

RA ĐA THỜI TIẾT MRL-5 NÂNG CẤP VỚI PHẦN MỀM “RAIS”

TS. Trần Duy Sơn

Gới thiệu ra đa thời tiết MRL-5 nâng cấp trạm Phù Liễn: Nâng cấp phần cứng, tự động hóa quá trình quan trắc và xử lý số liệu. Sản phẩm khí tượng của ra đa phong phú và có tính nghiệp vụ cao, có thể sử dụng trong dự báo thời tiết, theo dõi phát hiện và cảnh báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm cục bộ. Đặc biệt có sản phẩm về thời tiết hiện tại trong lãnh thổ 30km x 30 km rất hữu ích cho công tác phục vụ thông tin thời tiết cho địa phương.

1. Giới thiệu về ra đa thời tiết MRL-5

Ra đa thời tiết MRL-5 trạm Phù Liễn do Liên Xô chế tạo, được lắp đặt và đưa vào hoạt động từ năm 1989 phục vụ cho chương trình hợp tác nghiên cứu khí tượng nhiệt đới và bão. Lúc mới lắp đặt ra đa này có công nghệ điều khiển và xử lý số liệu bằng thủ công. Một số đặc điểm kỹ thuật cơ bản của ra đa MRL-5 là:

Có 2 băng sóng ($\lambda_1 = 3,2 \text{ Cm}$, $\lambda_2 = 10,0 \text{ Cm}$) cùng thu phát trên một ăng ten;

Độ rộng cánh sóng $\Theta_1=0,430$, $\Theta_2= 1,30$

Bán kính vùng quét là 300 km, có thể quét tròn và quét thẳng đứng;

Thông tin được lưu giữ trên giấy dưới dạng bản đồ phân bố độ phản hồi vô tuyến (PHVT) và hiện tượng thời tiết (quy toán được theo các chỉ tiêu nhận biết hiện tượng).

Tháng 5 năm 2010 Trung tâm KTTV QG đã tiến hành nâng cấp ra đa MRL-5 trạm Phù Liễn. Công việc nâng cấp được tiến hành theo hai giai đoạn:

a. Nâng cấp phần cứng

Về cơ bản thiết bị phần cứng của ra đa đã được nâng cấp như sau:

Hệ thống Ăng ten

Thay hệ thống điều khiển Ăng động cơ ЭMY bằng hệ thống động cơ điều khiển SECVO DRIVER,

giảm năng lượng tiêu hao, tăng độ chính xác góc dừng Ăng ten.

Hệ thống Thu-Phát

Thay mới các Magnhetron băng sóng λ_1 và λ_2 ; Thay thế bộ khuếch đại siêu cao dùng đèn sóng chạy bằng bộ khuếch đại bán dẫn tăng độ nhạy cho máy thu, đạt đến giá trị -110dBm .

Hệ thống xử lý thông tin góc

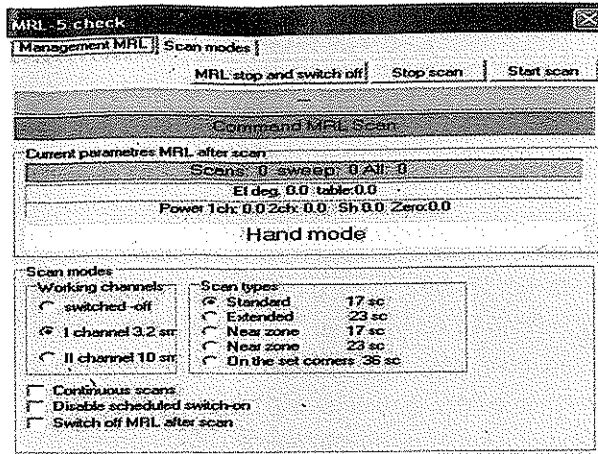
Thay mới các bảng mạch trong tủ xử lý thông tin góc, bảo dưỡng và hiệu chỉnh lại hệ thống VANKOD

Điều chỉnh và đồng bộ hóa hệ thống phần cứng của ra đa, cân chỉnh thiết bị và hiệu chỉnh các tham số kỹ thuật, đưa các tham số về mức danh định trước khi lắp đặt thiết bị tự động hóa và cài đặt phần mềm.

