

# BIẾN THIÊN THEO THỜI GIAN CỦA NỒNG ĐỘ ĐIỆN TỬ TỔNG CỘNG VÀ NHẢP NHÁY ĐIỆN LY THEO SỐ LIỆU GPS LIÊN TỤC Ở VIỆT NAM

TRẦN THỊ LAN, LÊ HUY MINH

E-mail: lanvlđc@yahoo.com

*Viện Vật lý Địa cầu - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

Ngày nhận bài : 12 - 8 - 2010

## 1. Mở đầu

Tầng điện ly là vùng khí quyển nằm ở khoảng độ cao từ 50 đến 1500km trên bề mặt Trái Đất, được xem là một nguồn nhiễu khi tín hiệu radio truyền qua nó. Ngày nay cùng với sự phát triển của công nghệ GPS thì việc nghiên cứu tầng điện ly cũng trở nên thuận tiện và dễ dàng hơn. Mỗi vệ tinh GPS truyền thông tin với mục đích định vị được điều biến trên hai tần số sóng mang  $\nu_1$  (1,57542 GHz) và  $\nu_2$  (1,2276 GHz), với các đại lượng cơ bản đo được là giả khoảng cách code và pha. Dựa vào các đo đạc code và pha tương ứng ở hai tần số sẽ cho phép rút ra thông tin về nồng độ điện tử tổng cộng (Total Electron Content - TEC) dọc theo đường chuyển từ vệ tinh tới máy thu trên mặt đất. Do tầng điện ly còn là môi trường nhiễu loạn nên khi tín hiệu vệ tinh GPS truyền qua vùng nhiễu loạn mật độ điện tử có gradient lớn sẽ bị dao động nhanh về biên độ và pha, hiện tượng này được gọi là nhấp nháy điện ly (ionospheric scintillation). Nhấp nháy điện ly mạnh có thể gây nên sự giảm tín hiệu, trượt vòng pha, mất tín hiệu máy thu GPS,... và do đó sẽ ảnh hưởng tới độ chính xác trong phép đo định vị bằng GPS. Nghiên cứu nhấp nháy điện ly là vấn đề mới đang 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.

Việt Nam nằm trải dài theo phương kinh tuyến, từ vĩ độ khoảng  $8^{\circ}30'N$  tới  $23^{\circ}30'N$  vĩ độ địa lý ( $0^{\circ}30'N$  tới  $15^{\circ}30'N$  vĩ độ từ), vì vậy tầng điện ly ở Việt Nam mang đặc điểm hình thái điện ly vùng xích đạo. Nhằm nghiên cứu tầng điện ly trong vùng này, theo hợp tác giữa Viện Vật lý Địa cầu (Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam), Trường Đại học Tổng hợp Rennes 1 và Trường Viễn thông Quốc gia Brest (Pháp), ba trạm thu tín hiệu vệ tinh GPS liên tục đã được đặt tại Hà Nội, Huế và Tp. Hồ Chí Minh từ tháng 4/2005. Bài báo này lần đầu tiên giới thiệu kết quả nghiên cứu biến thiên theo thời gian của nồng độ điện tử tổng cộng và nhấp nháy điện ly trong giai đoạn Mặt Trời hoạt động yếu từ 2005 đến 2008 sử dụng số liệu các trạm thu GPS ở Việt Nam.

## 2. Số liệu và phương pháp phân tích

Ba máy thu GPS ở Việt Nam là loại máy thu hai tần số GSV4004 của hãng NovAtel. Mục đích chính của GSV4004 là thu thập số liệu về TEC và nhấp nháy điện ly đối với tất cả các vệ tinh nhìn thấy. 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 BINARY. 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 được chỉ ra trong *bảng 1*.

