

KHẢO SÁT DAO ĐỘNG CHU KỲ DÀI CÁC CHUỖI NHIỆT ĐỘ VÀ LƯỢNG MƯA TRẠM HÀ NỘI, PHÙ LIỄN VÀ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

NGUYỄN DUY CHINH

Viện KTTV

I. ĐẶT VẤN ĐỀ:

Trong nhiều công trình của ngành Khí tượng và của một số ngành có liên quan như ngành Xây dựng, ngành Y... các tác giả thường xét đến biến trình ngày và biến trình năm. Dĩ nhiên đây là các dao động có quy luật mà người ta đã phát hiện được từ lâu một cách trực giác, khi biểu diễn số liệu chuỗi quan trắc khí tượng lên hệ trục tọa độ. Thế nhưng cũng đã khá lâu người ta đã phát hiện được ở các chuỗi quan trắc khí tượng ngoài dao động có qui luật theo ngày và theo năm ra còn có các dao động có chu kỳ nửa năm, vài năm và nhiều năm. Nhiều tác giả trên thế giới đã xác định được các chu kỳ dao động của một số yếu tố như nhiệt độ, giáng thủy, áp suất không khí... bằng các phương pháp phân tích toán thống kê.

Ở nước ta, vấn đề nghiên cứu tính dao động có chu kỳ của các chuỗi quan trắc khí tượng đã được đề cập đến, nhưng cho đến nay hầu như chưa có công trình nào nghiên cứu về vấn đề này. Đối với nghiên cứu dự báo hạn vừa và hạn dài thì nghiên cứu tính dao động có chu kỳ phục vụ một cách thiết thực. Những nguyên nhân mà từ trước đến nay chưa tiến hành nghiên cứu được có thể là thứ nhất, nghiên cứu tính dao động có chu kỳ của các chuỗi số liệu quan trắc đòi hỏi phải áp dụng các mô hình toán thống kê hiện đại như phương pháp xác định phổ, phương pháp lọc toán học... Mặt khác, muốn áp dụng được các mô hình toán thống kê phức tạp đó cần phải có phương tiện tính toán có tốc độ cao, bộ nhớ lớn. Ở các nước phát triển việc dùng phương tiện tính toán điện tử vào công tác nghiên cứu khoa học đã được thực hiện hơn vài chục năm nay, thực tế đó ở nước ta chỉ mới là bước đầu. Thứ hai, trong thực tế chúng ta chưa đầu tư chưa có người đi sâu nghiên cứu vấn đề này.

Ở nước ta có thể nói các chuỗi quan trắc khí tượng đặc biệt hai yếu tố nhiệt độ không khí và lượng mưa của các trạm Hà Nội, Phù Liễn và thành phố Hồ Chí Minh là dài nhất. Chính vì thế chúng tôi muốn khảo sát dao động chu kỳ dài của 6 chuỗi số liệu hai yếu tố nhiệt độ và lượng mưa của các trạm trên nhằm nêu được một vài kết luận bước đầu phục vụ các vấn đề nghiên cứu khác.

II. MỘT VÀI NÉT VỀ CÁC PHƯƠNG PHÁP ÁP DỤNG:

II.1. Phổ phương sai:

Các chuỗi quan trắc khi tượng thường được xem như là các chuỗi ngẫu nhiên. Khi xét sự tương quan giữa hai hoặc nhiều yếu tố người ta thường xác định các hệ số tương quan tuyến tính giữa các cặp giá trị tồn tại, nhằm rút ra được những biến thiên chủ yếu. Trong chuỗi ngẫu nhiên các thành phần (giá trị) của chuỗi cũng tương quan lẫn nhau. Sự tương quan trong một chuỗi nhất định người ta gọi là tự tương quan. Hàm biểu diễn mối tương quan đó làm hàm tự tương quan

