ nghiệp vụ dự báo thời tiết, số liệu các trạm nội địa từ kho lưu trữ số liệu điều tra cơ bản.

Số liệu tàu biển được nhóm theo ô vuông địa lý theo kinh vĩ (0,25 độ x 0,25 độ). Số liệu quan trắc gió suốt cả thời kỳ nằm trong từng ô vuông được dùng để tính trung bình nhiều năm cho ô vuông đó. Mỗi ô vuông được gán một mã ký hiệu, có tọa độ kinh vĩ là tọa độ tâm của ô vuông đó.

Số liệu tại các trạm trên đất liền và trên đảo trong khu vực lân cận vẫn giữ nguyên mã ký hiệu trạm theo mã quốc tế.

Công tác kiểm tra, chỉnh lý số liệu gió được tiến hành theo nhiều công đoạn và khá thận trọng. Kiểm tra số liệu gió đầu tiên được tiến hành bằng các phương pháp ngưỡng giá trị; tiếp theo là các phương pháp dựa trên tính hợp lý giữa các số liệu với nhau. Số liệu sai được kiểm tra lại bằng tay và bị loại bỏ nếu thấy cần thiết. Việc kiểm tra, chỉnh lý số liệu chiếm nhiều thời gian và công sức để có thể có được một bộ số liệu đủ đáp ứng yêu cầu nghiên cứu.

Tiếp theo, các thành phần vĩ hướng (U) và kinh hướng (V) của tốc độ gió được tính toán. Việc phân tích được thực hiện cho cả 3 chuỗi số liệu (tốc độ gió, các thành phần gió U và V).

Toàn bộ số liệu gió được tổ chức lại thành các file có cấu trúc chuẩn. Mỗi số liệu đều gắn với một vị trí địa lý kèm theo tọa độ kinh vĩ và các thông tin về thời gian quan trắc.

Theo lý thuyết, việc tính toán hàm cấu trúc và hàm tương quan được tiến hành trong từng tập hợp số liệu tại cùng một thời điểm của nhiều trạm quan trắc. Các tập hợp số liệu phải độc lập với nhau và không bị ảnh hưởng bởi các dao động theo ngày, theo tháng, theo mùa.

Để đáp ứng các yêu cầu nêu trên, việc tính toán sẽ thực hiện trên số liệu cùng một kỳ quan trắc trong ngày (00Z hoặc 12Z theo giờ quốc tế) để loại bỏ ảnh hưởng của dao động chu kỳ ngày; các tập hợp số liệu được chọn cách nhau ít nhất 1 ngày để loại bỏ tính tương quan theo thời gian giữa chúng; cuối cùng, các hàm cấu trúc và tương quan chỉ được tính riêng cho từng tháng (hoặc từng mùa, từng nửa năm một). Cụ thể trong quá trình thiết kế thuật toán, số liệu được tổ chức thành các file độc lập theo đúng yêu cầu nêu trên và do vậy việc tính toán tiến hành khá thuận lợi.

Về thiết kế bài toán lý thuyết nói chung và xây dựng thuật toán để giải trên máy tính, chúng tôi đã có dịp trình bày kỹ trong công trình [1], vì vậy, xin phép không trình bày lại trong phạm vi bài báo này.

Trên cơ sở thuật toán chung nêu trên, bài toán đã được chương trình hoá theo phương thức mở cho phép mỗi lần chạy có thể thay đổi các điều kiện cụ thể cho từng khu vực địa lý, thời gian cũng như các điều kiện khác tương ứng yêu cầu bài toán lý thuyết đang quan tâm nghiên cứu.

Trong phạm vi bài này, trước tiên, hàm tương quan và hàm cấu trúc được tính chung cho toàn bộ khu vực nghiên cứu bao gồm biển Đông và lân cận. Sau đó, các hàm này còn được tính riêng cho từng khu vực Bắc Bộ ($18 \leq \varphi \leq 24$), Trung Bộ ($18 > \varphi > 11$), Nam Bộ ($0 < \varphi < 11$), Tây Nam Bộ ($0 < \varphi < 11, \lambda < 105$) và Đông Nam Bộ ($0 < \varphi < 11, \lambda < 105$).

