



## Đặc trưng xuất hiện nhấp nháy điện ly ở Việt Nam trong giai đoạn 2009 - 2012

Trần Thị Lan<sup>\*1</sup>, Lê Huy Minh<sup>1</sup>, R. Fleury<sup>2</sup>, Trần Việt Phương<sup>1</sup>, Nguyễn Hà Thành<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Viễn thông Quốc gia Brest (Pháp)

Chấp nhận đăng: 10 - 9 - 2015

### ABSTRACT

#### The occurrence characteristics of ionospheric scintillation over Vietnam region during 2009-2012 period

The statistic characteristics of ionospheric scintillation occurrence over Vietnam region have been studied using the continuous data from three GSV4004 receivers at Hanoi, Hue and Ho Chi Minh city during 2009-2012 period. The local time variation, seasonal variation and directional variation of scintillation occurrences in each stations were considered. The obtained results showed that the ionospheric scintillation over Vietnam region, mainly occurred at night time between 20 to 24 local time. The occurrence of ionospheric scintillation depend on the season and solar activity, with the maximum occurrence frequency on the equinox months (March, April and September, October) and significant enhancements on the strong active solar years (2011-2012). Over Vietnam region, ionospheric scintillation occurs concentratively on the equatorial ionisation anomaly crest, from the 13°N to 21°N geographic latitude with maximum at about 15°N. The ionospheric scintillation occurs mainly within the elevation angle smaller 40° and concentrate on some deterministic azimuth angles at each station.

©2015 Vietnam Academy of Science and Technology

### 1. Mở đầu

Tầng điện ly là một vùng khí quyển của Trái Đất, đóng một vai trò quan trọng trong quá trình truyền sóng radio. Đối với các vệ tinh GPS, tầng điện ly là một nguồn gây nhiễu lên tín hiệu. Một trong số ảnh hưởng quan trọng của tầng điện ly lên tín hiệu vệ tinh đó là gây ra các dao động nhanh về biên độ và pha của tín hiệu khi tín hiệu vệ tinh truyền qua vùng nhiễu loạn mật độ điện tử, hiện tượng này được gọi là nhấp nháy điện ly (Ionospheric Scintillation).

Nhấp nháy điện ly làm giảm độ chính xác các phép đo giả khoảng cách và pha của máy thu GPS trên mặt đất. Biên độ nhấp nháy mạnh đôi khi có thể làm giảm công suất tín hiệu xuống dưới

ngưỡng giới hạn của máy thu và do đó gây ra mất tín hiệu trong thời gian quan sát. Pha nhấp nháy mạnh có thể gây ra sự trôi dạt Doppler trong tần số của tín hiệu thu nhận và cũng có thể gây ra mất pha tín hiệu máy thu. Các công bố thống kê trên thế giới đã chỉ ra sự xuất hiện các nhấp nháy mạnh phụ thuộc vào hoạt động của Mặt Trời và thường mạnh hơn trong thời kỳ Mặt Trời hoạt động mạnh, xuất hiện chủ yếu trong vùng xích đạo từ và vùng vĩ độ cao (Aarons et al., 1982; Rama Rao et al., 2006; Kintner et al., 2007). Nghiên cứu nhấp nháy điện ly là vấn đề đang nhận được sự quan tâm của rất nhiều nhà nghiên cứu trên thế giới, nhằm tiến tới dự báo nhấp nháy điện ly, nâng cao hiệu quả của hệ thống định vị toàn cầu.

Nhiễu loạn điện ly liên quan đến bọng plasma thường xuất hiện trong vùng xích đạo và vùng vĩ độ thấp. Bọng plasma được hình thành trong vùng

\*Tác giả liên hệ, Email: [lanttigp@gmail.com](mailto:lanttigp@gmail.com)

đáy lớp F tầng điện ly xích đạo vào thời điểm sau khi Mặt Trời lặn do trạng thái bất ổn định Rayleigh-Taylor (Basu et al., 1996; Rama Rao et al., 2006). Sự phát triển không tuyến tính của các bất ổn định này dẫn đến sự hình thành các vùng suy giảm mật độ điện tử, gây ra các dị thường mật độ trong tầng điện ly vùng xích đạo. Bằng các kỹ thuật khác nhau người ta quan trắc thấy kích thước nhiễu loạn có thể từ hàng chục centimét tới hàng trăm kilômét. Hiện nay, nguyên nhân chính gây ra hiện tượng nhấp nháy trên tín hiệu vệ tinh khi truyền trong vùng xích đạo và vùng vĩ độ thấp vẫn được cho là gây bởi bong plasma hình thành và phát triển trong vùng này (Basu et al., 1978; Cervera et al., 2006; Saito et al., 2008).

Việt Nam nằm trải dài theo phương kinh tuyến, từ vĩ độ khoảng 8°30'N tới 23°30'N vĩ độ địa lý (0°30'N tới 15°30'N vĩ độ từ, niên đại 2010), vì vậy Việt Nam nằm trong vùng hoạt động mạnh của nhấp nháy điện ly. Nhằm nghiên cứu tầng điện ly trong vùng này, trong hợp tác nghiên cứu khoa học giữa Viện Vật lý Địa cầu (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam), Trường Đại học Tổng hợp Rennes 1 và Trường Viễn thông Quốc gia Brest (Pháp), ba máy thu tín hiệu vệ tinh GSV4004 đã được đặt tại Hà Nội, Huế và Tp. Hồ Chí Minh từ tháng 4/2005. Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu các đặc trưng xuất hiện nhấp nháy điện ly cho khu vực Việt Nam sử dụng số liệu vệ tinh GPS đo liên tục trong giai đoạn từ 2009 đến 2012.

## 2. Phân tích số liệu nhấp nháy

Ba máy thu GPS được đặt ở Việt Nam theo hợp tác với Pháp là các máy thu tín hiệu GPS hai tần số loại GSV4004 (GPS Silicon Valley's GPS Ionospheric Scintillation and TEC Monitor system - GISTM) của hãng NovAtel. Máy thu GSV4004 được thiết kế để thu thập số liệu về nồng độ điện tử tổng cộng (TEC) và nhấp nháy điện ly đối với tất cả các vệ tinh nhìn thấy. Bảng 1 thể hiện vị trí của ba trạm thu GPS ở Việt Nam với tọa độ địa lý và vĩ độ từ niên đại 2010.0.