Trong khi tượng việc gọi phổ là phổ phương sai có lẽ hợp lý nhất, vì nó có thứ nguyên của phương sai (bình phương thứ nguyên chuỗi quan sát). Hàm tự tương quan kinh nghiệm được viết ở một vài dạng khác nhau, ở đây chúng tôi nêu ra công thức được dùng nhiều nhất trong các nghiên cứu [6]

$$R_k = \frac{1}{N-k} \sum_{i=1}^{N-k} x_i x_{i+k} - \left(\frac{1}{N-k} \sum_{i=1}^{N-k} x_i \right) \left(\frac{1}{N-k} \sum_{i=1}^{N-k} x_{i+k} \right) \quad (1)$$

trong đó: $k = 0, 1, 2, \dots, M-1$ - bước dịch chuyển, M là bước dịch chuyển cực đại;

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad - \text{ giá trị trung bình chuỗi quan sát có độ dài là } N$$

R_k - hàm tự tương quan.

Như đã biết, phép biến đổi Furiê được định nghĩa trong phạm vi $(-\infty, \infty)$ mà độ dài các chuỗi số liệu quan trắc là có hạn, cho nên để có thể áp dụng được phép biến đổi Furiê từ R_k cho việc xác định phổ thì trước đó R_k phải được nhân với một hàm dịch chuyển (lag window) * nào đó nhằm thu được một ước lượng phổ gần đúng với phổ thực. Có nhiều hàm cửa sổ khác nhau: hàm cửa sổ của Furiê, Bacle Han, Hamming, RBB, Arsac và Parzen[8]. Ở đây chúng tôi nêu và áp dụng hàm cửa sổ của J.V. Han (Hanning - lag window):

$$D_k = \begin{cases} \frac{1}{2} \left(1 + \cos \frac{\pi k}{M} \right) & \text{đối với } |\tau| < M \Delta t \\ 0 & \text{đối với } |\tau| > M \Delta t \end{cases} \quad (2)$$

Trong đó $\tau = k \Delta t$ với $k = 0, 1, 2, \dots, M-1$; Δt bước thời gian cách đều (chẳng hạn 1 tháng). Như vậy, sau khi đưa hàm cửa sổ vào công thức xác định phổ phương sai kinh nghiệm có dạng [5, 6]:

$$P(h) = \frac{1}{M} \left[R_0 + \sum_{k=1}^{M-1} R_k \left(1 + \cos \frac{\pi k}{M} \right) \cos \frac{\pi h k}{M} \right] \quad (3)$$

với $h = 1, 2, \dots, M-1$. Tại các điểm nút $h = 0$ và $h = M$ giá trị phổ được xác định theo tính chất của nó bằng công thức:

* Ở nước ta hàm dịch chuyển này được gọi là hàm cửa sổ.

$$P(o) = \frac{1}{2M} \left[R_o + \sum_{k=1}^{M-1} R_k \left(1 + \cos \frac{\pi k}{M} \right) \right] \quad (4)$$

$$P(M) = \frac{1}{2M} \left[R_o + \sum_{k=1}^{M-1} R_k \left(1 + \cos \frac{\pi k}{M} \right) \cdot (-1)^k \right]$$

Từ các công thức (1), (3) và (4) ta thu được một phổ rời rạc xem như là ước lượng của phổ thực của quá trình ngẫu nhiên được xét. Theo G.W. Brier [3] (sau đó J. Taubenheim [7] khẳng định thêm bằng kết quả tính toán) thì một ước lượng phổ đủ chính xác khi bước dịch chuyển cực đại M bằng từ 5-10% độ dài chuỗi quan sát. Tần số của dao động nằm trong khoảng:

$$\frac{1}{2M\Delta t} \leq f_k = \frac{k}{2M\Delta t} \leq \frac{1}{2\Delta t} \quad \text{với } k = 1, 2, \dots, M$$