Để tham khảo, hàm cấu trúc và hàm tương quan còn được tính riêng cho 4 đới gió có hướng tương ứng 4 góc phương vị và 2 phương chính là tây bắc - đông nam và đông bắc - tây nam.

Các hàm tương quan và cấu trúc được tính cho tháng giêng, tháng 4, tháng 7 và tháng 10 trên các mực mặt đất, 1000, 850, 700, 500, 300 và 200 hPa.

Kết quả tính toán được lập thành các bảng, biểu và đồ thị. Các hàm cấu trúc và hàm tương quan được xấp xỉ bằng các đa thức toán học cụ thể.

3. Một số nhận xét về hàm cấu trúc và hàm tương quan của các thành phần gió

Việc phân tích kết quả được thực hiện chi tiết. Các hàm cấu trúc và tương quan được so sánh với kết quả của các công trình đã công bố trong và ngoài nước. Qua phân tích rút ra kết luận về sự phù hợp giữa nhận định lý thuyết và kết quả tính toán thực nghiệm. Tiếp theo, tiến hành phân tích về sự biến thiên theo không gian, theo

tháng, theo mùa của các hàm cấu trúc và tương quan của trường gió tại khu vực đang nghiên cứu.

Trong phạm vi hạn chế của bài này chúng tôi chỉ trình bày một số đồ thị để minh họa. Đồ thị các hàm cấu trúc và hàm tương quan chuẩn hoá của các thành phần gió trên mặt đất tính chung cho cả khu vực trong tháng I (hình 1.1, 1.2), trong tháng VII (hình 7.1, 7.2). Đồ thị hàm tương quan các thành phần U và V trên các mực 850, 700, 500, 300 và 200 hPa trong tháng I (từ hình 1.3-1.8), trong tháng VII (từ hình 7.3-7.8). Trong mỗi hình đều có ghi các đa thức xấp xỉ của từng hàm cấu trúc và hàm tương quan các thành phần gió.

Phân tích kết quả tính toán có thể rút ra một số nhận xét về đặc điểm của hàm cấu trúc và hàm tương quan các thành phần gió như sau:

- Xu thế biến thiên chung của hàm cấu trúc và hàm tương quan phù hợp với nhận định lý thuyết cũng như kết quả của các tác giả khác trong và ngoài nước [1], [2]. Trên mặt đất và mực 1000hPa, tại khoảng cách nhỏ cả hàm cấu trúc và tương quan đều biến thiên nhanh. Ngoài phạm vi vòng tròn có bán kính khoảng 1500km giá trị hàm cấu trúc tiến dần đến cực đại và giá trị hàm tương quan trở nên không đáng kể. Vì vậy, trong các bài toán thực tế khoảng cách này cần được lưu ý để sử dụng.

- Trong phạm vi khoảng cách nhỏ (dưới 300 km) hàm cấu trúc và hàm tương quan các thành phần U và V của gió biến thiên theo “quy luật bậc một”, ngoài khoảng cách đó diễn biến của chúng khá phức tạp. Kết quả này khá phù hợp với kết luận lý thuyết kinh điển đã nêu ở trên.

- Trong phạm vi khoảng cách dưới 500km, hàm tương quan có giá trị khá lớn, ngoài khoảng cách đó giá trị của chúng rất nhỏ và biến thiên theo khoảng cách diễn ra chậm. Điều này chứng tỏ tính tương quan của trường gió chỉ rõ nét trong khu vực địa lý có giới hạn và đặc tính biến động khá lớn theo không gian của bản thân trường gió thực.

- Sự biến thiên của hàm tương quan từ vùng này sang vùng khác, từ mùa này sang mùa khác không lớn, nhưng sự biến thiên từ tầng thấp lên tầng cao là đáng kể.