**Bảng 1.** Vị trí các trạm thu GPS ở Việt Nam

Tên trạm	Tọa độ địa lý		Vĩ độ từ (°N) (niên đại 2010.0)
	Vĩ độ (N)	Kinh độ (E)	
Hà Nội	21°02'50''	105°54'59''	14,37
Huế	16°27'33''	107°35'33''	9,45
Tp. Hồ Chí Minh	10°50'54''	106°33'35''	3,34

Tại mỗi thời điểm quan sát, máy có thể thu nhận tối đa tới 11 tín hiệu vệ tinh GPS mã C/A và tự động xử lý cung cấp tệp số liệu đầu ra có tên gọi là ISMR với định dạng nhị phân. Phần mềm đi kèm PARSEISMR cho phép chuyển tệp số liệu đầu ra sang dạng ASCII cho từng vệ tinh quan sát cung cấp các thông số liên quan đến TEC và nhấp nháy như: góc nhìn vệ tinh, tỷ số tín hiệu/nhiều C/N, biên độ nhấp nháy  $S_4$  tổng, tổng pha, biến thiên TEC ( $\Delta$ TEC), TEC, thời gian GPS...( GSV GPS Silicon Valley, 2005)

Ngoài ra các máy thu GSV4004 còn có phần mềm Convert4, cho phép chuyển đổi tệp số liệu đầu ra sang tệp dạng ASCII, BINARY hay RINEX, cung cấp các thông tin về: giá khoảng cách, các trị đo pha, tần số Doppler, cường độ tín hiệu, thời gian GPS, vị trí máy thu và vệ tinh,... được sử dụng cho các mục đích nghiên cứu khác nhau tùy thuộc vào người sử dụng.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng tham số biên độ nhấp nháy để nghiên cứu đặc trưng nhấp nháy điện ly cho khu vực Việt Nam. Biên độ nhấp nháy đặc trưng bởi chỉ số  $S_4$ , được tính từ độ lệch chuẩn của cường độ tín hiệu thu nhận từ vệ tinh.  $S_4$  thường được tính trong khoảng thời gian 60 giây và đo đạc tại tần số  $f_1$ , được xác định như sau (Aarons J.,1982; Dierendonck et al., 1993; Trần Thị Lan và nnk, 2009):

$$S_{4T} = \sqrt{\frac{\langle SI^2 \rangle - \langle SI \rangle^2}{\langle SI \rangle^2}} \quad (1)$$

Trong đó:  $S_{4T}$  là  $S_4$  tổng,  $SI$  là cường độ tín hiệu và  $\langle SI \rangle$  là giá trị cường độ tín hiệu trung bình trong khoảng thời gian 60s. Giá trị  $S_{4T}$  xác định trong công thức (1) là biên độ nhấp nháy tổng bao gồm cả nhấp nháy điện ly và nhấp nháy gây bởi nhiễu đường truyền. Nhấp nháy gây bởi nhiễu được xác định bởi công thức:

$$S_{4No} = \sqrt{\frac{100}{C/N_0} \left[ 1 - \frac{500}{19C/N_0} \right]} \quad (2)$$

trong đó:  $C/N_0$  là tỷ số giữa tín hiệu và nhiễu.

Do đó biên độ nhấp nháy điện ly tại tần số  $f_1$  được tính lại theo công thức sau:

$$S_4 = \sqrt{S_{4T}^2 - S_{4No}^2} \quad (3)$$

các giá trị  $S_{4T}$  và  $S_{4No}$  có thể thu được trực tiếp từ số liệu đầu ra của máy thu dạng GSV4004.

Giá trị biên độ nhấp nháy tính được theo công thức (3) còn chứa các giá trị biên độ nhấp nháy gây bởi hiện tượng đa đường truyền. Để nghiên cứu biên độ nhấp nháy gây bởi tầng điện ly thì các giá trị biên độ nhấp nháy do hiện tượng đa đường truyền phải được loại bỏ. Máy thu GSV4004 cũng tự động tính tham số độ lệch chuẩn Code/Carrier (sigma-CCDiv), đặc trưng cho mức độ ảnh hưởng của hiệu ứng đa đường truyền. Dựa vào đây người dùng có thể xây dựng giới hạn lọc để có thể thu được các giá trị biên độ nhấp nháy điện ly. Việc xây dựng giới hạn lọc đã được đề cập đến trong một số nghiên cứu trước đây bằng nhiều cách khác nhau (Beniguel et al., 2007; Trần Thị Lan và Lê Huy Minh, 2011; Abadi et al., 2014). Áp dụng phương pháp của Abadi (2014), chúng tôi tiến hành xây dựng giới hạn lọc cho máy thu GSV4004 ở Việt Nam theo các bước sau:

Bước 1: Vẽ tất cả các giá trị biên độ nhấp nháy khi chưa lọc trong khoảng thời gian đêm cho từng ngày trong tháng và cho một năm số liệu.

Bước 2: Giới hạn những ngày có nhấp nháy xuất hiện với giá trị  $S_4 > 0,2$  trong khoảng thời

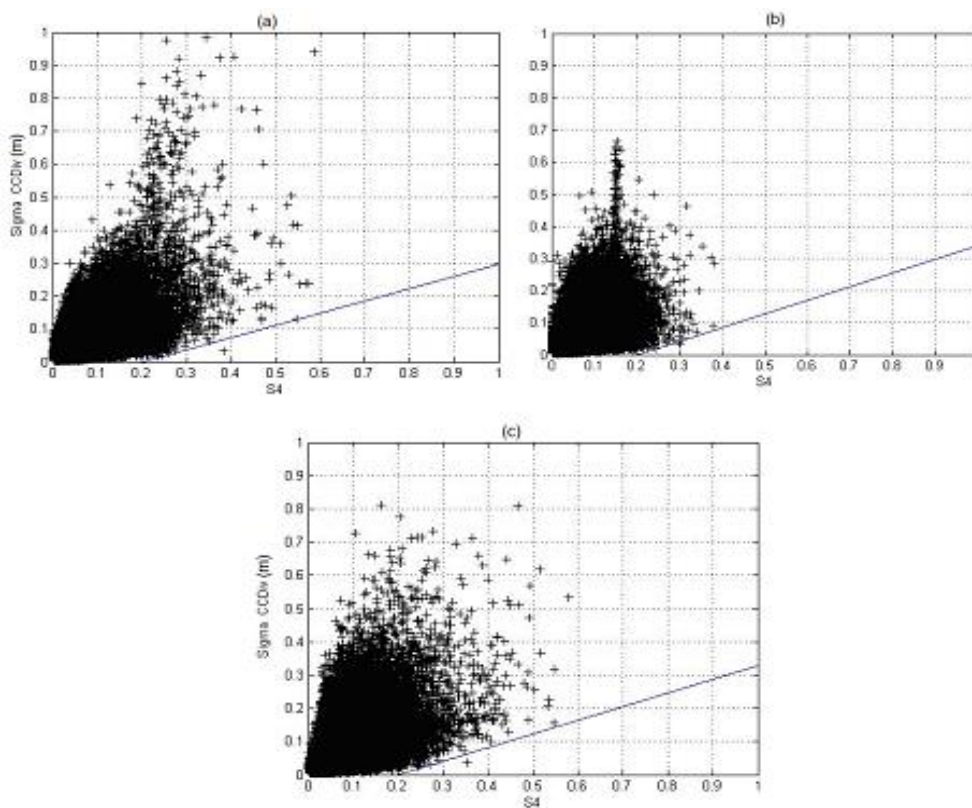
gian hơn một giờ và không lặp lại trong các ngày tiếp theo với độ trễ 4 phút.

Bước 3: Chọn ra những ngày yên tĩnh không có nhấp nháy trong năm.

Bước 4: Vẽ tất cả các giá trị  $S_4$  và sigma-CCDiv cho các ngày yên tĩnh tìm được trong năm.

Bước 5: Dựa vào đồ thị xác định đường giới hạn phân tách nhấp nháy điện ly và nhấp nháy do hiện tượng đa đường truyền.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn năm 2010 để xử lý và số ngày yên tĩnh chúng tôi tìm được cho trạm Hà Nội là 47 ngày, trạm Huế là 51 ngày và trạm ở Tp. Hồ Chí Minh là 48 ngày. Do hiện tượng đa đường truyền sẽ khác nhau ở mỗi máy thu và phụ thuộc vào môi trường đặt máy thu, nên các giới hạn lọc cần được xây dựng riêng cho từng máy thu, kết quả được chỉ ra trên hình 1. Tất cả các giá trị  $S_4$  có tham số sigma-CCDiv nằm phía trên đường giới hạn này được cho là gây bởi hiện tượng đa đường truyền sẽ bị loại bỏ trong quá trình tính.