do đó, ước lượng phổ phân tích được sóng ngắn nhất có chu kỳ $T_{\min} = 2\Delta t$ và sóng dài nhất có chu kỳ $T_{\max} = 2M\Delta t$. Tần số lớn nhất cho phép phân tích $f_k = 1/2\Delta t$ người ta gọi là tần số Nyquist ($k = M$). Một ước lượng phổ bao giờ cũng chứa một hoặc nhiều đỉnh phổ. Mỗi đỉnh phổ đặc trưng cho một chu kỳ của dao động tương ứng với tần số mà đỉnh phổ xác định. Đỉnh phổ càng nổi bật thì chu kỳ dao động càng chiếm ưu thế. Do đó, từ đồ thị biểu diễn ước lượng phổ người ta có thể tìm được các chu kỳ dao động của chuỗi quan sát. Trong thực tế việc sử dụng trực tiếp số liệu quan trắc để khảo sát sự dao động có chu kỳ của các yếu tố khí tượng gặp nhiều khó khăn, vì biến trình ngày và biến trình năm trong phổ phương sai nổi bật lên rất rõ làm lu mờ các dao động khác. Do đó, cần phải khử biến trình ngày và biến trình năm trước khi xác định phổ phương sai bằng cách tính trung bình trượt theo công thức:

$$X_{tr}(i) = \frac{1}{M_{tr}} \sum_{k=1}^{M_{tr}} x(i+k) \quad (5)$$

trong đó $i = 0, 1, 2, \dots, N-M_{tr}$

x_i — các giá trị ban đầu

X_{tr} — các giá trị đã trượt.

M_{tr} — bước trượt, chẳng hạn khử biến trình ngày thì

$M_{tr} = 24$; khử biến trình năm $M_{tr} = 12 \dots$

Phép tính trung bình trượt thực chất là phép lọc tần thấp ở dạng đơn giản nhất với một trọng lượng lọc không đổi. Phổ phương sai tính theo chuỗi các giá trị đã trượt X_{tr} cho phép nhận biết một cách dễ dàng các chu kỳ của dao động thông qua các đỉnh phổ nổi bật của nó.

II. 2 Phép lọc dài

Trong thực tế, chúng ta thường dùng một số biện pháp để loại bỏ các nhiễu loạn sóng ngắn của các chuỗi quan trắc khi áp dụng mô hình toán để khảo sát. Thực chất của việc làm trơn (làm nhẵn) này là loại bỏ các dao động tần cao để làm nổi bật tín hiệu tần thấp (sóng dài). Chính vì thế mà

người ta gọi phép làm trơn này là phép lọc tần thấp. Ngược lại, khi khảo sát các dao động tần cao (sóng ngắn) mà loại bỏ các dao động tần thấp thì người ta áp dụng phép lọc tần cao. Trong một số trường hợp người ta muốn tìm hãm những dao động nằm ngoài một vùng tần nhất định và khảo sát các tín hiệu trong dải tần chú ý đó thì áp dụng phép lọc dải. Tùy theo mục đích của từng bài toán mà có thể áp dụng những phép lọc khác nhau [5.7]. Cùng với phương pháp phân tích phổ trong nghiên cứu dao động có chu kỳ người ta thường áp dụng phép lọc dải. Phương pháp phân tích phổ cho biết những chu kỳ chủ yếu trong chuỗi số liệu quan sát, trên cơ sở đó có thể áp dụng phép lọc dải để phân tích được các sóng mong muốn. Phương pháp lọc dải cho phép nhận biết những thông tin chi tiết về đáng điệu và biên độ của dao động. Trong trường hợp chuỗi quan trắc rời rạc, cách đều, công thức lọc có dạng tổng quát như sau:

$$x_F(i) = \sum_{k=-n}^m w(k) \cdot x(i-k) \quad (6)$$

trong đó $x(i)$ — chuỗi số liệu ban đầu

$x_F(i)$ — chuỗi các giá trị đã lọc

$w(k)$ — toán tử lọc (hàm trọng lượng).

