

PHỔ NĂNG LƯỢNG CỦA CÁC CHUỖI
NHIỆT ĐỘ VÀ LƯỢNG MƯA Ở HÀ NỘI (1)

Nguyễn Thuyết
Phòng KHKT

NGHIÊN cứu những dao động chu kỳ dài của hoàn lưu gió mùa là một vấn đề cần thiết của việc nghiên cứu gió mùa. Vì thế trong Chương trình tiến bộ KHKT trọng điểm của Tổng cục : "Gió mùa" đã tiến hành đề tài :

"Biến thiên năm của các yếu tố gió mùa : nhiệt độ và lượng mưa".

Để phát hiện những dao động có tính chu kỳ và chuẩn chu kỳ của gió mùa, chúng tôi đã sử dụng công cụ : phân tích phổ năng lượng của các chuỗi số liệu về nhiệt độ và lượng mưa có được. Việc phân tích phổ được thực hiện cho các địa điểm đặc trưng cho các khu vực khác nhau và sẽ lần lượt được thực hiện trong quá trình triển khai đề tài nghiên cứu. Một trong những địa điểm ấy là Hà Nội, và việc phân tích phổ năng lượng của chuỗi số liệu nhiệt độ và lượng mưa ở Hà Nội đã được thực hiện ngay sau khi hoàn thành bộ chương trình tính phổ năng lượng trên máy tính điện tử.

I - SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Nhằm mục đích phát hiện những chu kỳ và chuẩn chu kỳ dài, nên chuỗi số liệu ngày ($\Delta t : 1$ ngày) là không thích hợp. Vì vậy chúng tôi chỉ quan tâm đến các chuỗi số liệu tháng ($\Delta t : 1$ tháng; với nhiệt độ là nhiệt độ trung bình tháng, với lượng mưa là lượng mưa tháng) và chuỗi số liệu năm ($\Delta t : 1$ năm) chuỗi số liệu năm thích hợp hơn với mục đích nghiên cứu của đề tài, song nó lại quá ngắn (lượng mưa chỉ có số liệu của 40 năm từ 1906 đến 1945, và nhiệt độ chỉ có số liệu của 45 năm từ 1927 đến 1971, để tính phổ bằng phương pháp ước lượng tuyến tính (tính trực tiếp biến đổi Fourier của chuỗi số liệu, hoặc tính biến đổi Fourier của chuỗi hệ số tự tương quan của chuỗi số liệu); trong khi chưa hoàn thành phương pháp ước lượng hồi qui (hay phương pháp entropy cực đại-MEM), nên chúng tôi đã sử dụng chuỗi số liệu tháng của lượng mưa trong thời kỳ 1906 - 1945 (40 năm - 480 số liệu) và trong thời kỳ 1927 - 1971 (45 năm - 540 số liệu) của nhiệt độ).

Để tính phổ năng lượng của các chuỗi số liệu trên, chúng tôi sử dụng phương pháp gián tiếp, và tính phổ đã chuẩn hóa. Trước hết tính tập hệ số tự tương quan $C_{11}(\tau)$ theo công thức :