b. Phần mềm điều khiển và xử lý thông tin

Phần mềm RAIS – Phiên bản nâng cấp của phần mềm RAOB(bổ sung nhiều góc nâng hơn), dùng hệ điều hành WINDOWS XP2 Professional, đã được cài đặt để tự động hóa quá trình quan trắc, xử lý, lưu trữ và phát báo thông tin cho MRL-5 [1]

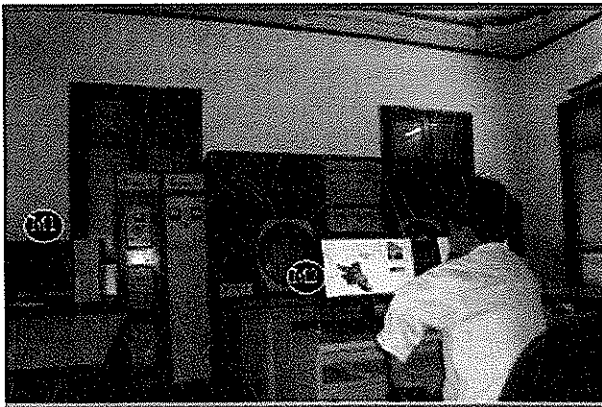
Chế độ quét (số lượng góc cao, chu kỳ quét, tắt máy sau mỗi chu kỳ quét hay để ở chế độ chờ đợi ... của MRL-5 phụ thuộc vào trường mây thực tế. Hình 1 là bản điều khiển chế độ quét của phần mềm RAIS.



Hình 1. Bảng điều khiển chế độ quét tự động của MRL-5

Ra đa quét ở bán kính tối đa là 300 km nhưng khi hiển thị thông tin, tùy thuộc vào người sử dụng, có thể chọn một trong số 4 loại bán kính khác nhau là : 65 km; 120 km; 150 km; 300 km. Bán kính hiệu dụng là 240 km

Buồng điều khiển ra đa gồm 2 máy tính (Hình 2): máy M2 điều khiển, xử lý và hiển thị thông tin, M1 theo dõi và thông báo trạng thái hoạt động của hệ thống ăng ten.



Hình 2. Buồng điều khiển ra đa MRL-5 nâng cấp

Không phụ thuộc vào số lượng góc quét trong một chu trình, từ 17 đến 36 góc cao khác nhau, thời gian cần thiết cho một chu trình quét và xử lý thông tin hoàn chỉnh không vượt quá 8 phút. Thời gian trích xuất 1 sản phẩm khí tượng không quá 5 giây.

2. Sản phẩm khí tượng của ra đa thời tiết MRL-5

a. Bản đồ hiện tượng thời tiết

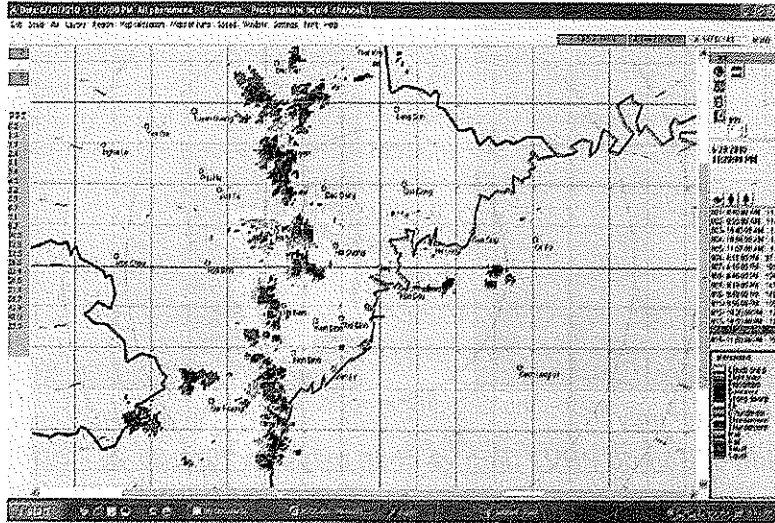
Bản đồ hiện tượng thời tiết hiển thị vị trí PHVT mây và các hiện tượng thời tiết liên quan đến mây

mà ra đa quan trắc được phục vụ mục đích cảnh báo thời tiết, hoạt động của hàng không. Mây và hiện tượng thời tiết được hiển thị gồm các loại sau. (Hình ảnh minh họa trong báo cáo được lấy từ số liệu quan trắc của ra đa MRL-5 trạm Phù Liễn sau khi đã nâng cấp).