Thông thường người ta áp dụng các toán tử lọc đối xứng, tức là $w(k) = w(-k)$ đối xứng qua $w(0)$. Lúc này $w(0)$ là trọng lượng trung tâm và $n = m$. Công thức lọc khi áp dụng hàm trọng lượng đối xứng bây giờ có thể viết ở dạng tiện cho việc lập chương trình tính toán như sau:

$$x_F(i) = w(0) x(i) + \sum_{k=1}^m w(k) [x(i+k) + x(i-k)] \quad (7)$$

Từ công thức (7) có thể tính được chuỗi các giá trị đã lọc và từ đó có thể xác định được các chu kỳ cụ thể của chuỗi thời gian lựa chọn. Một ưu thế quan trọng khác của phương pháp lọc dải là cho phép nhận biết tính dao động trong từng thời đoạn của chuỗi thời gian ban đầu thông qua sự thay đổi biên độ của chuỗi đã lọc. Trên đây là cơ sở quan trọng của việc nghiên cứu các dao động có chu kỳ bằng phương pháp số trị.

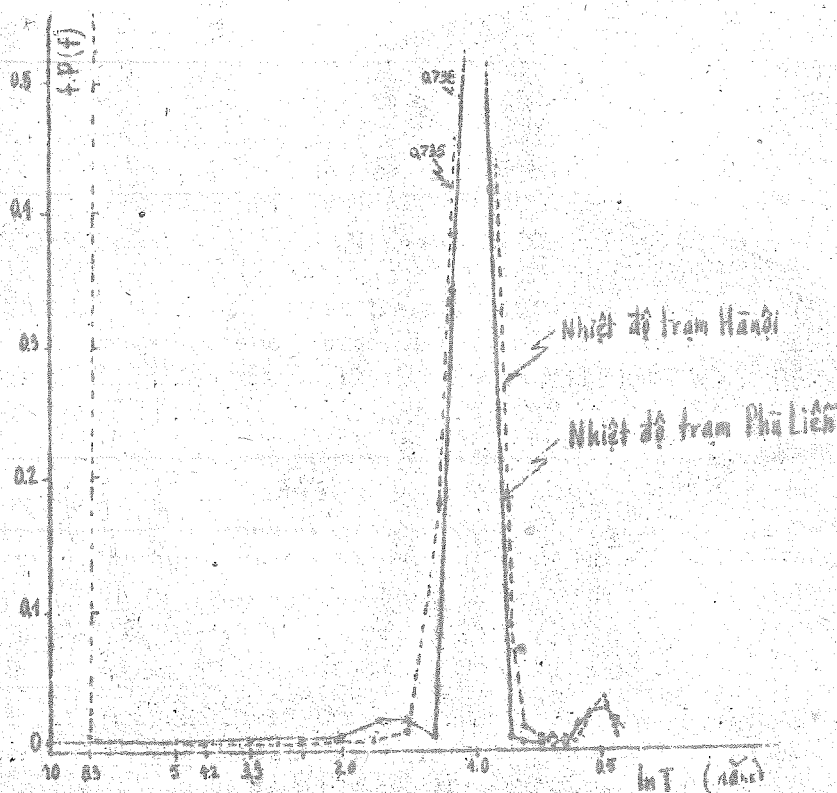
III. KẾT QUẢ:

Sau khi kiểm tra mức tin cậy của các chuỗi quan trắc khí tượng ta có thể chọn các chuỗi số liệu sau vào phân tích:

- | | |
|------------------------|---|
| Trạm Hà Nội: | 1) chuỗi lượng mưa tháng (1886 — 1980) |
| | 2) chuỗi nhiệt độ trung bình tháng (1927 — 1980). |
| Trạm Phú Liên: | 3) chuỗi lượng mưa tháng (1906 — 1980) |
| | 4) chuỗi nhiệt độ trung bình tháng (1906 — 1980). |
| Trạm T.P. Hồ Chí Minh: | 5) chuỗi lượng mưa tháng (1906 — 1980). |
| | 6) chuỗi nhiệt độ trung bình tháng (1927 — 1980). |

Phổ phương sai của các chuỗi số liệu ban đầu đều cho biết đỉnh phổ rất nổi bật ở chu kỳ 12 tháng (1,0 năm) (hình 1). Kết quả này rất hợp lý, vì nó phản ánh chính xác quy luật dao động ổn định của các chuỗi nhiệt độ và

lượng mưa - đó chính là biến trình năm. Ngoài đỉnh phổ nổi bật đó ra trong phổ còn tồn tại các đỉnh phụ mờ hơn nhiều, đó là các đỉnh của chu kỳ 6 tháng, gần 2 năm, gần 3 năm....