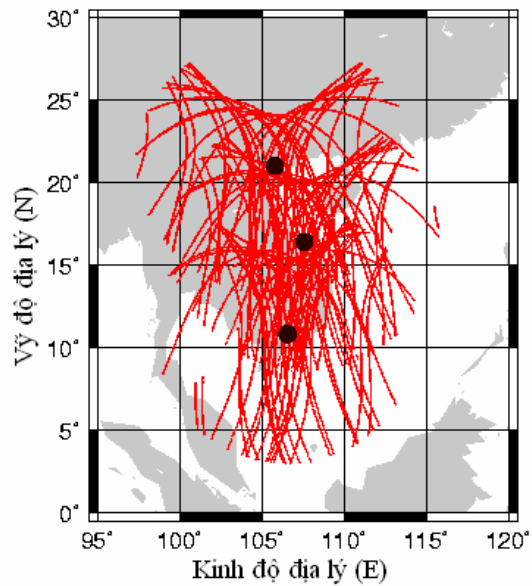
**Bảng 1. Các thông số thu nhận trực tiếp từ máy thu GSV4004**

STT	Tham số	Đơn vị đo
1	Tuần GPS	N/A
2	Thời gian quan sát trong tuần (TOW)	Giây (s)
3	Vệ tinh PRN	N/A
4	Tên trạm quan sát	N/A
5	Góc phương vị (Azimuth)	Độ
6	Góc ngẩng (Elevation)	Độ
7	Tỷ số tín hiệu/nhiều C/N <sub>0</sub>	dB-Hz
8	S <sub>4</sub> tổng	Không thứ nguyên
9	S <sub>4</sub> hiệu chỉnh	Không thứ nguyên
10	Sigma pha 1s	Radian
11	Sigma pha 3s	Radian
12	Sigma pha 10s	Radian
13	Sigma pha 30s	Radian
14	Sigma pha 60s	Radian
15	Độ lệch Code/Carrier trung bình	Mét
16	Sigma độ lệch Code/Carrier	Mét
17	TEC tại thời gian TOW-45	TECU
18	ΔTEC tại TOW-60 tới TOW-45	TECU
19	TEC tại thời gian TOW-30	TECU
20	ΔTEC tại TOW-45 tới TOW-30	TECU
21	TEC tại thời gian TOW-15	TECU
22	ΔTEC tại TOW-30 tới TOW-15	TECU
23	TEC tại thời gian TOW	TECU
24	ΔTEC tại TOW-15 tới TOW	TECU
25	L1 Lock Time	Giây
26	Channel Status	N/A
27	L2 Lock Time	Giây
28	L2 C/N <sub>0</sub>	dB-Hz

Ngoài ra, máy thu GSV4004 còn có phần mềm Convert4, cho phép chuyển đổi tệp số liệu đầu ra sang tệp dạng RINEX với các thông số: C<sub>1</sub> - giả khoảng cách sử dụng mã C/A; P<sub>2</sub> - giả khoảng cách sử dụng P-code; L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> - pha tại hai tần số; D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> - tần số Doppler; S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> - cường độ tín hiệu, thời gian GPS, vị trí máy thu, số vệ tinh,... được sử dụng cho các mục đích nghiên cứu khác nhau.

Vị trí các máy thu GPS ở Việt Nam và khoảng che phủ tầng điện ly quan sát được từ ba máy thu này được chỉ ra trên hình 1. Ta nhận thấy rằng trạm Hà Nội (21°02', 105°47'), có thể quan sát được vùng điện ly có vĩ độ địa lý từ 13° đến 27° và kinh độ

địa lý từ 97° đến 113°. Trạm Huế (16°27', 107°35'), quan sát được vùng điện ly có vĩ độ địa lý từ 9° đến 23° và kinh độ địa lý từ 100° đến 116°. Máy thu tại Tp. Hồ Chí Minh (10°50', 106°33'), quan sát được vùng điện ly có vĩ độ địa lý từ 3° đến 17° và kinh độ địa lý từ 98° đến 114°, như vậy với ba trạm thu GPS này chúng ta có thể thu được thông tin về tầng điện ly trên khắp lãnh thổ, lãnh hải Việt Nam và các vùng lân cận.



Hình 1. Vị trí các trạm thu GPS (chấm tròn) ở Việt Nam và vết các vệ tinh quan sát được tại điểm cắt tầng điện ly

Theo kết quả phân tích trong bài báo trước [7], giá trị TEC thu được trực tiếp từ số liệu đầu ra của máy thu GSV4004 không được tốt vì vậy chúng tôi không sử dụng các giá trị TEC này trong các nghiên cứu mà tiến hành tính TEC từ file RINEX. Phương pháp tính TEC đã được giới thiệu chi tiết trong các bài báo trước đây [7, 9, 10, 14, 15], dựa trên việc sử dụng các giả khoảng cách đo được từ vệ tinh tới máy thu trên 2 tần số  $\nu_1$  và  $\nu_2$ .