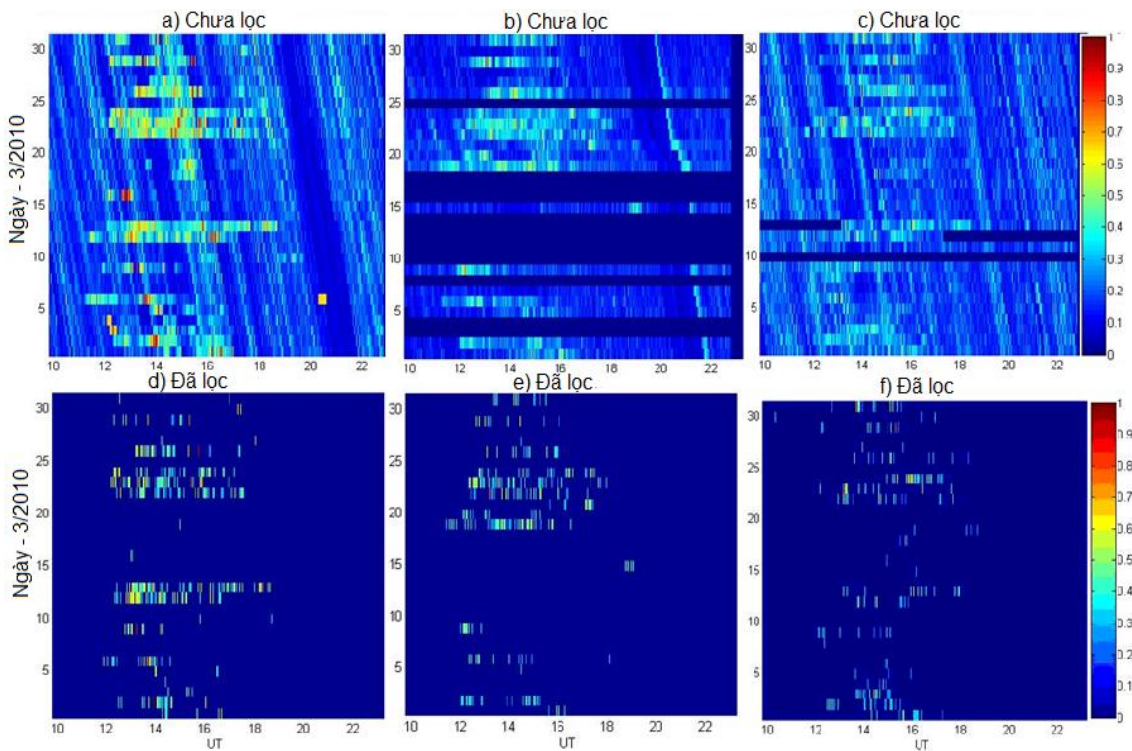


**Hình 1.** Giới hạn lọc biên độ nhấp nháy tại trạm: a) Hà Nội, b) Huế và c) Tp. Hồ Chí Minh

Hình 2 minh họa sự khác nhau giữa số liệu nhấp nháy khi chưa lọc và sau khi sử dụng giới hạn lọc để xử lý. Các giá trị cực đại  $S_4$  của tất cả các vệ tinh nhìn thấy trong thời gian 1 phút được vẽ theo thang màu cho trạm Hà Nội, Huế và Tp. Hồ Chí Minh trong tháng 3 năm 2010, trục hoành biểu diễn thời gian là giờ quốc tế (UT) và trục tung là ngày trong tháng.

Hình 2a, 2b và 2c biểu diễn các giá trị cực đại  $S_4$  khi chưa sử dụng giới hạn lọc hiện tượng đa đường truyền tương ứng của trạm Hà Nội, Huế và Tp. Hồ Chí Minh. Kết quả cho thấy có rất nhiều giá trị  $S_4$  nhiễu xuất hiện lặp lại hàng ngày với một khoảng độ trễ về thời gian biểu thị bởi các đường sọc chéo, các giá trị  $S_4$  này được cho là gây bởi

hiện tượng đa đường truyền đi tới máy thu. Hình 2d, 2e và 2f biểu diễn kết quả các giá trị cực đại  $S_4$  thu được sau khi sử dụng giới hạn lọc hiện tượng đa đường truyền tương ứng của trạm Hà Nội, Huế và Tp. Hồ Chí Minh. Chúng ta có thể nhìn thấy rõ ràng các giá trị  $S_4$  có cường độ từ yếu đến mạnh xuất hiện một cách ngẫu nhiên trên mỗi trạm. Việc sử dụng giới hạn lọc này đã loại bỏ hầu hết các giá trị  $S_4$  liên quan đến hiện tượng đa đường truyền ở mỗi trạm thu, cho phép chúng ta có thể nghiên cứu nhấp nháy chỉ gây bởi tầng điện ly, kể cả các nhấp nháy điện ly xuất hiện ở vùng góc nhìn vệ tinh nhỏ tới  $10^\circ$ . Đây cũng là một ưu điểm so với các phương pháp trước đây chỉ sử dụng góc nhìn vệ tinh lớn hơn  $20^\circ$ .



**Hình 2.** So sánh số liệu biên độ nhấp nháy khi chưa sử dụng giới hạn lọc và sau khi dùng giới hạn lọc ở trạm Hà Nội (a, d), Huế (b, e) và Tp. Hồ Chí Minh (c, f) trong tháng 3/2010

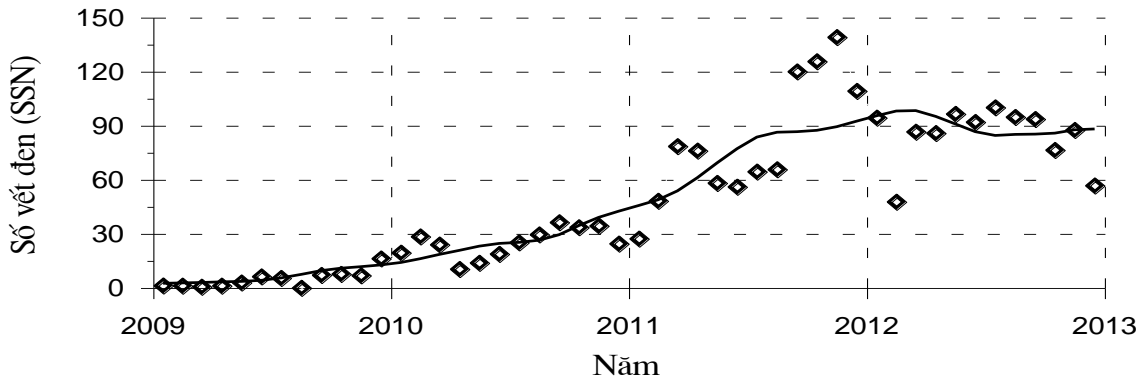
### 3. Kết quả và thảo luận

Số liệu được thu thập và tính cho tất cả các phút ở cả ba trạm thu và trong khoảng thời gian từ 2009 đến 2012 để chỉ ra một số đặc trưng xuất hiện nhấp nháy điện ly ở khu vực Việt Nam như: xuất hiện theo thời gian ngày đêm, theo mùa trong năm và

theo hướng không gian quan sát được từ mỗi trạm. Khoảng thời gian này nằm trong pha đi lên của hoạt động mặt trời như được chỉ ra trên hình 3.