Hình 1 — Phổ phương sai chuỗi số liệu ban đầu.

Bằng cách tính các giá trị trung bình trượt 12 tháng theo công thức (5), biến trình năm bị loại bỏ và các chu kỳ khác được nổi bật lên trong phổ các giá trị đã trượt. Bảng 1 cho thấy kết quả xác định phổ đã trượt, trong đó các chu kỳ tương ứng với các đỉnh phổ nổi bật (hình 2a, 2b và 2c).

Bảng 1 — Kết quả phân tích chu kỳ dài bằng phổ phương sai các chuỗi đã tính trung bình trượt 12 tháng

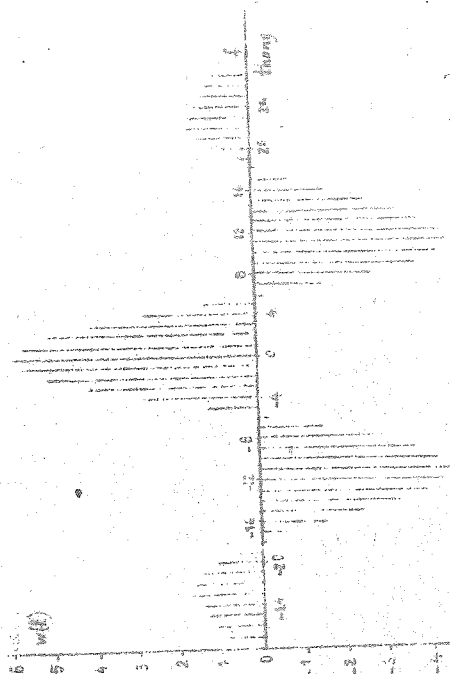
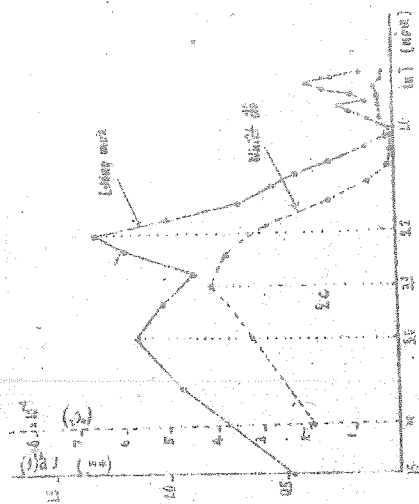
Thứ tự	Yếu tố khí hậu lựa chọn	Chu kỳ (năm)		
		2,2	3,3	5,0
1	— Lượng mưa tháng trạm Hà Nội (1886 — 1980)	2,08	—	—
2	— Nhiệt độ trung bình tháng trạm Hà Nội (1927 — 1980)	2,10	—	—
3	— Lượng mưa tháng trạm Phủ Liễn (1906 — 1980)	2,0	—	5,0
4	— Nhiệt độ trung bình tháng trạm Phủ Liễn (1906 — 1980)	2,0	3,3	—
5	— Lượng mưa tháng trạm T.P Hồ Chí Minh (1906 — 1980)	2,14	—	5,0
6	— Nhiệt độ trung bình tháng trạm T.P Hồ Chí Minh (1927 — 1980)	—	3,3	—

Qua bảng 1 và các hình 2a, 2b, 2c ta thấy rằng trong phạm vi chuỗi lượng mưa tháng và chuỗi nhiệt độ trung bình tháng trạm Hà Nội chu kỳ gần 2 năm chiếm ưu thế tuyệt đối. Đây là đặc điểm đáng chú ý của 2 chuỗi khí hậu này trong phạm vi số liệu hiện có. Đối với công tác nghiên cứu dự báo hạn dài phải nói đây là một thuận lợi đáng kể. Phổ phương sai của chuỗi lượng mưa tháng và nhiệt độ trung bình tháng trạm Phủ Liễn không thể hiện được ưu thế đó, vì bên cạnh chu kỳ 2,0 năm còn có chu kỳ 3,3 năm và 5,0 năm tương đối nổi bật. Trong phổ phương sai chuỗi nhiệt độ trung bình tháng trạm T.P Hồ Chí Minh chỉ tồn tại 1 đỉnh phổ đặc trưng cho chu kỳ 3,33 năm, hơi tù. Chuỗi lượng mưa tháng trạm T.P Hồ Chí Minh có 2 chu kỳ là 2,14 năm và 5,0 năm, trong đó chu kỳ gần 2 năm nổi bật hơn.