Khi nghiên cứu các nhấp nháy điện ly, người ta thường sử dụng tham số biên độ nhấp nháy đặc trưng bởi chỉ số  $S_f$ . Giá trị  $S_4$  được tính từ độ lệch chuẩn của cường độ tín hiệu thu nhận từ vệ tinh ( $S_{4T}$ ) và biên độ nhiễu ( $S_{4N_0}$ ), thường được tính toán trong khoảng thời gian 60 giây và đo đặc tại tần số  $\nu_f$  [3, 4, 7, 13, 14] như sau:

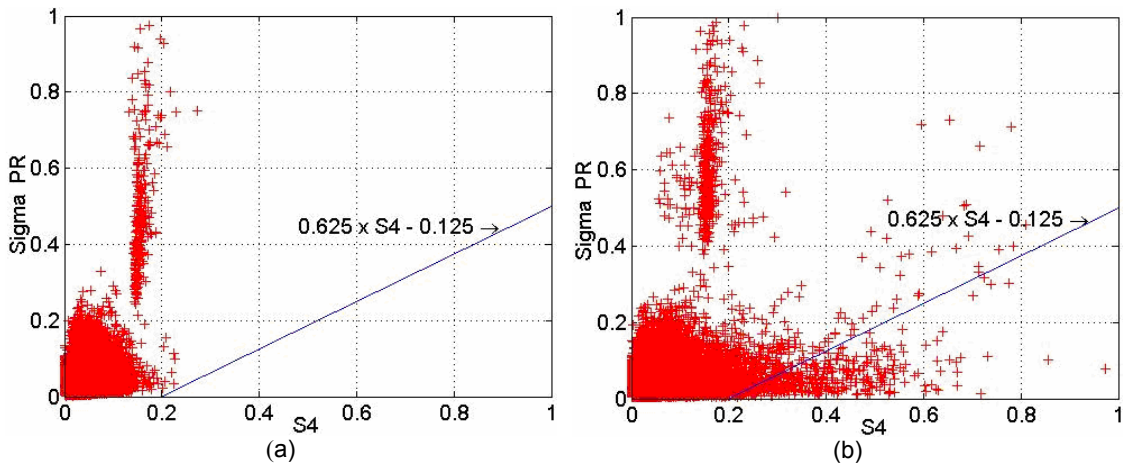
$$S_4 = \sqrt{S_{4T}^2 - S_{4N_0}^2} \quad (1)$$

Các giá trị  $S_{4T}$  và  $S_{4No}$  có thể thu được trực tiếp từ số liệu đầu ra để phục vụ cho việc tính biên độ nhấp nháy điện ly. Ngoài ra, khi nghiên cứu nhấp nháy điện ly bằng các máy thu loại GSV người ta phải sử dụng thêm một giới hạn lọc các giá trị  $S_4$  gây bởi tín hiệu nhiễu nhiều đường (multipath) được xác định như sau [17]:

$$\sigma_{ccd} = 0,652 * S_4 - 0,125 \quad (2)$$

trong đó  $S_4$  là biên độ nhấp nháy tính được từ công thức (1),  $\sigma_{ccd}$  là giới hạn phân tách giữa nhấp nháy điện ly và nhấp nháy gây bởi tín hiệu nhiễu nhiều đường. Giới hạn lọc này được minh họa trên hình 2, trong đó hình 2a được xây dựng với mười ngày số liệu thu liên tục tại trạm Huế trong trường hợp không