Hiện tượng nguy hiểm (Dangerous phenomena). Các hiện tượng nguy hiểm mà ra đa quan trắc được hiển thị trên một bản đồ (Hình 3). Các hiện tượng hiển thị lên bản đồ bao gồm:

- Mây không mưa (Cloud one);
- Mưa nhẹ (Slight Pre);
- Mưa (Precipitation);
- Dòng giáng (Downdour);
- Dòng giáng mạnh (Strong downp);
- Mây vũ tích (Cb);
- Đông (Thunderstorm), xác suất 30-70%;
- Đông (Thunderstorm), xác suất 70 - 90%;
- Đông (Thunderstorm), xác suất trên 90%;
- Mưa đá (Hail) xác suất 70 - 90%;
- Mưa đá (Hail), xác suất trên 90%;
- Tố (Squall), xác suất 70 - 90%;
- Tố (Squall), xác suất trên 90%.

Hình 3 là bản đồ PHVT các hiện tượng thời tiết nguy hiểm lúc 23g. 20ph 00 ngày 20 tháng 6 năm 2010. Toàn bộ các hiện tượng nguy hiểm cho hoạt động của hàng không được trích xuất và hiển thị lên bản đồ.



Hình 3. Hiện tượng nguy hiểm lúc 23g. 20ph 00 ngày 20 tháng 6 năm 2010

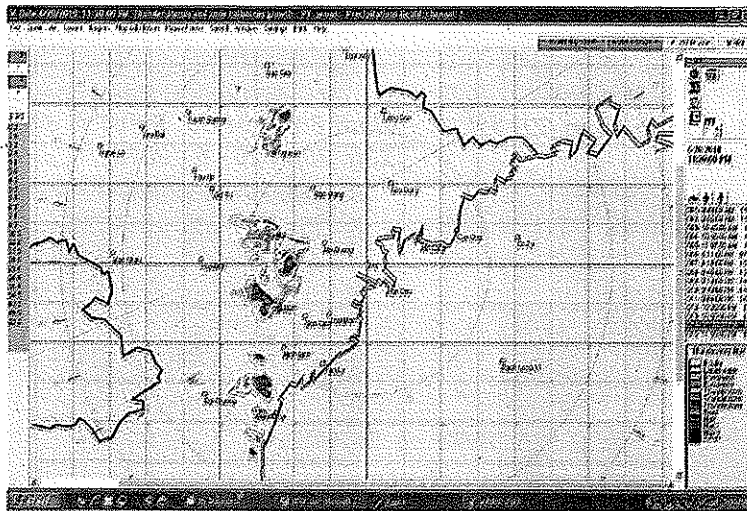
Hiện tượng dông, mưa đá với các xác suất xuất hiện khác nhau được xác định theo tiêu chuẩn nhận biết căn cứ vào các đặc trưng phản hồi vô tuyến của mây mà ra đa quan trắc được và số liệu thám không của kỳ quan trắc gần nhất của trạm thám không vô tuyến gần nhất cập nhật hàng ngày. Hai tiêu chuẩn được sử dụng trong phần mềm này là tiêu chuẩn tổng hợp Y và tiêu chuẩn tính theo hàm phân lập [2]. Khi xuất hiện hiện tượng thời tiết nguy hiểm ra đa còn phát ra tín hiệu cảnh báo bằng âm thanh.

Tất cả các hiện tượng (All phenomen). Hiện tượng thời tiết được trích xuất và hiển thị lên từng bản đồ riêng biệt. Người sử dụng quan tâm loại hiện tượng thời tiết nào thì lấy bản đồ của hiện tượng ấy mà không phải là bản đồ tổng hợp gồm tất cả các

hiện tượng. Các bản đồ mây và hiện tượng thời tiết có thể trích xuất được bao gồm:

- Dông và mưa đá (Thunderstorm and Hail);
- Độ cao đỉnh mây (Cloud top);
- Cường độ mưa (Precipitation rate) - trên màn hình sẽ hiển thị bản đồ trường cường độ mưa mm/giờ theo cấp độ bằng màu ở góc phía dưới bên trái;
- Chân mây (Cloud base);
- Tổng lượng nước theo phương thẳng đứng (Vertically intergated water content) Kg/ m² .