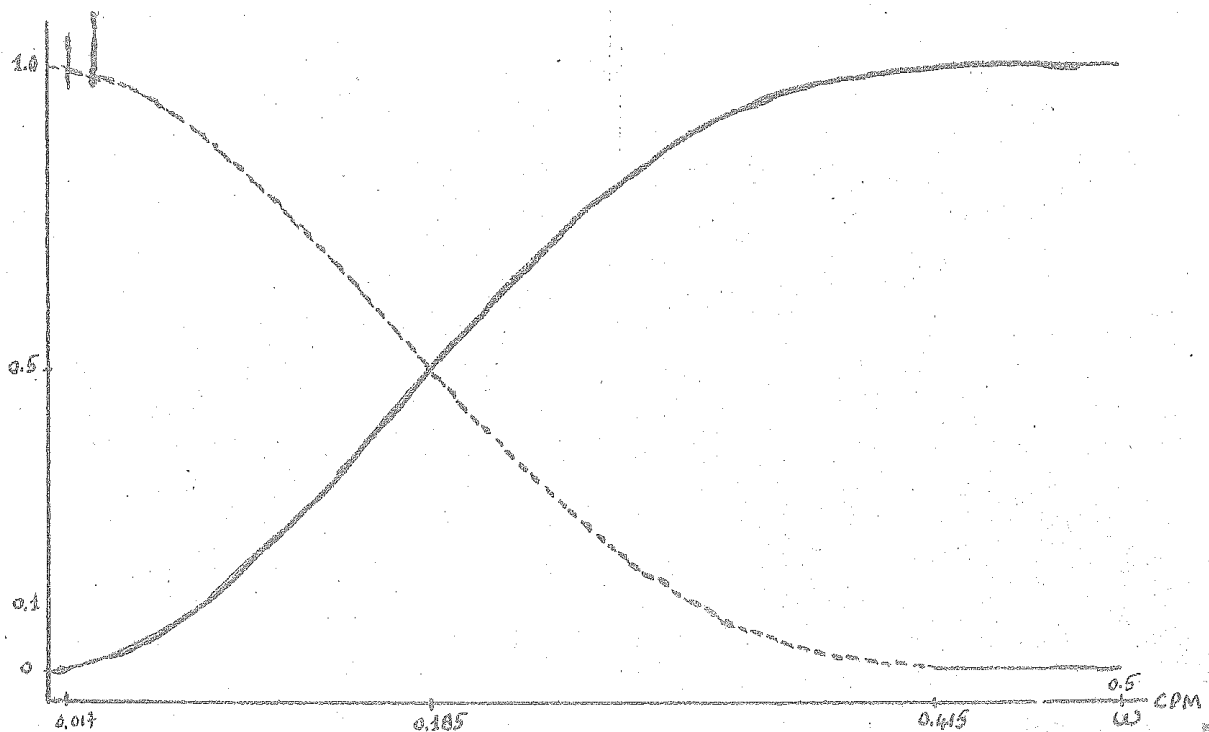
(1) Báo cáo tại hội nghị khoa học lần I của chương trình tiến bộ KHKT : "GIÓ MÙA".

$$c_{11}(\tau) = \frac{N}{N - \tau} \frac{\sum_{i=1}^{N-\tau} x_i x_{i+\tau}}{\sum_{i=1}^N x_i^2} \quad (1)$$

với $\tau = 0, 1, 2, \dots, m \dots$

trong đó $\{x_i\}$ là tập số liệu gồm có N số liệu, τ là bước trễ; khi tính phổ thô của chuỗi số liệu (phổ của chuỗi số liệu không lọc), chúng tôi lấy số lượng cực đại m của bước trễ bằng một phần ba độ dài chuỗi số liệu ($m : \frac{N}{3}$) để có được "bức tranh phổ" chi tiết nhất, vì đây là giới hạn cực đại cho phép khi chọn m . Khi tính các phổ tính của các chuỗi số liệu đã lọc bỏ tần số cao (phép lọc LPF) hay đã lọc bỏ tần số thấp (phép lọc HPF), chúng tôi chọn $m = \frac{N}{6}$ là giá trị nằm trong khoảng tối ưu ($\frac{N}{10} \leq m \leq \frac{N}{5}$) của m . Trong việc tính phổ năng lượng, theo Bendat và Piersol, số bậc tự do μ được tính theo công thức:

$$\mu = \frac{2N}{m} \quad (2)$$



Hình 1 : Đặc trưng tần số của bộ lọc.

- Đường chấm ứng với bộ lọc LPF.
- Đường liền ứng với bộ lọc HPF.

Như vậy trong phép tính phổ thô, số bậc tự do $\mu = 6$; số bậc tự do này cần thiết để tính khoảng tin cậy của giá trị của ước lượng phổ theo bảng tính của Munk, hoặc theo toán đồ của Koniev.