- Bán kính vùng hàm tương quan có giá trị lớn tăng dần theo chiều cao. Điều này chứng tỏ mức độ tương quan trong không gian của trường gió trên các mực tầng cao lớn hơn tương quan trên các mực tầng thấp.

- Qua phân tích kết quả tính toán, hàm cấu trúc và hàm tương quan vùng biển Đông trong trường hợp chung cũng như các trường hợp riêng theo từng hướng không có sự khác nhau lớn. Qua đó có thể thấy giả thuyết đồng nhất và đẳng hướng của trường gió có hạn chế trong phạm vi khu vực địa lý nhất định.

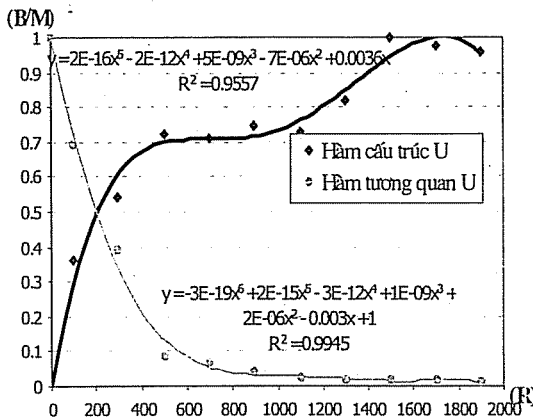
3. Kết luận

Trên đây là một số kết quả tính toán các hàm cấu trúc và tương quan cho trường các thành phần gió trong khu vực biển Đông và lân cận. Qua phân tích có thể rút ra một số kết luận sơ bộ áp dụng trong các bài toán khí tượng ứng dụng với khu vực hạn chế và với một mức độ chính xác cho phép nhất định. Cụ thể là:

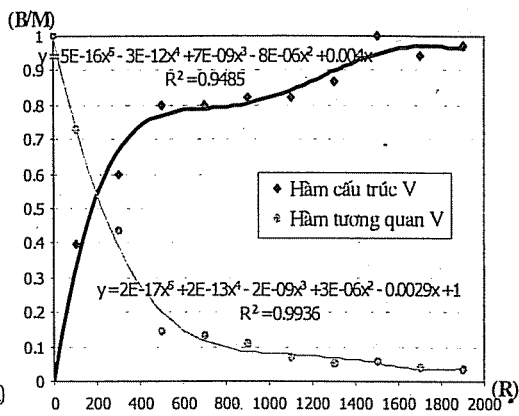
- Có thể sử dụng các hàm tương quan chung cho cả khu vực nghiên cứu;
- Trên các mực tầng thấp và tầng cao cần sử dụng các hàm tương quan khác nhau;

- Chỉ cần sử dụng một hàm tương quan duy nhất cho trường hợp chung mà không cần phân theo các hướng và phương cụ thể;

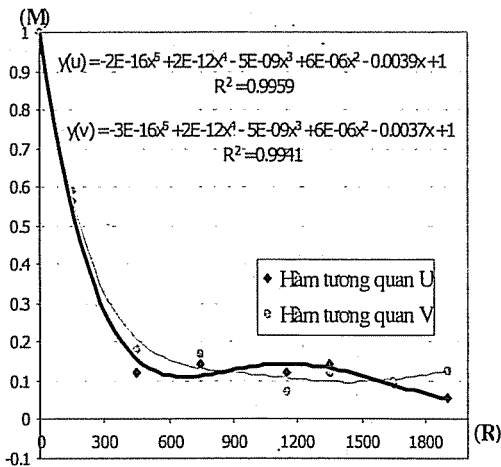
- Không cần sử dụng các hàm cho riêng từng tháng mà chỉ cần sử dụng 2 hàm khác nhau cho 2 mùa nóng và lạnh.