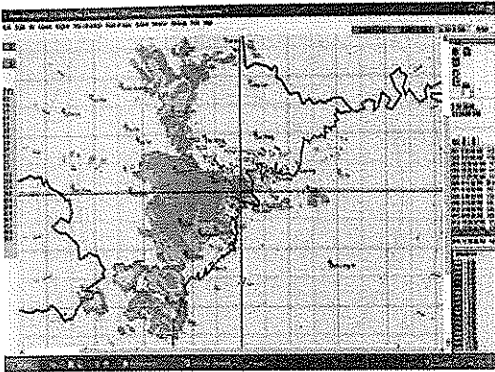
Hình 4 là bản đồ dông với xác suất khác nhau của một kỳ quan trắc trong đêm 20 tháng 6 năm 2010.



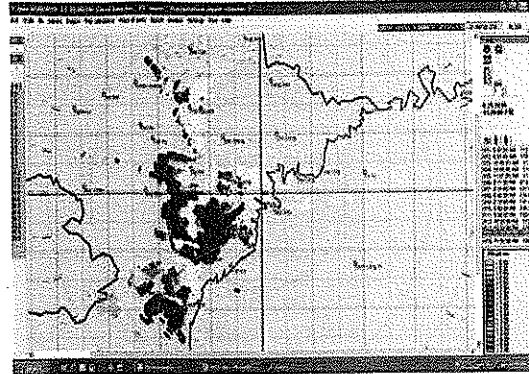
Hình 4. Bản đồ PHVT dông lúc 23g. 20ph 00 ngày 20 tháng 6 năm 2010

Nghiên cứu & Trao đổi

Bản đồ độ cao PHVT chân mây và đỉnh mây cũng được hiển thị (Hình 5). Độ cao được hiển thị bằng km.



a. Bản đồ PHVT đỉnh mây



Bản đồ PHVT chân mây

Hình 5. Bản đồ PHVT đỉnh và chân mây 23g. 20ph 20 - 6 - 2010

2. Bản đồ lát cắt PHVT

a. Bản đồ lát cắt ngang PHVT

Loại bản đồ này hiển thị giá trị độ PHVT bằng Dexibel (dBZ) ở các mức độ cao khác nhau trên mặt đất.

Bản đồ độ phản hồi vô tuyến mây trong lớp khí quyển từ 1 km - $ZH > 1$ km

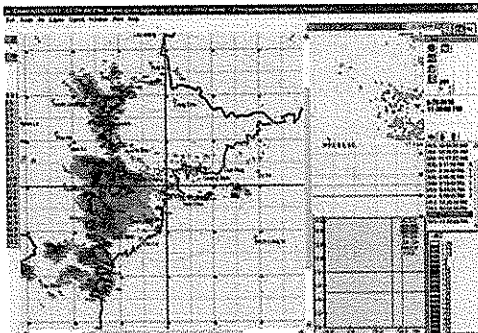
Bản đồ sẽ hiển thị bức tranh PHVT mây trong lớp độ cao từ 1 km trở lên. Nói cách khác là bản đồ PHVT mây tổng quan. Trường hợp vùng PHVT mây chồng lên nhau thì hiển thị PHVT có độ phản hồi lớn hơn.

Bản đồ độ PHVT (dBZ) ở mức độ cao 1km hay ZH1km

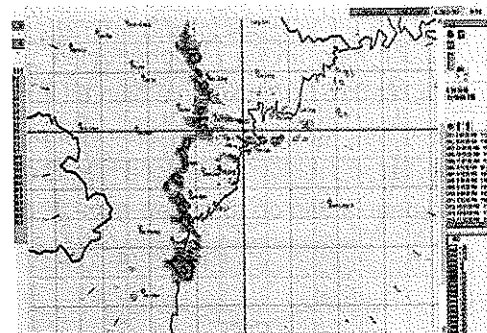
Độ PHVT ở độ cao 1 km điều khiển ra đa cánh sóng hẹp là thông tin quan trọng để xác định vị trí vùng mưa theo giá trị của độ PHVT

Bản đồ độ PHVT mây (dBZ) ở mức độ cao tầng đẳng nhiệt 0°C - $ZH_{t0^{\circ}\text{C}}$

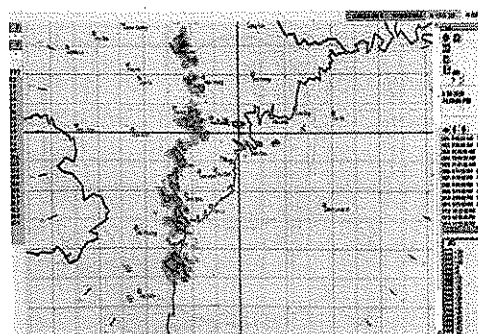
Độ PHVT ở độ cao tầng đẳng nhiệt 0°C có ý nghĩa lớn trong xác định đặc điểm loại mây. Với mây tầng thì ở độ cao này giá trị độ PHVT có sự đột biến về giá trị [3]. Đây cũng là một yếu tố để phân loại mây theo thông tin ra đa.