Ước lượng phổ S_ω được tính theo công thức :

$$S_\omega = \frac{1}{M} \left[C_{11}(0) + 2 \sum_{\tau=1}^{M-1} C_{11}(\tau) \cos \frac{2\pi\omega\tau}{M} + (-1)^\omega C_{11}(M) \right] \quad (3)$$

với $\omega = 0, 1, 2, \dots, M$ là thứ tự sóng và được làm trơn bằng các hệ số Hanning-Tukey :

$$\left. \begin{aligned} \hat{S}_0 &= \frac{1}{2}(S_0 + S_1) \\ \hat{S}_\omega &= 0,25 S_{\omega-1} + 0,5 S_\omega + 0,25 S_{\omega+1} \\ \hat{S}_M &= \frac{1}{2}(S_{M-1} + S_M) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Hàm lọc

Nhằm mục đích tìm kiếm các chu kỳ dài, chúng tôi thực hiện phép lọc LPF, lọc bỏ các tần số cao bằng cách lấy trung bình trượt có trọng lượng, mà các hệ số trọng lượng là các hệ số khai triển của nhị thức Newton :

$$K_i = \frac{NM!}{i!(NM-i)!} \quad (5)$$

Với $i = 0, 1, 2, \dots, NM!$ trong đó NM là bậc của nhị thức.

Bằng phép lọc LPF, ta được tập số liệu mới $\{x'_j\}$ mà :

$$x'_j = \frac{\sum_{i=0}^{NM} K_i x_{j+i} - \frac{NM}{2}}{\sum_{i=0}^{NM} K_i} \quad (6)$$

Để nghiên cứu chi tiết hơn dải tần số cao, chúng tôi thực hiện phép lọc HPF, lọc bỏ tần số thấp để có tập số liệu khác $\{\tilde{x}_j\}$ mà :

$$\tilde{x}_j = x_j - x'_j \quad (7)$$

Ở đây chúng tôi lấy $NM = 4$, tức là thực hiện phép lấy trung bình trượt 5 số hạng (ở đây là trung bình trượt 5 tháng). Phép lấy trung bình trượt có hệ số bằng nhau có ý nghĩa là một phép lọc triệt để, nghĩa là các dao động mà chu kỳ cỡ số đo nhỏ hơn số số hạng lấy trung bình đều bị là nhân (nói một cách khác là các sóng có tần số $f = \frac{1}{T}$, mà T là chu kỳ có số đo nhỏ hơn số số hạng lấy trung bình, đều bị lọc bỏ). Nhưng ở đây là phép lấy trung bình trượt có trọng lượng, nên phép lọc không triệt để, các dao động có chu kỳ nhỏ hơn 5 tháng vẫn còn qua được bộ lọc. Hình 1 biểu diễn đặc trưng tần số của các bộ lọc LPF và HPF. Đường biểu diễn cho thấy với bộ lọc LPF, các sóng có tần số từ $f = 0,185$ CPM (cycle

per month) ứng với chu kỳ $T = 5,4$ tháng trở lên chỉ có dưới 50% lọt qua bộ lọc, và tỷ lệ này giảm dần cho tới sóng có tần số $f = 0,415$ CPM (ứng với chu kỳ $T = 2,4$ tháng) trở đi thì bị hoàn toàn lọc bỏ. Ngược lại, với bộ lọc HPF, từ các sóng có tần số $f = 0,185$ CPM trở lên có trên 50% lọt qua bộ lọc, và tỷ lệ này tăng dần cho đến sóng có tần số $f = 0,415$ CPM trở đi thì hoàn toàn qua được bộ lọc, còn các sóng có tần số từ $f = 0,017$ CPM (ứng với chu kỳ $T = 60$ tháng) trở xuống đều bị lọc bỏ hoàn toàn. Qua kinh nghiệm của lần tính phổ này, chúng tôi thấy rằng cần lọc triệt để hơn, chọn $NM \gg 10$ sẽ cho những đồ thị phổ mịn hơn.

II - KẾT QUẢ TÍNH VÀ PHÂN TÍCH

Trong lần tính này chúng tôi còn thực hiện cả phép lọc BPF, lọc bỏ cả tần số cao lẫn tần số thấp bằng cách lọc nhẹ (với $NM = 2$) một lần nữa tập số liệu $\{\tilde{x}_j\}$, song kết quả không có gì đặc biệt nên không dẫn ra ở đây.