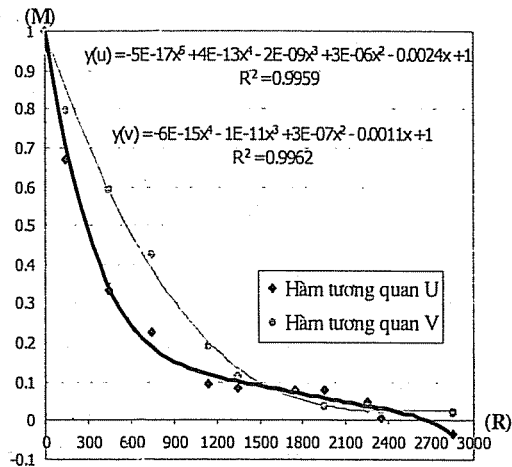
Hình 1.1. Đồ thị hàm cấu trúc và hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U mực mặt đất - tháng I



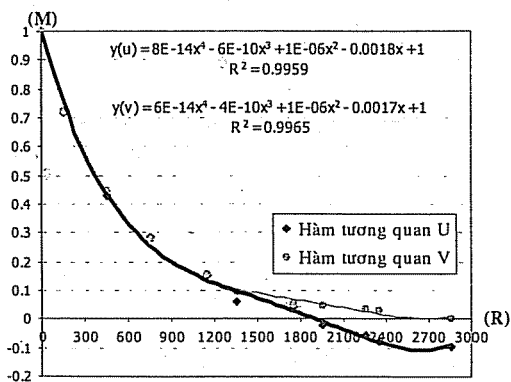
Hình 1.2. Đồ thị hàm cấu trúc và hàm tương quan chuẩn hoá thành phần V mực mặt đất - tháng I



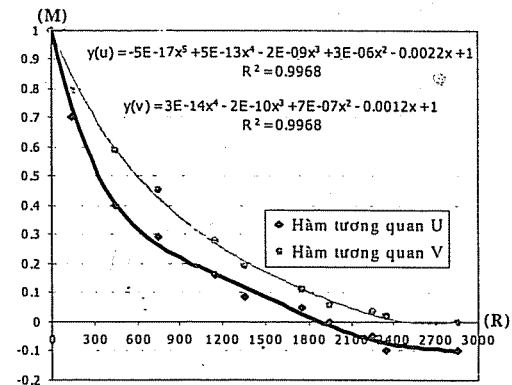
Hình 1.3. Đồ thị hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U,V mực 1000mb - tháng I



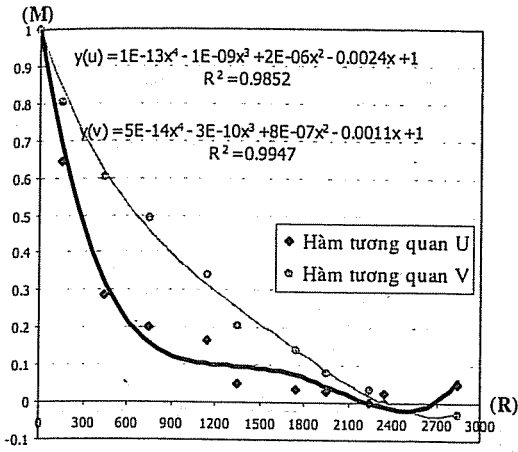
Hình 1.4. Đồ thị hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U,V mực 850mb - tháng I



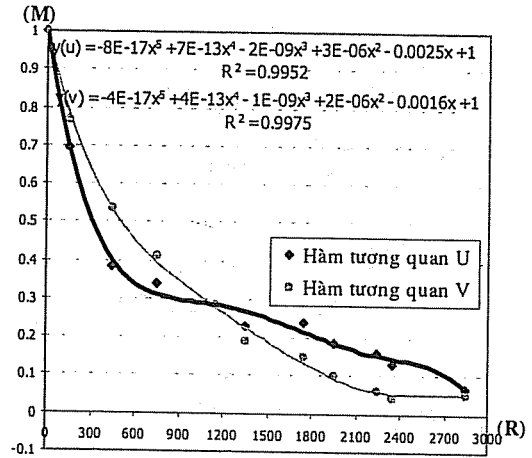
Hình 1.5. Đồ thị hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U,V mực 700mb - tháng I