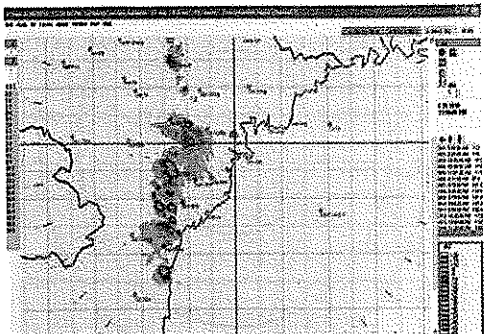
Hình 6a. Bản đồ PHVT mây tổng quan ($ZH > 1$ km) 23g. 20ph 20 - 6 - 2010



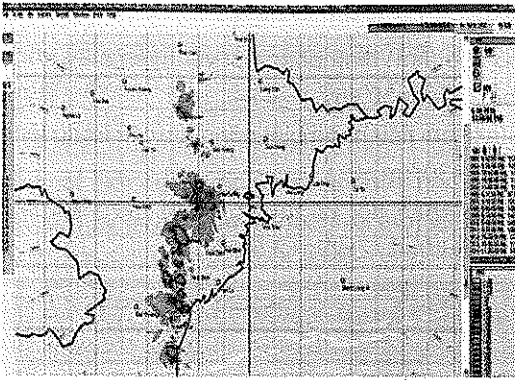
Hình 6b. Bản đồ PHVT ở độ cao 1 km ($ZH1\text{km}$) 23g. 20ph 20 - 6 - 2010



Hình 6c. Bản đồ PHVT ở độ cao tầng đẳng nhiệt 0°C ($ZH_{t0^{\circ}\text{C}}$). 23g. 20ph 20 - 6 - 2010



Hình 6d. Bản đồ PHVT ở độ cao tầng đẳng nhiệt -22°C ($ZH_{t-22^{\circ}\text{C}}$). 23g. 20ph 20 - 6 - 2010



Hình 6e. Bản đồ PHVT ở độ cao cao hơn độ cao $Ht00C+2,5\text{ km}$ ($ZHt0o+2,5kmC$). 23g. 20ph 20 - 6 - 2010

Hình 6. Các loại bản đồ PHVT lát cắt ngang lúc 23 g. 20 ph. tại trạm ra đa thời tiết MRL-5 Phù Liên sau khi ra đa đã được nâng cấp.

♦ Bản đồ độ PHVT(dBZ) ở mức độ cao tăng đẳng nhiệt - 22 0°C - ZHt-22oC

Độ PHVT ở tầng đẳng nhiệt - 22 0°C có ý nghĩa trong việc xác định các đặc điểm liên quan đến khả năng có dông trong mây đối lưu.

♦ Bản đồ độ PHVT (dBZ) ở mức độ cao cao 2,5 km cao hơn độ cao tầng đẳng nhiệt 0°C .

Độ PHVT ở độ cao này có ý nghĩa trong việc xác định khả năng có mưa đá trong mây.

♦ The chosen (tùy chọn) - Bản đồ độ PHVT(dBZ) ở mức độ cao tùy chọn theo CAPPIZ ở các độ cao khác nhau tùy chọn (sẽ trình bày trong phần sau).

Hình 6 là bản đồ độ PHVT của các lát cắt ngang với các độ cao khác nhau quan trắc được vào lúc 23 g. 20 ph. tại trạm ra đa thời tiết MRL-5 Phù Liên sau khi ra đa đã được nâng cấp.