Trên hình vẽ (hình 3) biểu diễn số vết đen mặt trời trung bình tháng (chấm đen) và đường làm trơn tương ứng (đường liền nét) từ tháng 1/2009

đến tháng 12/2012. Chúng ta có thể chia mức độ hoạt động mặt trời trong pha này thành hai mức: hoạt động yếu (2009, 2010) và hoạt động mạnh (2011, 2012) như được chỉ ra trên hình 3.



Hình 3. Vết đen Mặt Trời từ năm 2009 đến 2012 (<http://www.sidc.be/silso/datafiles>)

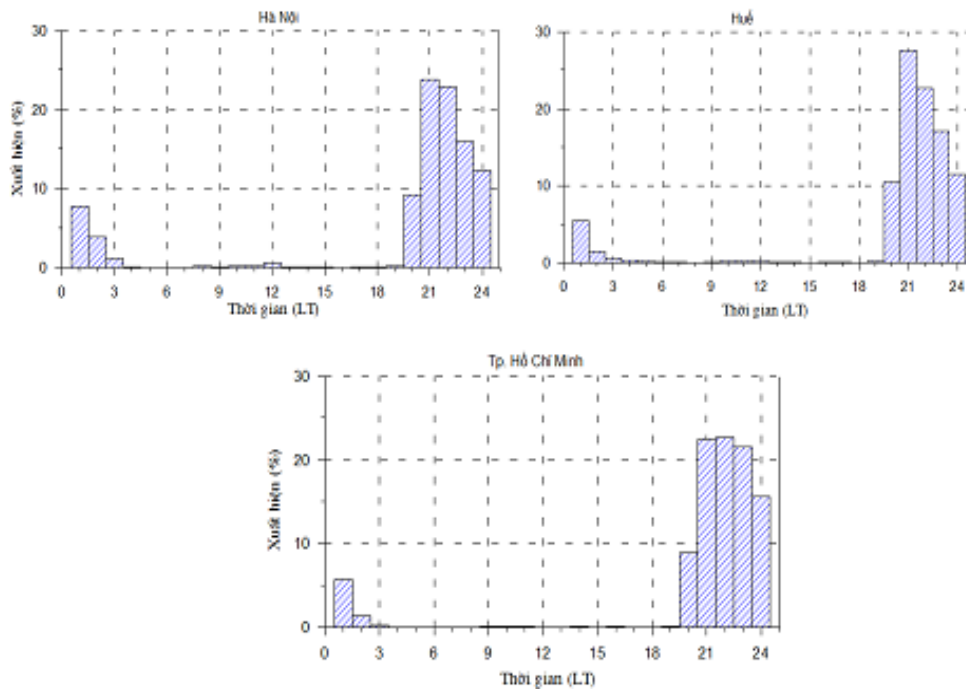
### 3.1. Đặc trưng xuất hiện theo thời gian của nhấp nháy điện ly

Hình 4 là kết quả thống kê phân trăm xuất hiện nhấp nháy theo thời gian ngày đêm quan sát được trong giai đoạn từ 2009 đến 2012 trên cả ba trạm Hà Nội, Huế và Tp. Hồ Chí Minh với trục tung biểu thị tần suất xuất hiện, trục hoành biểu thị thời gian ngày đêm. Chúng ta có thể thấy nhấp nháy chủ yếu xuất hiện trong khoảng thời gian ban đêm (từ 20h đêm đến 2h sáng ngày hôm sau), tập trung chủ yếu trong khoảng thời trước nửa đêm (từ 20 đến 24 giờ địa phương) và rất hiếm khi xuất hiện vào thời gian ngày trên cả ba trạm.

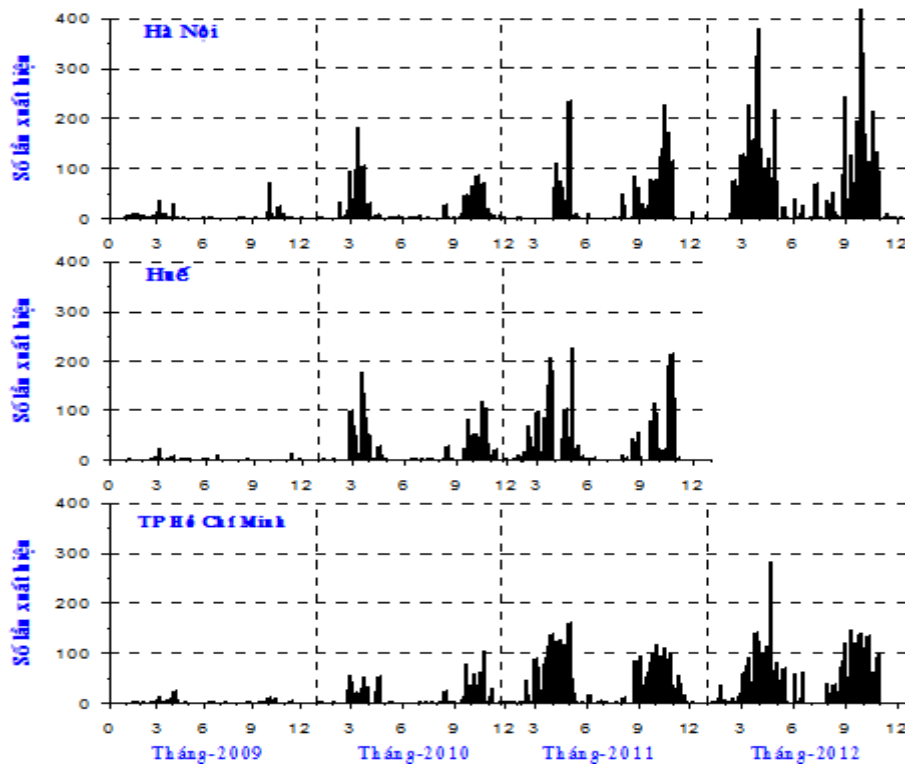
Để lý giải cho hiện tượng quan sát thấy ở trên, chúng ta sẽ tìm hiểu nguyên nhân phát sinh nhấp nháy điện ly trong vùng xích đạo như sau: Vào thời gian sau khi Mặt Trời lặn, dưới tác dụng của thành phần trường điện hướng đông tăng lên bất thường trước khi đảo chiều đổi sang hướng tây (Preversal Electric Field Enhancement - PRE), lớp F khu vực xích đạo từ được nâng lên đột ngột đến một độ cao nơi có mật độ plasma thấp và sự va chạm plasma hiếm khi xảy ra. Vùng gradient nồng độ điện tử dương tính của đáy lớp F tăng lên nhanh chóng làm cho vùng điện ly trở nên mất ổn định và hỗn loạn dẫn tới sự tăng trưởng bong bóng plasma. Trạng thái này gọi là trạng thái bất ổn định Rayleigh-Taylor và là nguyên nhân phát sinh các dị thường mật độ trong tầng điện ly vùng xích đạo (Rama Rao et al., 2006). Các gradient trên các gờ suy giảm mật độ phát sinh các nhiễu loạn tỷ lệ

nhỏ, đây chính là nguyên nhân gây ra các nhấp nháy biên độ trên tín hiệu vệ tinh truyền trong vùng xích đạo vào thời gian ban đêm nghi nhận được trên các máy thu GPS như được chỉ ra ở trên.