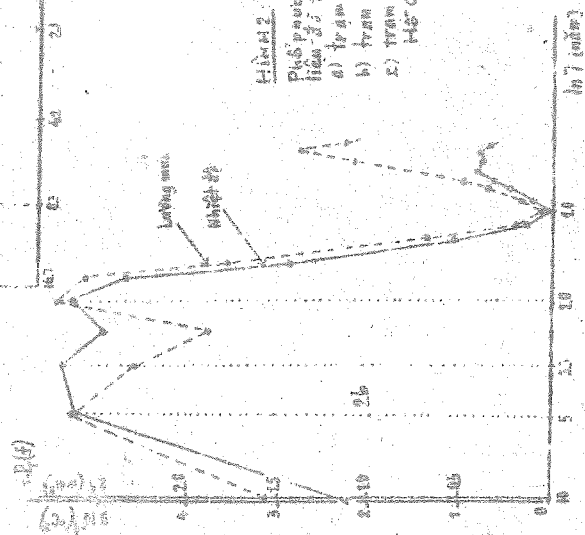
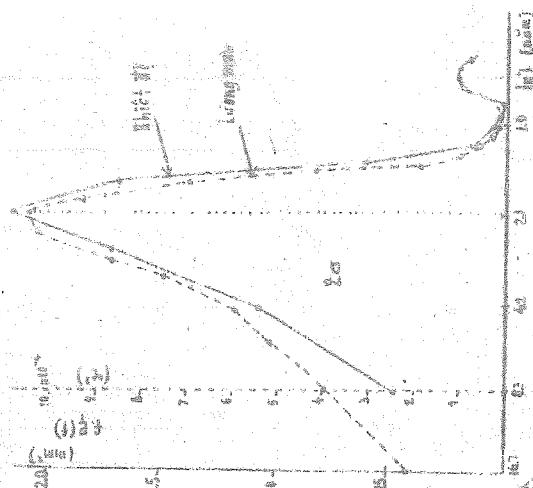
Các chu kỳ gần 2 năm, 3 năm và 5 năm là các chu kỳ phụ ngoài chu kỳ chính 11 năm của vết đen mặt trời có ảnh hưởng đến sự biến đổi của các yếu tố khí tượng mặt đất [6]. Ngoài ra theo W. Boehme [1] thì « chu kỳ 2 đến 2,5 năm là một chu kỳ tự nhiên duy nhất của hoàn lưu chung khí quyển, nếu không chú ý đến biến trình năm tám thường ». Chu kỳ gần 2 năm của các chuỗi khí hậu chọn vào phân tích ở trên như vậy là có liên quan đến chu kỳ gần 2 năm của vết đen mặt trời và hoàn lưu chung khí quyển.

Từ kết quả phân tích phổ phương sai này ta có thể áp dụng toán tử lọc dải gần 2 năm (26 tháng) với sự tái qua lớn nhất ở chu kỳ 24 tháng của H.E Landsberg [4] (hình 3). Kết quả lọc dải với toán tử này được biểu diễn chẳng hạn ở hình 4,5. Chuỗi nhiệt độ trung bình tháng trạm T.P Hồ Chí Minh được lọc với toán tử 3,3 năm (40 tháng). Một cách rõ ràng ta có thể nhận thấy được tính dao động của các chuỗi khí hậu này, khi biểu diễn chuỗi giá trị đã lọc dải lên hệ tọa độ. Các chu kỳ của dao động bây giờ có thể nhìn thấy một cách cụ thể thông qua các cực đại và cực tiểu cũng như biên độ của chuỗi đã lọc.