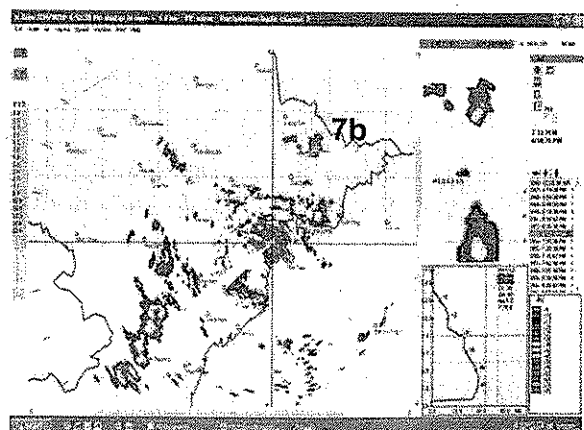
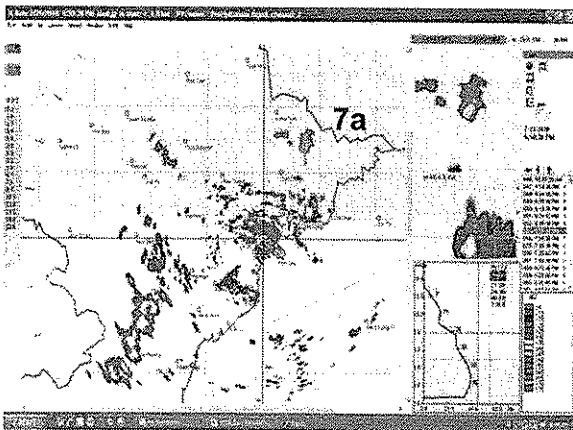
Số liệu quan trắc từ trạm ra đa thời tiết MRL-5 sẽ được truyền bằng File đến các địa chỉ sử dụng. Máy

tính đầu cuối được cài đặt chương trình xử lý thông tin để trích xuất các bản đồ cần thiết theo yêu cầu phục vụ của người sử dụng

3. Lát cắt thẳng đứng PHVT

Lát cắt thẳng đứng PHVT mây cung cấp thông tin để nhận dạng mây và hiện tượng thời tiết liên quan đến mây, đặc biệt là nhận dạng PHVT dông mạnh có khả năng gây nên mưa đá [4]. Hình 7 là lát cắt thẳng đứng PHVT của một đám mây đối lưu ở các hướng khác nhau. Ngoài việc hiển thị lát cắt chức năng này còn hiển thị đồ thị phân bố độ PHVT cực đại theo độ cao ($Z_{max} = f(H)$) phục vụ cho việc nhận dạng mây theo PHVT.

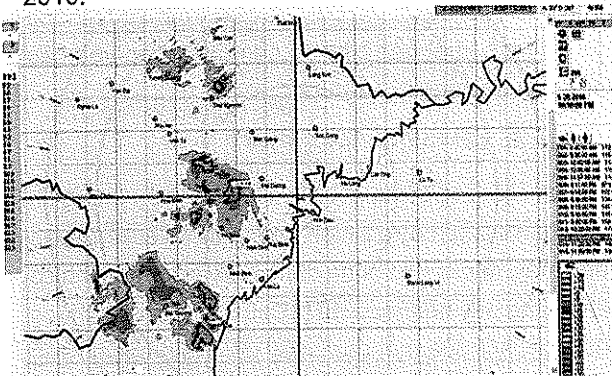
Bằng cách điều chỉnh vị trí đường thẳng chỉ thị độ cao trên cửa sổ đồ thị phân bố độ PHVT cực đại theo độ cao có thể lấy được lát cắt ngang độ PHVT của trường PHVT mây ở mức độ cao tùy chọn như đã nói ở mục 3.



Hình 7. Lát cắt thẳng đứng của PHVT đám mây đối lưu theo các hướng khác nhau: a. hướng 00; b. hướng 900;

4. Tốc độ

Tốc độ và hướng di chuyển của đám PHVT mây trong hệ thống mây chỉ được tính toán và hiển thị khi trong số liệu quan trắc có ít nhất là 2 lần quét cách nhau không dưới 30 phút và không quá 90 phút ($30 \text{ ph} \leq \Delta t \leq 90 \text{ ph}$). Hình 8 thể hiện véc tơ vận tốc cùng với giá trị tốc độ (km/giờ) và hướng di chuyển (O) của PHVT đám mây tính theo vị trí của nó lúc 22g 20 và lúc 22g50 ngày 20 tháng 6 năm 2010.