Các kết quả tính được thể hiện bằng 3 hình vẽ các đồ thị phổ của nhiệt độ và lượng mưa được thể hiện chung trong một hình vẽ để dễ nhận xét. (xem hình 2).

Hình 2 biểu diễn các đồ thị phổ thô (không lọc số liệu) của nhiệt độ và lượng mưa. Đường nét liền là phổ lượng mưa, còn đường chấm - gạch là phổ nhiệt độ. Trong hình vẽ có ghi khoảng tin cậy của các ước lượng phổ ứng với chu kỳ 1 năm và 6 tháng, tính theo bảng tính của Munk. Qua hình vẽ ta thấy đồ thị phổ của nhiệt độ chỉ nổi rõ hai đỉnh ứng với chu kỳ 1 năm và 6 tháng, thể hiện một nền nhiệt độ ổn định có 2 mùa rõ rệt trong 1 năm. Bên cạnh đó có hai đỉnh nhỏ, ít rõ rệt, một ứng với chu kỳ 2 năm còn một ứng với chu kỳ 10 tháng. Các dao động chu kỳ ngắn hầu như không thấy. Trái lại, đồ thị phổ của lượng mưa lại rất phức tạp. Ngoài 2 đỉnh nổi nhất ứng với các chu kỳ 1 năm và 6 tháng thể hiện 2 mùa: mưa và khô trong 1 năm, về phía dao động chu kỳ dài còn thấy các đỉnh ứng với các chu kỳ 2 năm, 3 năm và 5 - 6 năm. Đặc biệt về phía dao động chu kỳ ngắn nổi lên rất nhiều đỉnh san sát nhau, ứng với các chu kỳ là bội của những chu kỳ synop tự nhiên (5 - 7 ngày), thể hiện sự hoạt động không liên tục mà theo từng "xung" của gió mùa.

Hình 3 biểu diễn các đồ thị phổ đã qua bộ lọc LPF của nhiệt độ và lượng mưa. Do hiệu ứng của bộ lọc, còn thấy các đỉnh ứng với chu kỳ từ 6 tháng trở lên. Tuy các sóng ứng với chu kỳ 1 năm và 6 tháng đã bị ngăn lại trước bộ lọc khá nhiều, nhưng vẫn thể hiện là những đỉnh chủ yếu, chứng tỏ đây là những chu kỳ đặc trưng nhất, những sóng thành phần chủ yếu của quá trình. Qua hình vẽ còn thấy rõ sự phù hợp chặt chẽ giữa nhiệt độ và lượng mưa ở các đỉnh phổ ứng với chu kỳ 2 năm và 5 - 6 năm. Chu kỳ 2 năm đã được nhiều tác giả phát hiện là một chu kỳ hoạt động của hoàn lưu gió mùa. Còn chu kỳ 5 - 6 năm chưa thấy nói đến, nhưng chu kỳ này gợi cho ta nghĩ đến tác động của hoạt động Mặt trời đến hoạt động của gió mùa. Ta không thấy các chu kỳ dài hơn, có thể do hạn chế của độ dài chuỗi số liệu và khả năng phân giải của phép tính phổ lần này.

Hình 4 biểu diễn các đồ thị phổ đã qua bộ lọc HPF, nhằm đặc tả dải tần của các sóng ứng với chu kỳ nhỏ hơn 1 năm. Đường nhiên qua bộ lọc này, các đỉnh ứng với các dao động chu kỳ ngắn đã mô tả ở trên của phổ lượng mưa thể hiện rõ hơn.