Hình 5 chỉ ra đặc trưng xuất hiện theo mùa và theo mức độ hoạt động mặt trời từ kết quả thống kê sự xuất hiện nhấp nháy theo từng tháng trong năm tại ba trạm giai đoạn 2009-2012. Trạm Hà Nội và trạm ở Tp. Hồ Chí Minh, số liệu có tương đối đầy đủ từ năm 2009 đến 2012, riêng trạm Huế số liệu chỉ có được từ năm 2009 đến 2011. Kết quả cho thấy trong mỗi năm sự xuất hiện của nhấp nháy biến đổi theo mùa rõ rệt, nhấp nháy xuất hiện chủ yếu vào thời kỳ phân điểm hàng năm (tháng 3-4 và tháng 9-10) và ít xuất hiện vào các tháng mùa hè và mùa đông. Đặc trưng xuất hiện theo mùa của nhấp nháy điện ly tương tự với đặc trưng biến thiên mùa của tham số nồng độ điện tử tổng cộng trong vùng này như đã chỉ ra trong nghiên cứu trước đây của nhóm tác giả Trần Thị Lan và Lê Huy Minh (2011). Kết quả cũng cho thấy tần suất xuất hiện nhấp nháy điện ly thể hiện sự phụ thuộc vào mức độ hoạt động của Mặt Trời, vào năm Mặt Trời hoạt động yếu (2009 và 2010) nhấp nháy xuất hiện ít, đến năm 2011 và 2012 nằm trong pha hoạt động mặt trời mạnh, nhấp nháy xuất hiện nhiều hơn hẳn những năm trước đó cả về tần suất lẫn độ lớn trên cả ba trạm thu ở Việt Nam. Đặc trưng xuất hiện theo mùa và theo hoạt động mặt trời của nhấp nháy điện ly quan sát ở Việt Nam phù hợp với các kết quả đã công bố trước đây bởi các tác giả trên thế giới (Aarons, 1982; Cervera et al., 2006; Rama Rao et al., 2006; Abadi et al., 2014).



**Hình 4.** Đặc trưng xuất hiện theo thời gian trong ngày của nhấp nháy trong giai đoạn 2009 - 2012 trên cả ba trạm Hà Nội, Huế và Tp. Hồ Chí Minh



**Hình 5.** Thống kê sự xuất hiện nhấp nháy theo từng tháng trong năm tại Hà Nội, Huế, Tp. Hồ Chí Minh trong giai đoạn 2009-2012

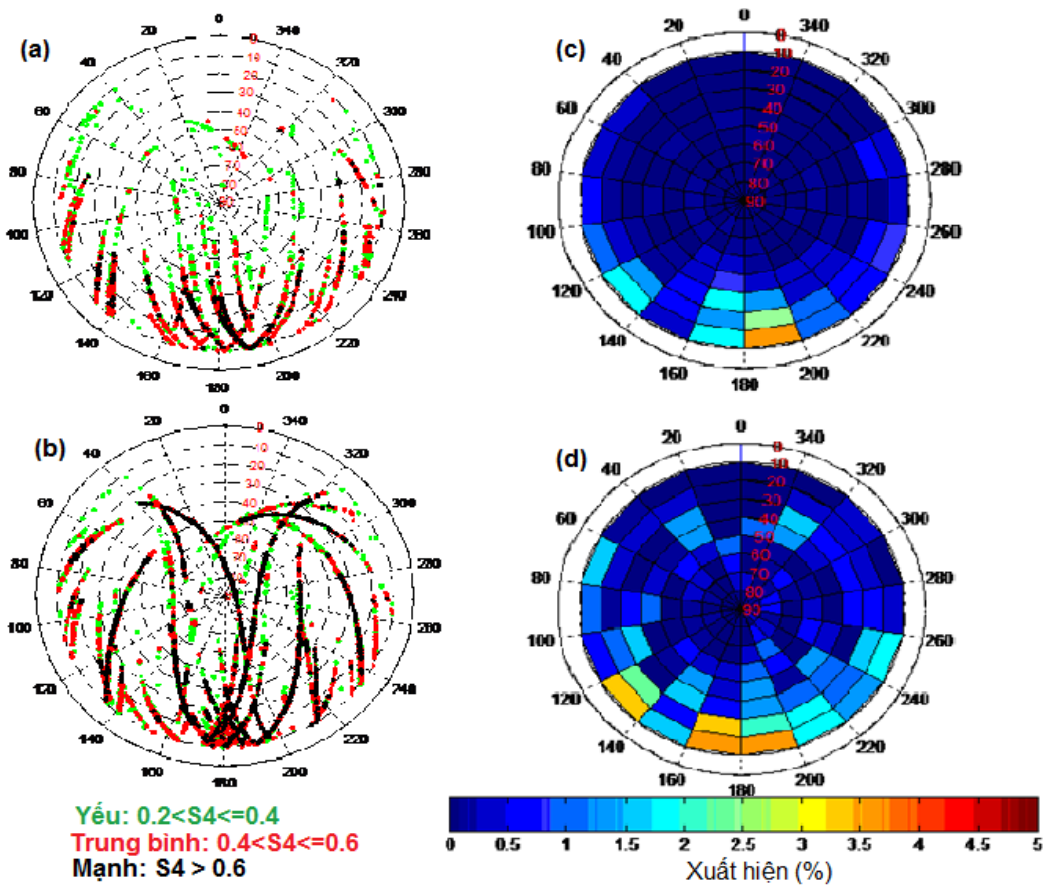


**3.2. Đặc trưng xuất hiện theo hướng tại mỗi trạm**

Trong vấn đề định vị dẫn đường bằng vệ tinh, việc xác định được phân bố không gian sự xuất hiện nhấp nháy là rất quan trọng để có thể đánh giá được ảnh hưởng của nhấp nháy điện ly lên phép định vị. Do đó trong nghiên cứu này, chúng tôi phân tích sự xuất hiện nhấp nháy điện ly theo góc nhìn vệ tinh và góc phương vị tại mỗi trạm quan sát. Thêm vào đó chúng tôi tính phần trăm xuất hiện của nhấp nháy điện ly theo từng góc độ quan sát với khoảng chia là  $10^\circ$  và  $20^\circ$  tương ứng với góc nhìn vệ tinh và góc phương vị.