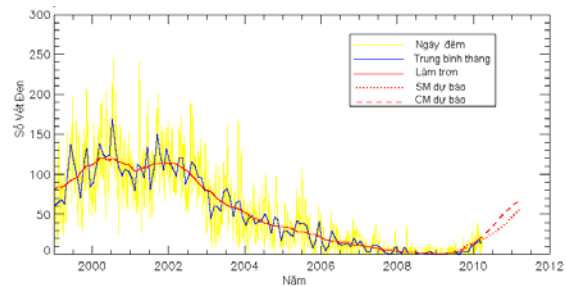
có nhấp nháy (1-10/8/2006) và hình 2b đối với trường hợp có nhấp nháy (1-10/4/2006). Những giá trị  $S_4$  tính được nằm phía trên đường giới hạn thì được cho là gây ra bởi tín hiệu nhiễu nhiều đường, những giá trị  $S_4$  nằm phía dưới đường giới hạn được cho là gây bởi nhấp nháy điện ly. Tất cả các giá trị  $S_4$  ở hình 2a đều nằm phía trên đường thẳng giới hạn  $\sigma_{ccd}$ , tức là các giá trị  $S_4$  trong trường hợp này chỉ do tín hiệu nhiễu nhiều đường không phải do nhấp nháy điện ly. Ở hình 2b, các giá trị  $S_4$  tính được có một phần ở phía trên đường thẳng  $\sigma_{ccd}$  (do hiện tượng nhiễu nhiều đường), và một phần giá trị các giá trị  $S_4$  nằm phía dưới đường thẳng này được cho là gây bởi tầng điện ly và được sử dụng để nghiên cứu nhấp nháy điện ly.



Hình 2. Giới hạn lọc biên độ nhấp nháy tương ứng với hai trường hợp:  
(a) Môi trường không có nhấp nháy và (b) Môi trường có nhấp nháy

### 3. Kết quả và thảo luận

Trong nghiên cứu này, khi tính nồng độ điện tử tổng cộng và nhấp nháy điện ly, chúng tôi đã sử dụng một giới hạn góc nhìn vệ tinh lớn hơn hoặc bằng  $20^\circ$  nhằm giảm thiểu ảnh hưởng gây bởi tán xạ hơi nước, hiệu ứng nhiễu nhiều đường thường mạnh với các góc nhìn vệ tinh bé. Số liệu được thu thập và tính cho tất cả các phút ở cả ba trạm thu và trong khoảng thời gian 45 tháng quan sát số liệu, từ tháng 4/2005 đến tháng 12/2008. Khoảng thời gian này nằm trong giai đoạn Mặt Trời hoạt động yếu và nằm trong pha đi xuống như được chỉ ra trên hình 3 biểu thị số vết đen mặt trời từ 1999 đến 2010.