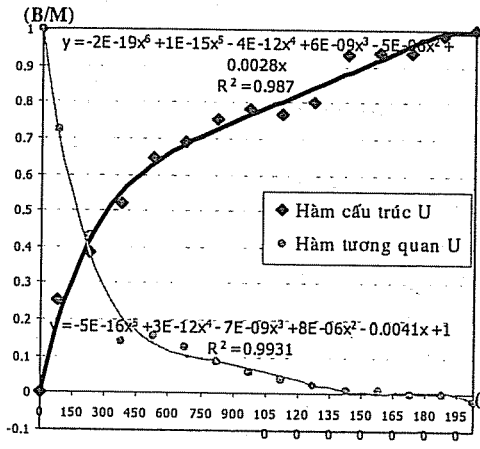
Hình 1.6. Đồ thị hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U,V mực 500mb - tháng I



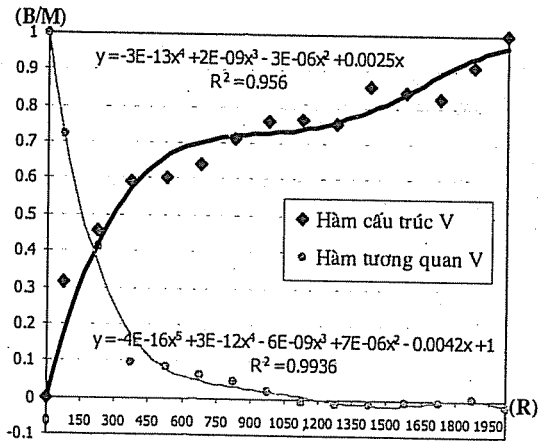
Hình 1.7. Đồ thị hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U, V mực 300mb - tháng I



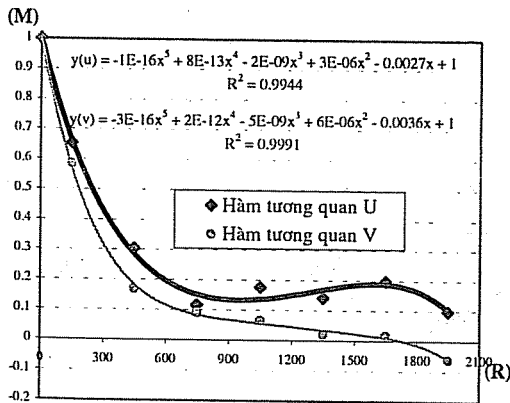
Hình 1.8. Đồ thị hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U, V mực 200mb - tháng I



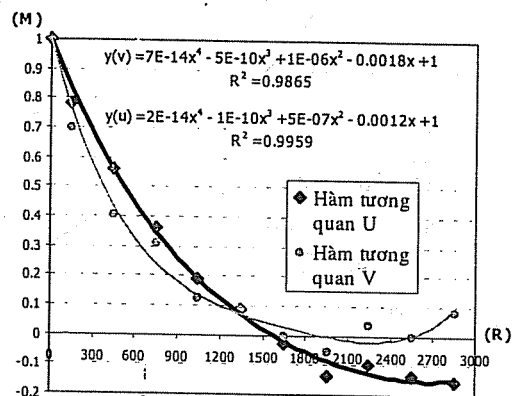
Hình 7.1. Đồ thị hàm cấu trúc và hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U mực mặt đất - tháng VII



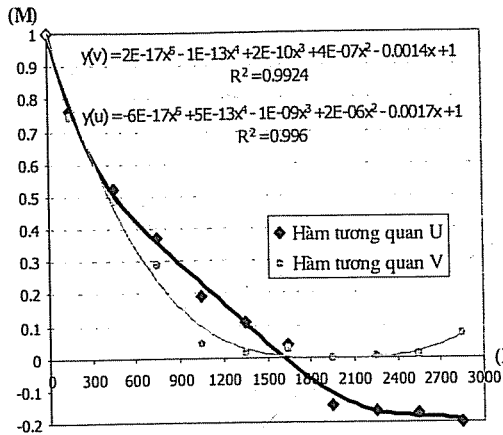
Hình 7.2. Đồ thị hàm cấu trúc và hàm tương quan chuẩn hoá thành phần V mực mặt đất - tháng VII