2107 + 2457

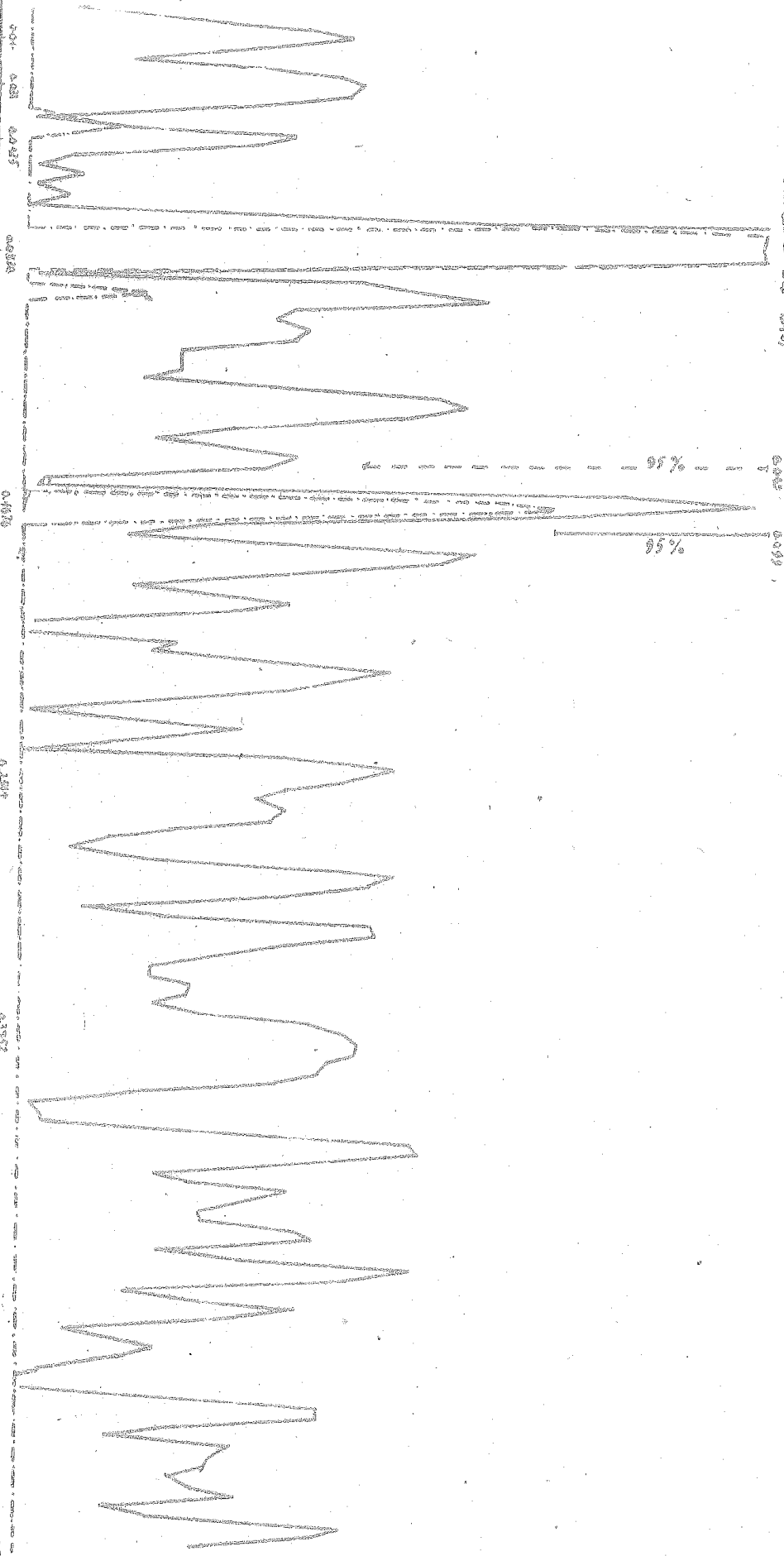
95%

95%

0.001 0.002 0.003 0.004 0.005 0.006 0.007 0.008 0.009 0.010 0.011 0.012 0.013 0.014 0.015 0.016 0.017 0.018 0.019 0.020 0.021 0.022 0.023 0.024 0.025 0.026 0.027 0.028 0.029 0.030 0.031 0.032 0.033 0.034 0.035 0.036 0.037 0.038 0.039 0.040 0.041 0.042 0.043 0.044 0.045 0.046 0.047 0.048 0.049 0.050 0.051 0.052 0.053 0.054 0.055 0.056 0.057 0.058 0.059 0.060 0.061 0.062 0.063 0.064 0.065 0.066 0.067 0.068 0.069 0.070 0.071 0.072 0.073 0.074 0.075 0.076 0.077 0.078 0.079 0.080 0.081 0.082 0.083 0.084 0.085 0.086 0.087 0.088 0.089 0.090 0.091 0.092 0.093 0.094 0.095 0.096 0.097 0.098 0.099 0.100