Hình 8. Tốc độ và hướng di chuyển của đám phản hồi vô tuyến mây

5. Chiếu hình (VIDEO)

Từ các số liệu của các lần quét đã có có thể "tua" lại để xem xu thế phát triển, hướng di chuyển của đám PHVT mây hoặc hệ thống mây, rất cần thiết cho nhiệm vụ theo dõi xu thế và phục vụ ở địa phương. Việc tua lại có thể bắt đầu bằng File quét đã được đánh dấu. Các File tiếp theo sẽ được hiển thị theo thứ tự thời gian.

6. Hiện thị thông tin lãnh thổ 30km²30 km

Phần mềm của ra đa thời tiết MRL-5 nâng cấp cho phép xem chi tiết các thông tin ra đa trong một lãnh thổ 30km x 30 km (với tâm là vị trí con trỏ) phục vụ cho việc giám sát thời tiết ở một địa phương bằng ra đa thời tiết. Hình 9 là ví dụ về các thông tin thời tiết ở địa phương quan tâm.

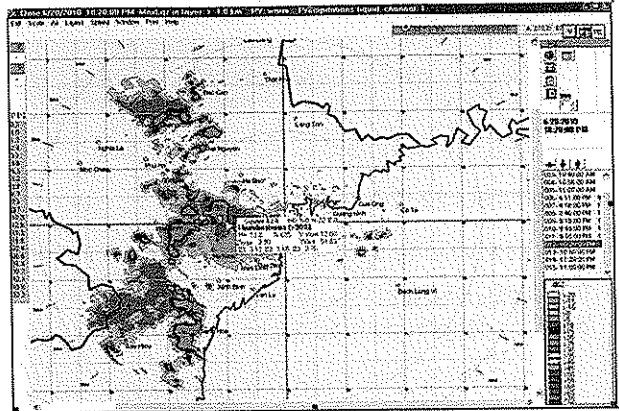
Những thông tin được hiển thị là:

- Độ cao tầng đẳng nhiệt 00C;
- Độ cao tầng đẳng nhiệt -22 00C;
- Hiện tượng thời tiết trong lãnh thổ 30 km²30km;
- Số lượng km² có PHVT mây trong lãnh thổ 30 km²30km;

• Độ cao (km) đỉnh phản hồi vô tuyến mây trong lãnh thổ 30km x 30 km;

• Giá trị chỉ tiêu nhận biết đồng thực tế trong lãnh thổ 30km x 30 km

Giá trị độ phản hồi vô tuyến ở các mức độ cao: ZH1km; ZHt0oC, ZHt0o+2,5kmC

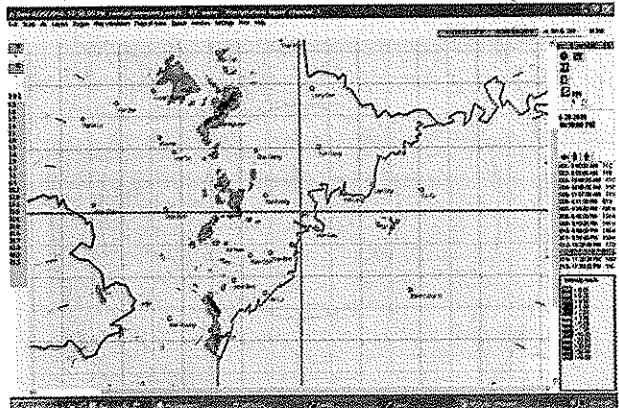


Hình 9. Hiện thị thông tin Khí tượng ra đa trong lãnh thổ 30 km x 30 km

7. Cường độ mưa, Tổng lượng mưa và thống kê các hiện tượng nguy hiểm đã xảy ra trong một thời đoạn.

a. Cường độ mưa

Cường độ mưa được tính trực tiếp từ độ PHVT theo hệ thức Marshall- Palmer với giá trị hệ số A = 200, b = 1,6. Hình 10 là ví dụ bản đồ cường độ mưa. Cũng như bản đồ PHVT, trên bản đồ cường độ mưa cũng có thể trích xuất ra được các lát cắt PHVT mưa khác nhau mà người sử dụng quan tâm, đặc biệt là có thể quan trắc cấu trúc không gian ba chiều của vùng mây đang gây mưa.



Hình 10. Bản đồ cường độ mưa lúc 22g 20 ngày 20 tháng 6 năm 2010

b. Tổng lượng mưa trong một thời đoạn đã chọn

Tổng lượng mưa tính bằng mm được tổng hợp sau một thời đoạn xác định bắt đầu từ khi có quan trắc đến kỳ quan tâm. Hình 11 là một ví dụ bản đồ tổng lượng mưa trong thời đoạn đã chọn.