Hình 6 là kết quả phân bố theo hướng của sự xuất hiện nhấp nháy điện ly và phân trăm xuất hiện của nó tại trạm Hà Nội. Hình 6a và 6b thể hiện sự xuất hiện nhấp nháy điện ly theo góc nhìn vệ tinh và góc phương vị quan sát tại trạm Hà Nội cho năm 2010 và 2011. Độ lớn của biên độ nhấp nháy được phân định theo ba mức: nhấp nháy yếu ( $0,2 < S_4 \leq$

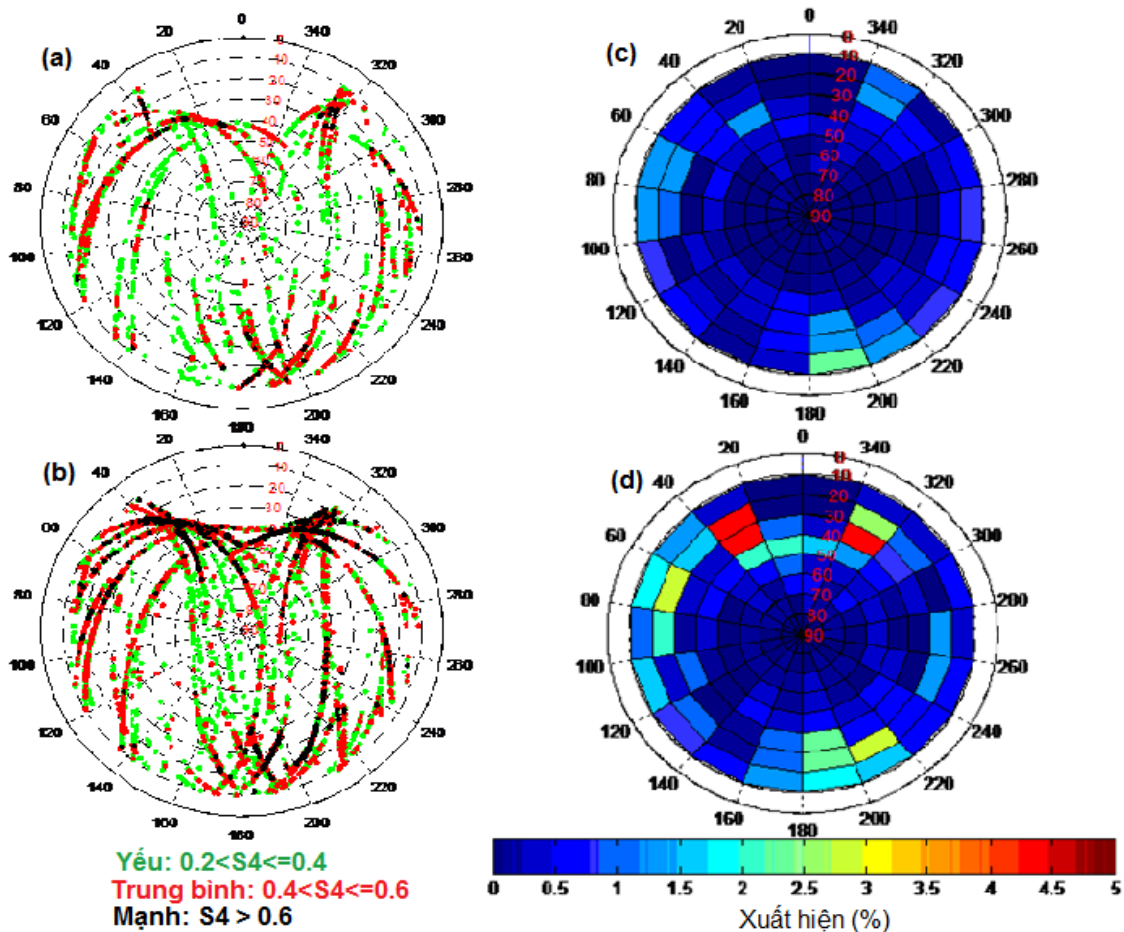
$0,4$ ) chấm màu xanh lơ, nhấp nháy trung bình ( $0,4 < S_4 \leq 0,6$ ) chấm màu đỏ và nhấp nháy mạnh ( $S_4 > 0,6$ ) chấm màu đen. Nhấp nháy với cường độ từ yếu đến mạnh xuất hiện rải rác từ góc nhìn vệ tinh nhỏ đến lớn trên vùng quan sát của trạm Hà Nội, có sự xuất hiện tập trung nhiều về phía nam của trạm. Năm 2010 nhấp nháy xuất hiện ít, hầu như không xuất hiện trong vùng phía bắc của trạm mà chủ yếu xuất hiện trong vùng phía nam. Đến năm 2011 nhấp nháy xuất hiện với cường độ nhiều hơn và mạnh hơn năm 2010, xuất hiện rải rác trên cả vùng quan sát của trạm nhưng vẫn có sự xuất hiện tập trung về phía nam của trạm. Hình 6c và 6d biểu diễn phần trăm xuất hiện nhấp nháy năm 2010 và 2011, cung cấp thông tin về định lượng phân bố nhấp nháy điện ly theo hướng tại đây. Chúng ta có thể thấy rõ sự tập trung nhấp nháy trong khoảng góc nhìn vệ tinh nhỏ từ  $10^\circ$  đến  $40^\circ$  về phía nam của trạm trong khoảng góc phương vị từ  $120^\circ$  đến  $260^\circ$  tùy theo mức độ hoạt động mặt trời.



**Hình 6.** Phân bố theo hướng của nhấp nháy điện ly tại Hà Nội năm 2010 (a, c) và năm 2011 (b, d)

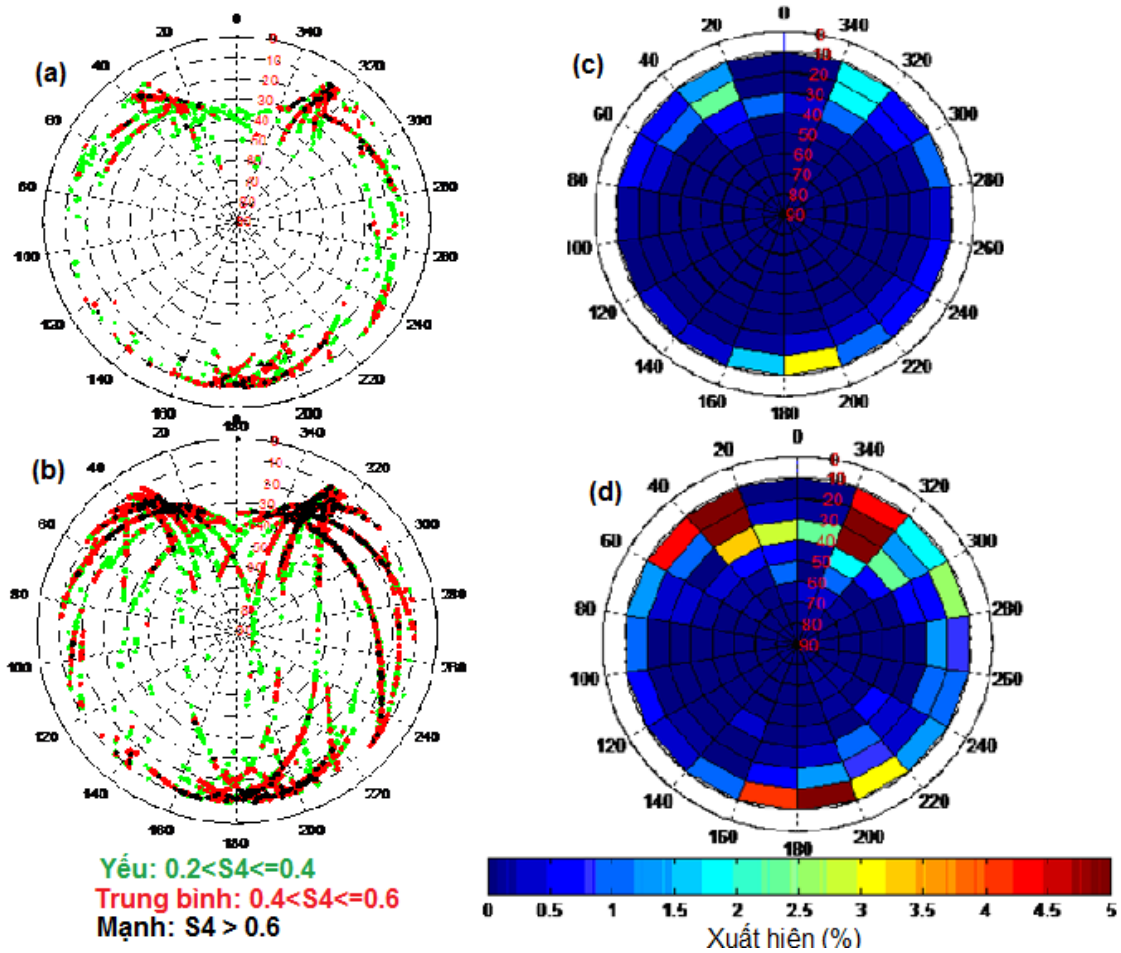
Tương tự, hình 7 chỉ ra phân bố theo hướng của sự xuất hiện nhấp nháy điện ly và phần trăm xuất hiện của nó tại trạm Huế cho năm 2010 và 2011. Hình 7a và 7b cho thấy phân bố nhấp nháy xuất hiện tại trạm Huế có nhiều điểm khác với trạm Hà Nội. Nhấp nháy xuất hiện rải rác từ góc nhìn vệ tinh nhỏ đến lớn trên khắp vùng quan sát của trạm Huế với cường độ từ yếu đến mạnh, nhấp nháy biên độ mạnh xuất hiện ít hơn so với trạm Hà Nội. Từ kết quả phân bố định lượng theo hướng (hình 7c và 7d) cho thấy một sự tập trung xuất hiện nhấp nháy ở vùng phía Bắc (phương vị từ 20° đến 40°, 320° đến 340°), Đông Bắc (phương vị từ 40° đến 100°) và một ít ở vùng phía Nam (phương vị từ 120° đến 180°) của trạm Huế. Hình 8 chỉ ra