95%

95%



12

6

0.001

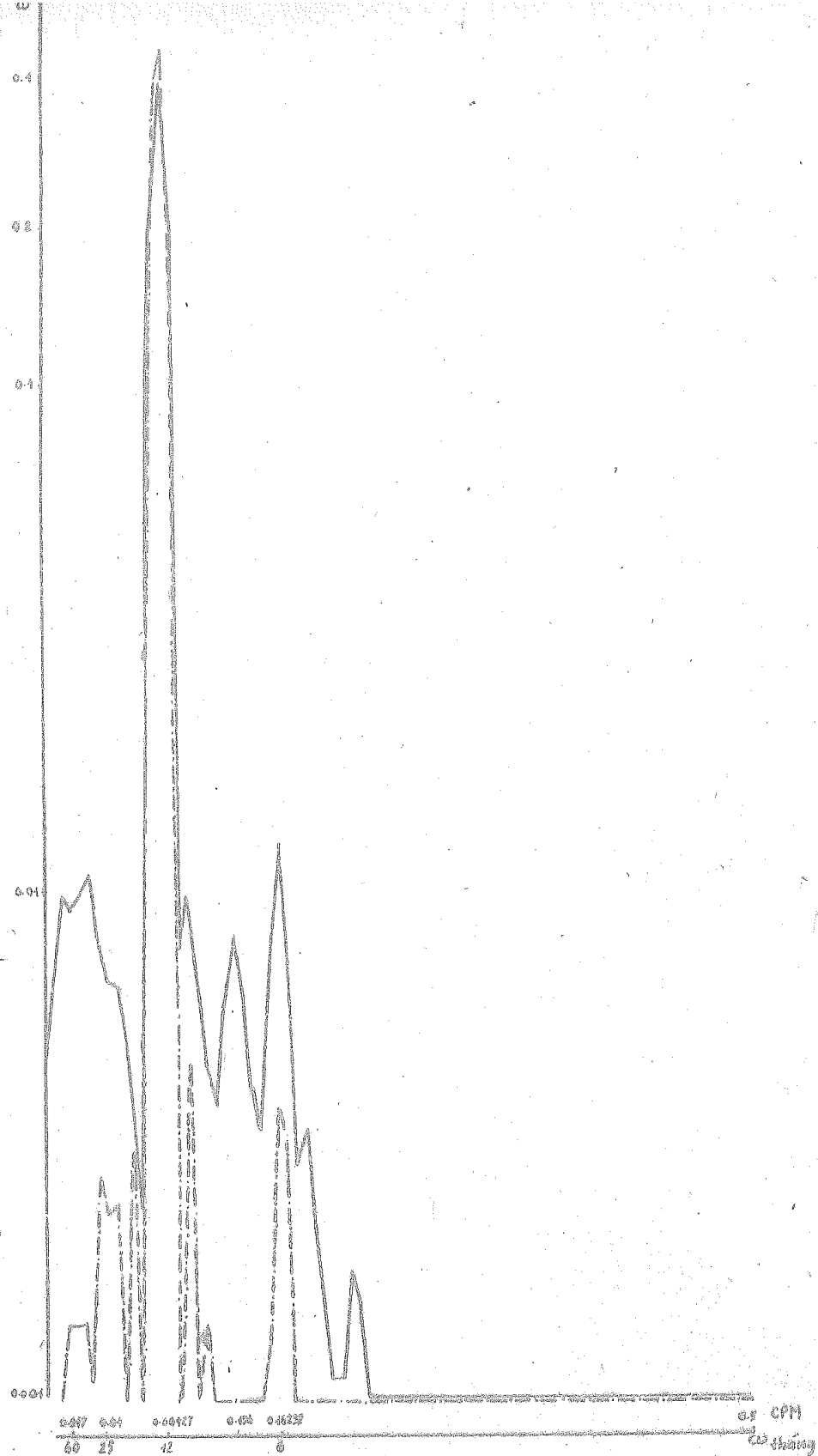
0.002

0.001

Hình 2: Phổ năng lượng của chuỗi nhiệt độ và lượng mưa ở Hà Nội (Số liệu không lọc).