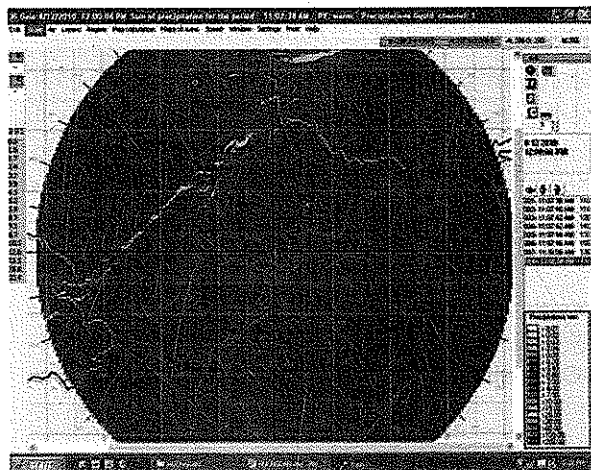
c. Bản đồ tổng hợp hiện tượng thời tiết nguy hiểm trong một thời đoạn

Hiện tượng thời tiết nguy hiểm trong một thời đoạn được tổng hợp thành một bản đồ trong đó chỉ rõ thời điểm có khả năng có hiện tượng nguy

hiểm nhất.

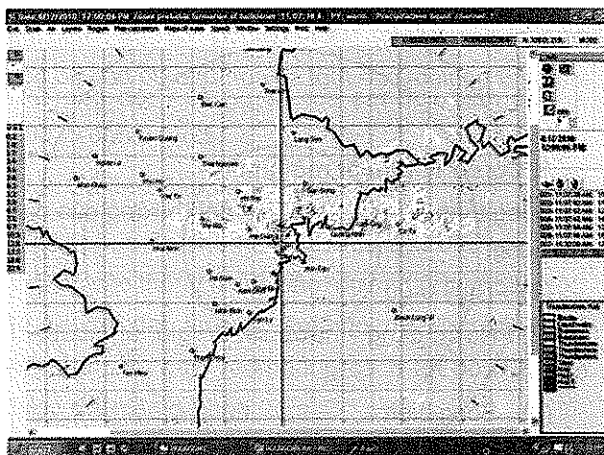
Hình 12 là một bản đồ thống kê cách hiện tượng thời tiết xảy ra trong thời đoạn đã chọn. Bản đồ được tổng hợp từ kết quả 7 chu kỳ quan trắc bắt đầu từ 10g 07ph AM đến 12g 00 ph ngày 12 tháng 8 năm 2010 của ra đa thời tiết MRL-5 trạm Phù Liễn.

Các thông tin trích xuất được dưới dạng bản đồ có thể được in lên giấy. Ngoài các khả năng kể trên còn có phần mềm còn có thể mã hóa thông tin quan trắc bằng mã luật RADOP (phần mây và hiện tượng thời tiết).



Hình 11. Bản đồ tổng lượng mưa trong thời đoạn đã chọn

Có thể nói rằng sau khi được nâng cấp ra đa thời tiết MRL-5 trạm Phù Liễn đã trở thành một ra đa thời tiết số hóa, điều khiển và xử lý thông tin tự động. Sản phẩm khí tượng của ra đa phong phú và có tính



Hình 12. Bản đồ thống kê tất cả các hiện tượng thời tiết thời đoạn kỳ đã chọn

ng nghiệp vụ cao, có thể phục vụ cho nhu cầu dự báo thời tiết, đặc biệt là phục vụ dự báo thời tiết ở địa phương, cảnh báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm cục bộ...

Tài liệu tham khảo

1. Operating Manual of radar automated information system RAIS Saint Petersburg, 2010
2. Hệ thống ra đa thời tiết tự động MERKOM, phiên bản 2.1. Số 0016. Stavropol 2002. Trang 114
3. Ronald E. Rinehart. Radar for Meteorologist, Second Edition 1992. Department of Atmospheric Sciences Center for Aerospace Sciences University of North Dakota Grand Forks, North Dakota 58202-8216. Pag. 123
4. Trần Duy Sơn. Nghiên cứu xây dựng quy trình phát hiện, theo dõi các hiện tượng thời tiết nguy hiểm: tố lốc, mưa đá, mưa lớn cục bộ. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, tháng 5 năm 2010. Trang 76.