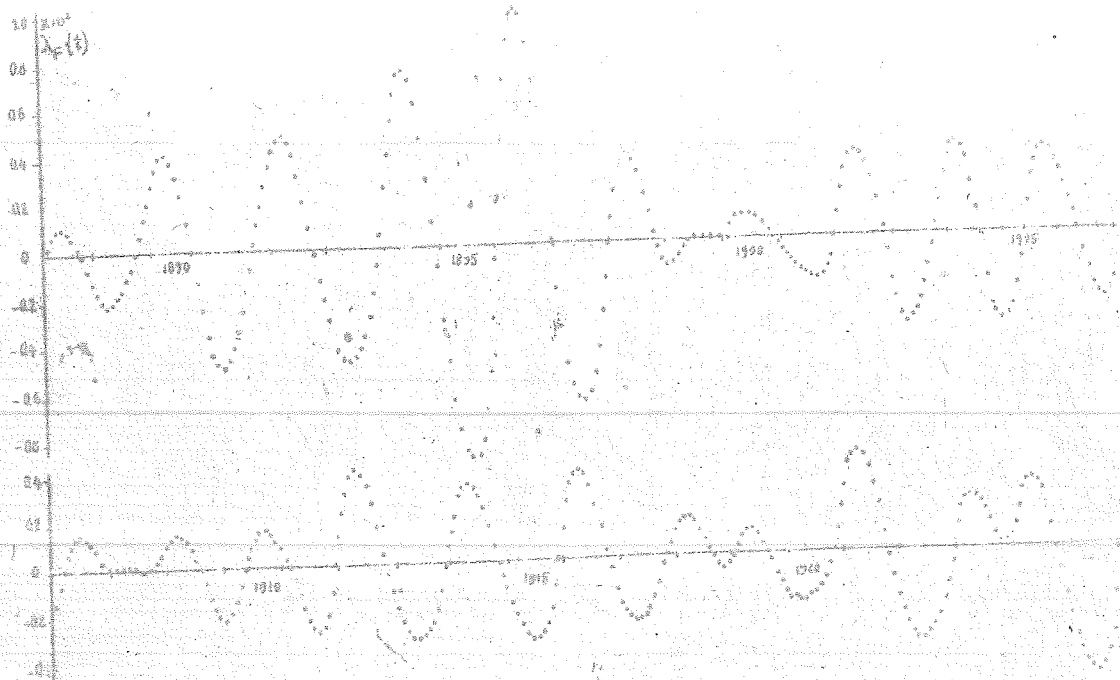
(*) Chuỗi nhiệt độ trung bình tháng trạm T.P Hồ Chí Minh được lọc với toán tử 3,3 năm (40 tháng)



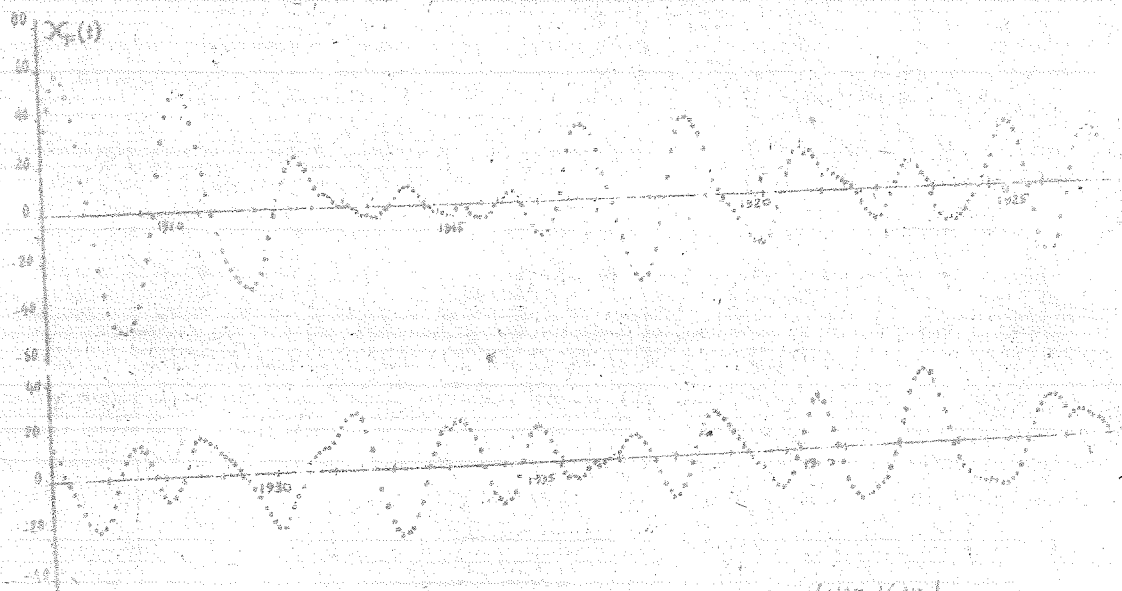
Hình 1. Thay đổi của các yếu tố khí tượng theo thời gian (1961) với các tài liệu từ một trạm khí tượng.