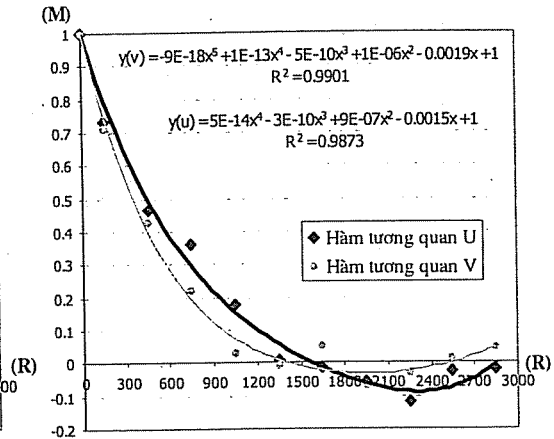
Hình 7.3. Đồ thị hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U, V mực 1000mb - Tháng VII



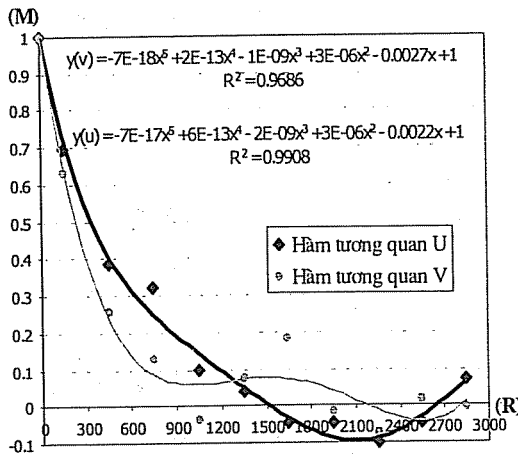
Hình 7.4. Đồ thị hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U, V mực 800mb - Tháng VII



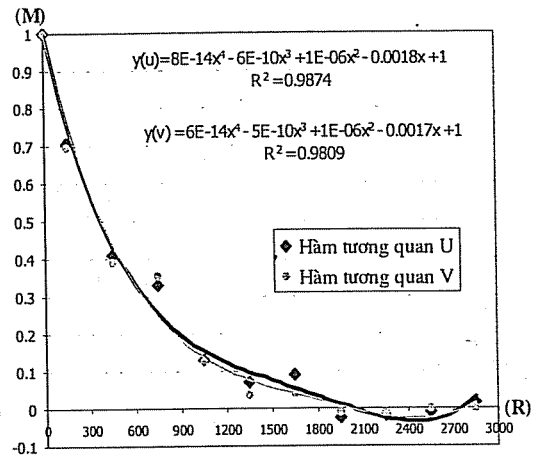
Hình 7.5. Đồ thị hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U,V mực 700mb - Tháng VII



Hình 7.6. Đồ thị hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U,V mực 500mb - Tháng VII



Hình 7.7. Đồ thị hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U,V mực 300mb - Tháng VII



Hình 7.8. Đồ thị hàm tương quan chuẩn hoá thành phần U,V mực 200mb - Tháng VII

Tài liệu tham khảo

1. Trần Tân Tiến, Nguyễn Đăng Quế. *Xử lý số liệu khí tượng và dự báo thời tiết bằng phương pháp thống kê vật lý*.- NXB Đại học Quốc gia, Hà Nội, 2002.
2. Kazakevich D.I. *Cơ sở lý thuyết hàm ngẫu nhiên và ứng dụng trong khí tượng thủy văn*.- NXB Khí tượng Thủy văn Lê-nin-grad, 1971.