phân bố theo hướng của sự xuất hiện nhấp nháy điện ly và phần trăm xuất hiện của nó tại trạm ở Tp. Hồ Chí Minh cho năm 2010 và 2011. Nhìn vào hình 8a và 8b, chúng ta có thể thấy nhấp nháy điện ly xuất hiện với tần suất và cường độ ít hơn ở vùng này so với vùng Huế và Hà Nội. Tại đây, nhấp nháy chủ yếu xuất hiện trong vùng góc nhìn vệ tinh nhỏ ( $< 40^\circ$ ) và ít khi xuất hiện ở vùng góc nhìn vệ tinh lớn hơn  $40^\circ$ , nhấp nháy biên độ mạnh cũng ít được quan sát thấy. Theo kết quả phân bố định lượng theo hướng tại đây (hình 8c và 8d) cho thấy nhấp nháy xuất hiện tập trung ở vùng phía Bắc (phương vị từ 0° đến 60° và từ 300° đến 360°) và một ít ở vùng phía Nam (phương vị từ 160° đến 220°) của trạm Tp. Hồ Chí Minh.



Hình 7. Phân bố theo hướng của nhấp nháy điện ly tại Huế năm 2010 (a, c) và năm 2011 (b, d)





Hình 8. Phân bố theo hướng của nhấp nháy điện ly tại Tp. Hồ Chí Minh năm 2010 (a,c) và năm 2011 (b, d)

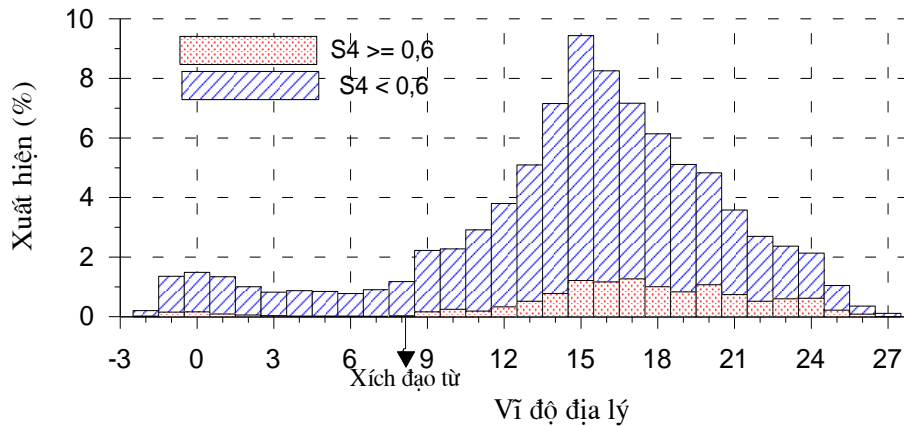
Kết quả quan sát ở cả ba trạm đều cho thấy nhấp nháy điện ly xuất hiện tập trung ở vùng góc nhìn vệ tinh nhỏ từ  $10^\circ$  đến  $40^\circ$ . Đặc trưng phân bố nhấp nháy tập trung về phía Nam của trạm Hà Nội, về phía bắc ở trạm Huế và phía bắc của trạm ở Tp. Hồ Chí Minh được cho là hướng về phía vùng đỉnh dị thường điện ly xích đạo. Kết quả nghiên cứu trước đây cho vùng Việt Nam chỉ ra rằng vị trí vĩ độ đỉnh dị thường điện ly xích đạo trung bình tháng dao động trong khoảng từ  $18^\circ$  đến  $21^\circ\text{N}$  (Le Huy Minh et al., 2014), vùng vĩ độ này nằm trong khoảng giữa trạm Hà Nội và trạm Huế, nằm về phía nam của trạm Hà Nội và phía Bắc của trạm Huế và trạm ở Tp. Hồ Chí Minh. Ngoài ra, kết quả quan sát tại trạm Huế và trạm ở Tp. Hồ Chí Minh đều chỉ ra có sự tập trung nhấp nháy tại các phương vị  $160^\circ$ - $220^\circ$  trong vùng góc nhìn vệ tinh

nhỏ hơn  $20^\circ$ , điều này cho thấy có sự xuất hiện một vùng tập trung hoạt động nhấp nháy điện ly ở phía bên kia của xích đạo từ.