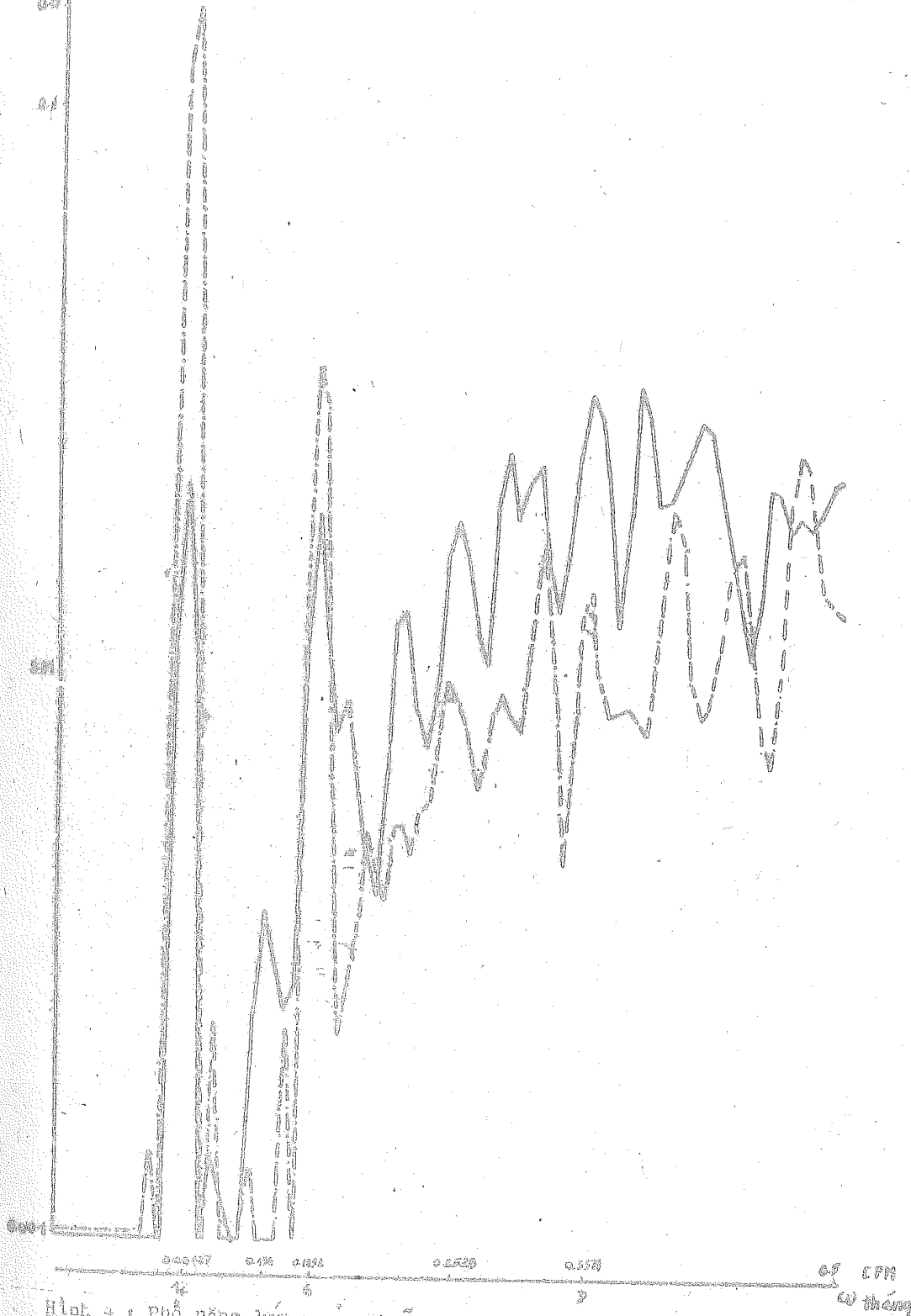
- Đường liền nét là phổ lượng mưa.
- Đường chấm - gạch là phổ nhiệt độ.

tháng 10



Hình 3: Phổ năng lượng của chuỗi nhiệt độ và lượng mưa ở Hà Nội
(dữ liệu đã lọc bỏ tần số cao - LPF).