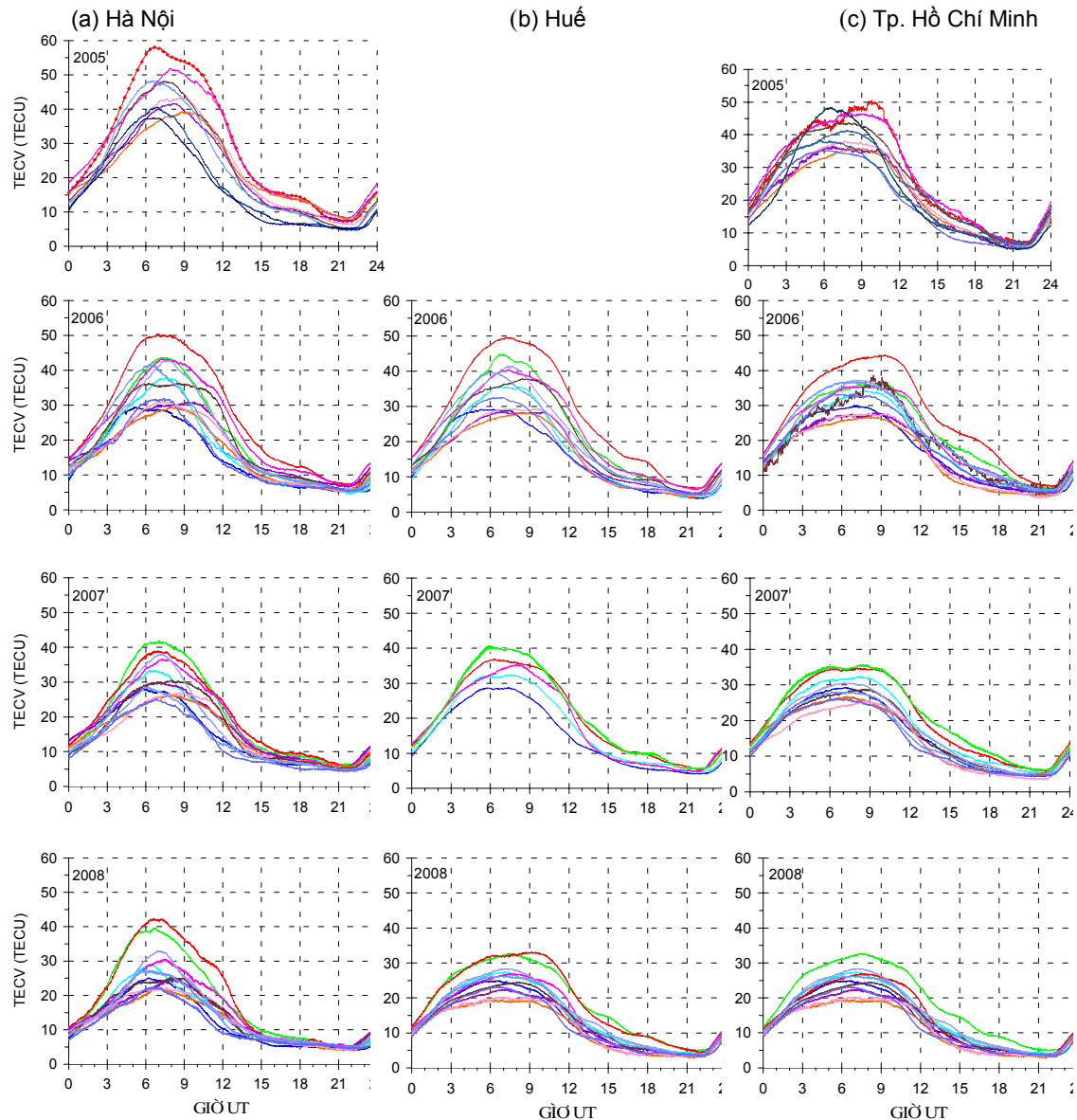


Hình 3. Vết đen Mặt Trời từ năm 1999 đến 2010  
[[http:// www.sidc.be](http://www.sidc.be)]

#### 3.1. Biến thiên ngày đêm của TEC

Để nghiên cứu biến thiên ngày đêm của tham

số nồng độ điện tử tổng cộng, các giá trị TEC được đo đặc 30 giây), sau đó sẽ được tính trung bình tháng và kết quả được biểu thị trên hình 4.