Để có cái nhìn tổng thể về bức tranh xuất hiện nhấp nháy cho cả khu vực Việt Nam, hình 9 chỉ ra phân bố phần trăm xuất hiện của nhấp nháy điện ly theo vĩ độ trên khu vực Việt Nam và lân cận từ số liệu quan sát của ba trạm thu trong giai đoạn từ 2009 đến 2012. Kết quả cho thấy tần suất xuất hiện của nhấp nháy biến đổi rõ rệt theo vĩ độ, nhấp nháy xuất hiện rải rác trên cả dải vĩ độ từ  $-1^\circ$  đến  $25^\circ\text{N}$  trong vùng kinh tuyến Việt Nam. Nhìn vào đây chúng ta có thể thấy rõ ràng có một sự tập trung xuất hiện nhấp nháy trong vùng từ  $13^\circ$  đến  $21^\circ\text{N}$ , đạt cực đại vào khoảng  $15^\circ\text{N}$ . Nhấp nháy biên độ mạnh ( $S_4 \geq 0,6$ ) xuất hiện ít và tập trung trong dải vĩ độ từ  $13^\circ$  đến  $24^\circ$ , đây là vùng trong và gần đỉnh

dị thường điện ly xích đạo và thường quan sát thấy từ trạm Hà Nội và trạm Huế. Rama Rao et al., (2006), sử dụng số liệu từ 18 trạm thu tín hiệu GPS trong vùng Ấn Độ chỉ ra bức tranh hoạt động nhấp nháy cho vùng này tập trung trong khoảng từ 15° đến 25°N xung quanh vùng đỉnh dị thường điện ly xích đạo. Valladares et al. (2004) nghiên cứu sự xuất hiện nhấp nháy cho vùng kinh tuyến Nam Mỹ cũng chỉ ra vùng gần đỉnh dị thường điện ly xích đạo là nơi có sự tập trung nhấp nháy xuất

hiện và có sự suy giảm TEC mạnh nhất. Như vậy, kết quả quan sát ở Việt Nam có nhiều điểm tương đồng với kết quả quan sát ở các trạm khác trong vùng xích đạo và một lần nữa cho thấy vùng gần đỉnh dị thường điện ly xích đạo là nơi có sự tập trung hoạt động nhấp nháy. Điều này phù hợp với kết quả phân bố theo hướng khi quan sát thấy ở trạm Hà Nội có sự tập trung nhấp nháy ở phía nam, ở trạm Huế và Tp. Hồ Chí Minh thì có sự tập trung về phía bắc của trạm.



Hình 9. Phân bố theo vĩ độ của nhấp nháy điện ly khu vực Việt Nam và lân cận trong giai đoạn 2009-2012

#### 4. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu đặc trưng xuất hiện nhấp nháy điện ly sử dụng số liệu ba trạm thu GPS ở Việt Nam, trong pha đi lên của hoạt động Mặt Trời từ 2009 đến 2012 có thể rút ra một số kết luận sau:

Thống kê về sự xuất hiện nhấp nháy điện ly ở khu vực Việt Nam cho thấy nhấp nháy xuất hiện khá thường xuyên, trong ngày nhấp nháy chủ yếu xuất hiện vào thời gian ban đêm trong khoảng từ 20 đến 24 giờ LT và rất ít khi xuất hiện vào thời gian ngày.

Tần suất xuất hiện nhấp nháy điện ly biến đổi theo mùa và theo mức độ hoạt động của Mặt Trời. Nhấp nháy chủ yếu xuất hiện vào thời kỳ phân điểm hàng năm, vào những năm Mặt Trời hoạt động mạnh (2011 và 2012) nhấp nháy xuất hiện nhiều hơn và gia tăng cả về tần suất và độ lớn so với năm Mặt Trời hoạt động yếu (2009 và 2010).

Nhấp nháy xuất hiện chủ yếu trong khoảng góc nhìn vệ tinh nhỏ hơn 40°, tập trung theo từng hướng ứng với một số góc phương vị tại mỗi trạm.

Nhấp nháy biên độ mạnh xuất hiện ít tại Tp. Hồ Chí Minh và Huế, xuất hiện nhiều hơn tại trạm Hà Nội. Ở khu vực Việt Nam, nhấp nháy xuất hiện tập trung gần vùng đỉnh dị thường điện ly xích đạo, từ vĩ độ 13° đến vĩ độ 21° với cực đại ở khoảng vĩ độ 15°.

#### Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của đề tài 7 hướng cấp Viện Hàn lâm mã số VAST01.02/15-16.

#### Tài liệu dẫn

- Aarons J., 1982: Global morphology of ionospheric scintillations, Proc. IEEE, 70, 360-378.
- Abadi P., Saito S., and Srigutomo W., 2014: Low-latitude scintillation occurrences around the equatorial anomaly crest over Indonesia, Annales Geophys., 32, 7-17.
- Basu, S., S. Basu, J. Aarons, J.P. McClure, and M.D. Cousins, 1978: On the coexistence of kilometer- and meter-scale irregularities in the nighttime equatorial F region, Journal of Geophysical Research, 83 (A9), pp. 4219 - 4226.

- Basu S., E. Kudeki, S. Basu, C. E. Valladares and E. J. Weber, 1996: Scintillation, plasma drifts, and neutral winds in the equatorial ionosphere after sunset, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 101, N.A12, 26795-26809.
- Beniguel Y., and Adam JP, 2007: Ionosphere Scintillation and their Effect on the Positioning Errors, IEEA, proccesding, France.
- Cervera M. A. and R. M. Thomas, 2006: Latitudinal and temporal variation of equatorial ionospheric irregularities determined from GPS scintillation observations, *Ann.Geophys.*,N.24, 3329-3341.
- Dierendonck V., A.J, John Klobuchar, Quyen Hua, 1993: Ionospheric Scintillation monitoring using commercial single frequency C/A code receivers, *Proceedings of ION GPS-93*.
- Kintner P. M., Ledvina B. M., and Paula E. R, 2007: GPS and ionospheric scintillations, *Space weather*, Vol.5, S09003, doi:10.1029/2007W000260.
- Trần Thị Lan, Lê Huy Minh, R. Fleury, P. Lassudrie Duchesne, A. Bourdillon, 2009: Bước đầu nghiên cứu nồng độ điện tử tổng cộng và nhấp nháy điện ly sử dụng số liệu các trạm thu GPS liên tục ở Việt Nam, *Tạp chí Các khoa học về Trái Đất*. T. 31, 3, 212-223.
- Trần Thị Lan, Lê Huy Minh, 2011: Biến thiên theo thời gian của nồng độ điện tử tổng cộng và nhấp nháy điện ly theo số liệu GPS liên tục ở Việt Nam, *Tạp chí Các khoa học về Trái Đất*. T. 33, N4, 681-689.
- Le Huy Minh, Amory-Mazaudier C., Fleury R., Bourdillon A., Lassudrie-Duchesne P., L. Tran Thi, T. Nguyen Chien and T. Nguyen Ha, P. Vila, 2014 : Time variations of the total electron content in the Southeast Asian equatorial ionization anomaly for the period 2006-2011, *Advances in Space Research*, 54, 355-368.
- Rama Rao, P. V. S., Gopi Krishna, S., Niranjana, and Prasad, D. S. V. V. D, 2006: Study of spatial and temporal characteristics of L-band scintillation over the Indian low latitude region and their possible effects on GPS navigation, *Ann. Geophys.*, 24, 1567-1580.
- Saito S., Maruyama T., Ishii M., Kubota M., Ma G., Chen Y., Li J., Duyen C. H., Truong T. L., 2008: Observation of small to large scale ionospheric irregularities associated with plasma bubbles with a transequatorial HF propagation experiment and spaced GPS receivers, *Journal of Geophysical research*, V.113, A12313.
- Valladares C. E., Villalobos J., Sheehan R., and Hagan M.P., 2004: Latitudinal extension of low latitude scintillations measured with a network of GPS receivers, *Ann. Geophys.*, 22, 3155-3175.
- GSV GPS Silicon Valley, 2005: GSV4004/GSV4004A - GPS Ionospheric Scintillation & TEC Monitor, USER'S MANUAL.