- Đường liền nét là phổ lượng mưa.
- Đường chấm - gạch là phổ nhiệt độ.



Hình 4 : Phổ năng lượng của chuỗi nhiệt độ và lượng mưa ở Hà Nội
(3 liệu đã lọc bộ tần số thấp HPR).
- Đường liền nét là phổ lượng mưa.
- Đường chấm-gạch là phổ nhiệt độ.

Nhưng đặc biệt lý thú và đáng quan tâm ở hình vẽ này là sự phù hợp khá chặt chẽ giữa phổ của 2 yếu tố : nhiệt độ và lượng mưa. Trong đồ thị phổ thô của yếu tố nhiệt độ, ngoài đỉnh ứng với chu kỳ 6 tháng, không thấy một đỉnh nào ứng với các chu kỳ nhỏ hơn 1 năm. Vậy mà qua bộ lọc HPF, lại thể hiện rõ rệt các đỉnh phổ ứng với các chu kỳ ngắn là những bội của các chu kỳ synop tự nhiên, phù hợp với các đỉnh của phổ lượng mưa, nhất là các đỉnh ứng với các chu kỳ từ 3 tháng trở lên.

III - KẾT LUẬN

Qua phân tích trên cho thấy phép phân tích phổ là một công cụ tỏ ra có hiệu lực lớn trong việc nghiên cứu các chu kỳ biến thiên của các quá trình khí tượng. Hoạt động của gió mùa có tác động làm phân hóa nền nhiệt độ của địa phương, tuy nhiên rõ rệt nhất chỉ là việc phân hóa thành 2 mùa trong năm (thể hiện ở đỉnh phổ 6 tháng) phá vỡ tính địa đới của nhiệt độ ở khu vực nhiệt đới này, còn các qui luật phân hóa khác rất mờ nhạt, chỉ phát hiện được qua những bộ lọc tinh tế. Những đặc trưng của hoạt động gió mùa thể hiện rõ hơn qua yếu tố lượng mưa. Có thể nói tác động của gió mùa làm phân hóa mạnh nền nhiệt độ và mưa trong gió mùa, thể hiện ở mối tương quan chặt chẽ giữa mưa và nhiệt độ thông qua sự phù hợp giữa phổ năng lượng của chúng.

Đáng tiếc là việc chọn các giá trị đặc trưng trong kỹ thuật tính phổ lần này chưa thật đáp ứng yêu cầu nghiên cứu, các kỹ thuật tính phổ tinh tế hơn như phương pháp MEM chưa được ứng dụng, và cuối cùng là chưa tính được phổ tương hỗ (cross-spectrum) giữa nhiệt độ và lượng mưa nên kết quả phân tích còn bị hạn chế.

BÀI NÓI CỦA ĐỒNG CHÍ HOÀNG NÓ
ỦY VIÊN TRUNG ƯƠNG ĐẢNG, BÍ THƯ TỈNH ỦY TẠI HỘI NGHỊ
CHUYÊN ĐỀ VỀ MƯA VÀ TỔNG KẾT CÔNG TÁC ĐO MƯA 5 NĂM
(1979 - 1983) CỦA TỈNH SƠN LA
(tiếp theo trang 5)

hiều thì việc giải quyết vấn đề nước cho sản xuất, sinh hoạt càng ngày càng nổi lên thành một vấn đề kinh tế xã hội cấp bách của địa phương chúng ta.

Ngành Khí tượng thủy văn Sơn la là một ngành khoa học trẻ, gắn liền với thế mạnh thiên nhiên của Sơn la nên rất có triển vọng. Chúc cho ngành khoa học quan trọng này chóng trưởng thành; chúc sự phong phú của vấn đề khí hậu và thủy văn Sơn la sẽ sản sinh ra những nhà khoa học địa phương chân chính.

Xin cảm ơn các đồng chí !