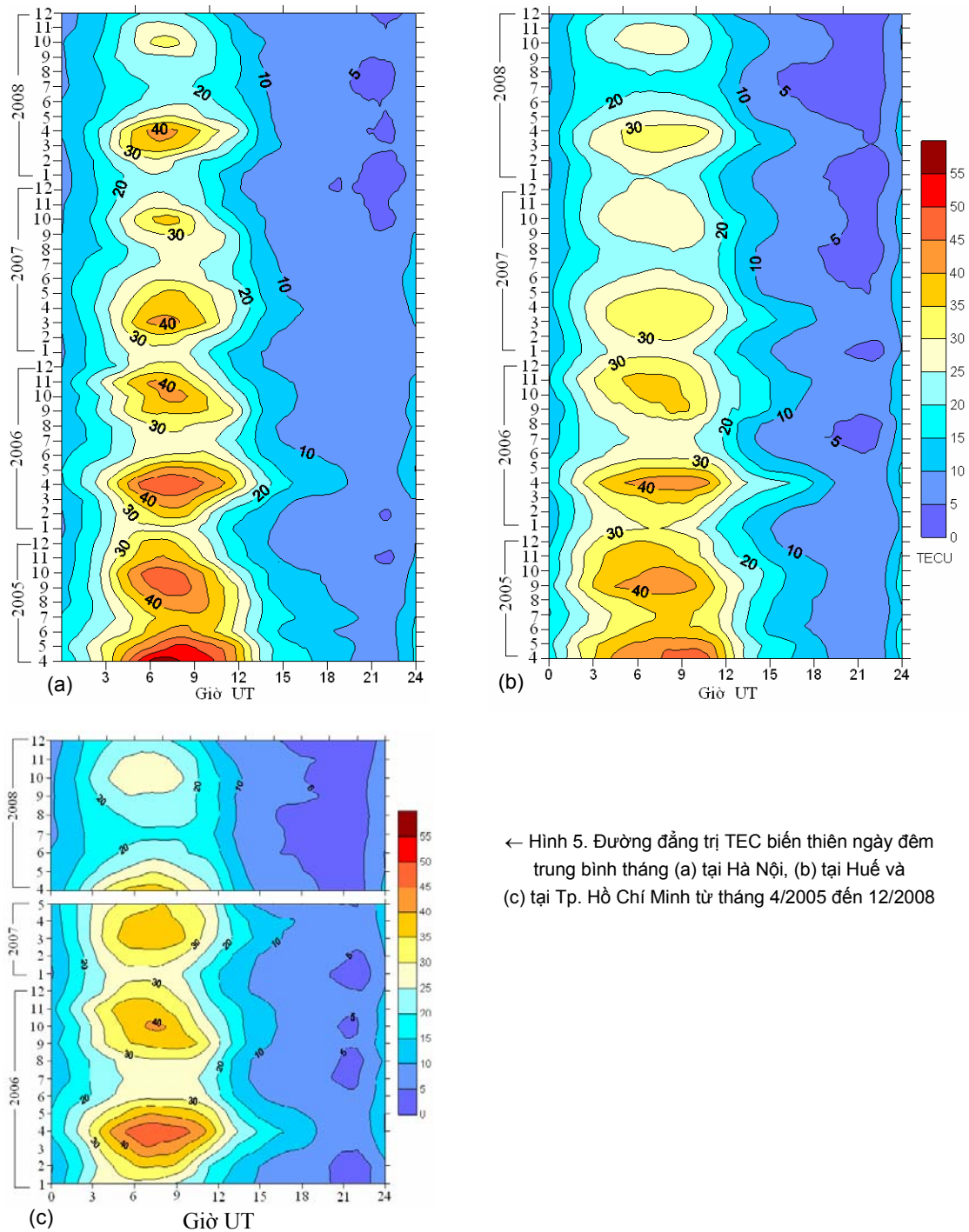
Hình 4. Biến thiên ngày đêm TEC trung bình tháng tại: (a) Hà Nội, (b) Huế và (c) Tp. Hồ Chí Minh từ 2005 đến 2008

Hình 4 cho thấy một xu thế biến thiên ngày đêm chung của TEC là đạt giá trị cực đại vào khoảng 7h00 UT (tức 14h00 địa phương), một cực tiểu vào khoảng 22h00 đến 23h00 UT (từ 5h00 đến 6h00 địa phương). Biên độ ngày đêm của TEC lớn nhất tại trạm Hà Nội, tiếp đến tại trạm Huế và thấp nhất tại Tp. Hồ Chí Minh, nghĩa là biên độ ngày

đêm TEC cực đại ở vùng đỉnh dị thường điện ly và cực tiểu tại vùng xích đạo từ.

### 3.2. Biến thiên theo mùa của TEC

Hình 5 biểu thị biến thiên ngày đêm trung bình tháng của TEC cho khoảng thời gian 45 tháng số liệu tại Hà Nội, Huế và Tp. Hồ Chí Minh.



← Hình 5. Đường đẳng trị TEC biến thiên ngày đêm trung bình tháng (a) tại Hà Nội, (b) tại Huế và (c) tại Tp. Hồ Chí Minh từ tháng 4/2005 đến 12/2008