Hình 2. Các phương sai của các yếu tố khí tượng theo thời gian (1961) với các tài liệu từ một trạm khí tượng.



Hình 4. Chuỗi lượng mưa tháng trạm Hà Nội (1886-1951) đã lọc với tần số lọc dài của LANDSBERG (1-62) (trích từ 1929)



Hình 5. Chuỗi lượng mưa tháng trạm thành phố Hồ Chí Minh đã lọc với tần số lọc dài của H.E. LANDSBERG (trích từ 1944)

IV – KẾT LUẬN

Các mô hình toán của phương pháp phân tích phổ phương sai và phép lọc dải hỗ trợ lẫn nhau thành một phương pháp số trị, tiện lợi và khoa học cho việc nghiên cứu tính dao động có chu kỳ của các chuỗi khí hậu. Phương pháp phổ phương sai cho phép xác định các chu kỳ nổi bật của các chuỗi quan sát và phép lọc dải làm cụ thể hóa các dao động có chu kỳ đó bằng đường điện và biên độ của chuỗi đã lọc. Có thể nói đây là phương pháp nghiên cứu khách quan và khá chính xác. Hiện nay, ở nước ta đang bắt đầu nghiên cứu hạn dài một vài yếu tố khí hậu, như nhiệt độ, lượng mưa... bằng mô hình toán thống kê. Theo chúng tôi, nếu trước đó xác định được các chu kỳ của dao động thì việc mô tả các kết quả tính toán mới có cơ sở đúng đắn. Chính vì thế mà việc nghiên cứu tính dao động có chu kỳ của các chuỗi quan trắc khí tượng (dao động khí hậu) của nước ta và nghiên cứu các nguyên nhân và cơ chế vật lý gây ra những dao động đó là cần thiết.

TAI LIỆU THAM KHẢO.

1. W. Boehme. «Uber den etwa 2-jährigen Zyklus der allgemeinen Zirkulation und seine Ursachen». Habil. Schrift, Rostock, 1969.
2. R.B. Blackman and J.W. Tukey. «The measurement of power spectra». New York 1958.
3. G.W. Brier. «Some statistical aspects to long-term fluctuation in solar and atmospheric phenomena». Ann. New York Acad. Sci. 95 (1961), 173—187.
4. H.E. Landsberg (và cộng tác viên). «Power spectrum analysis of climatological data for Woodstock College, Maryland». Mont Wea. Rev. 87 (1959), 283—298.
5. Nguyễn Duy Chính. «Untersuchungen zur ein- und zweidimensionalen Filterung meteorologischen Beobachtungsdaten». Dissertation, Berlin, 1976.
6. Ch. —D. Schowiese. «Spektrale Varianzanalyse klimatischer Reihen im langperiodischen Bereich». Wiss. Mitl. Nr. 15 (1969), BRD.
7. J. Taubenheim. «Statistische Auswertung geophysikalischer und meteorologischer Daten». Leipzig, 1969.
8. F. De Meyer. «The sampling of continuous function». Miscellanea Serie C—No. 12 (1957)/.