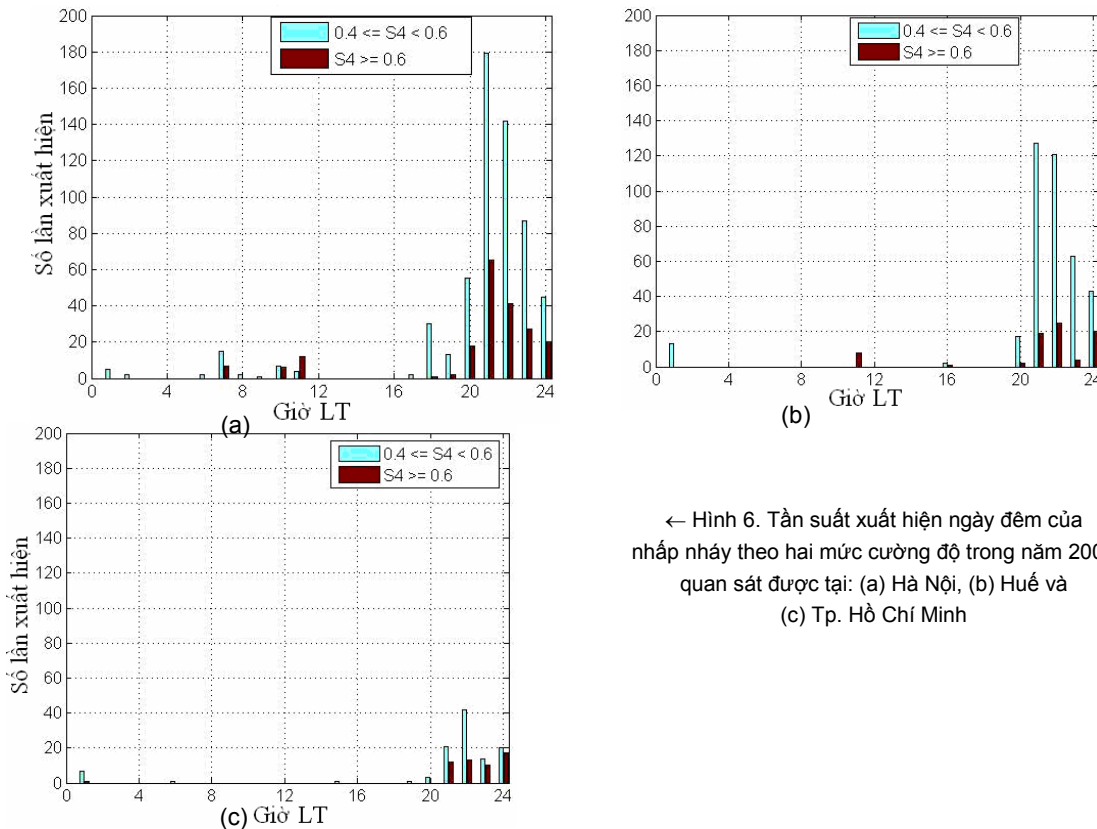
Hình 5 cho thấy TEC thể hiện một xu thế biến thiên mùa rất rõ, đạt cực trị vào thời kỳ phân điểm hàng năm: xuân phân (tháng 3-4) và thu phân (tháng 9-10). Trong pha hoạt động Mặt Trời đang xem xét ta nhận thấy cực đại xuân phân lớn hơn cực đại thu phân. Biên độ TEC phụ thuộc vào vị trí

trạm quan sát (lớn nhất tại trạm Hà Nội, tiếp đến là trạm Huế và nhỏ nhất quan sát được tại Tp. Hồ Chí Minh) như đã trình bày ở phần trên. Hình 5 còn cho thấy một xu thế phụ thuộc vào mức độ hoạt động Mặt Trời của TEC, so sánh chuỗi số liệu từ 2005 đến 2008 tại mỗi trạm ta nhận thấy biên độ

TEC cũng giảm dần theo mức độ hoạt động của Mặt Trời từ 2005 ( $R \approx 35$ ) đến 2008 ( $R \approx 5$ ) như được chỉ ra trên hình 3. Kiểu biến thiên mùa của TEC như vậy tương tự biến thiên mùa của tần số tới hạn của lớp F2 của tầng điện ly ( $f_oF2$ ) thu được từ thăm dò thẳng đứng tầng điện ly [11].

### 3.3. Đặc trưng xuất hiện theo thời gian ngày đêm của nhấp nháy điện ly

Hình 6 biểu diễn tần suất xuất hiện ngày đêm



← Hình 6. Tần suất xuất hiện ngày đêm của nhấp nháy theo hai mức cường độ trong năm 2006 quan sát được tại: (a) Hà Nội, (b) Huế và (c) Tp. Hồ Chí Minh

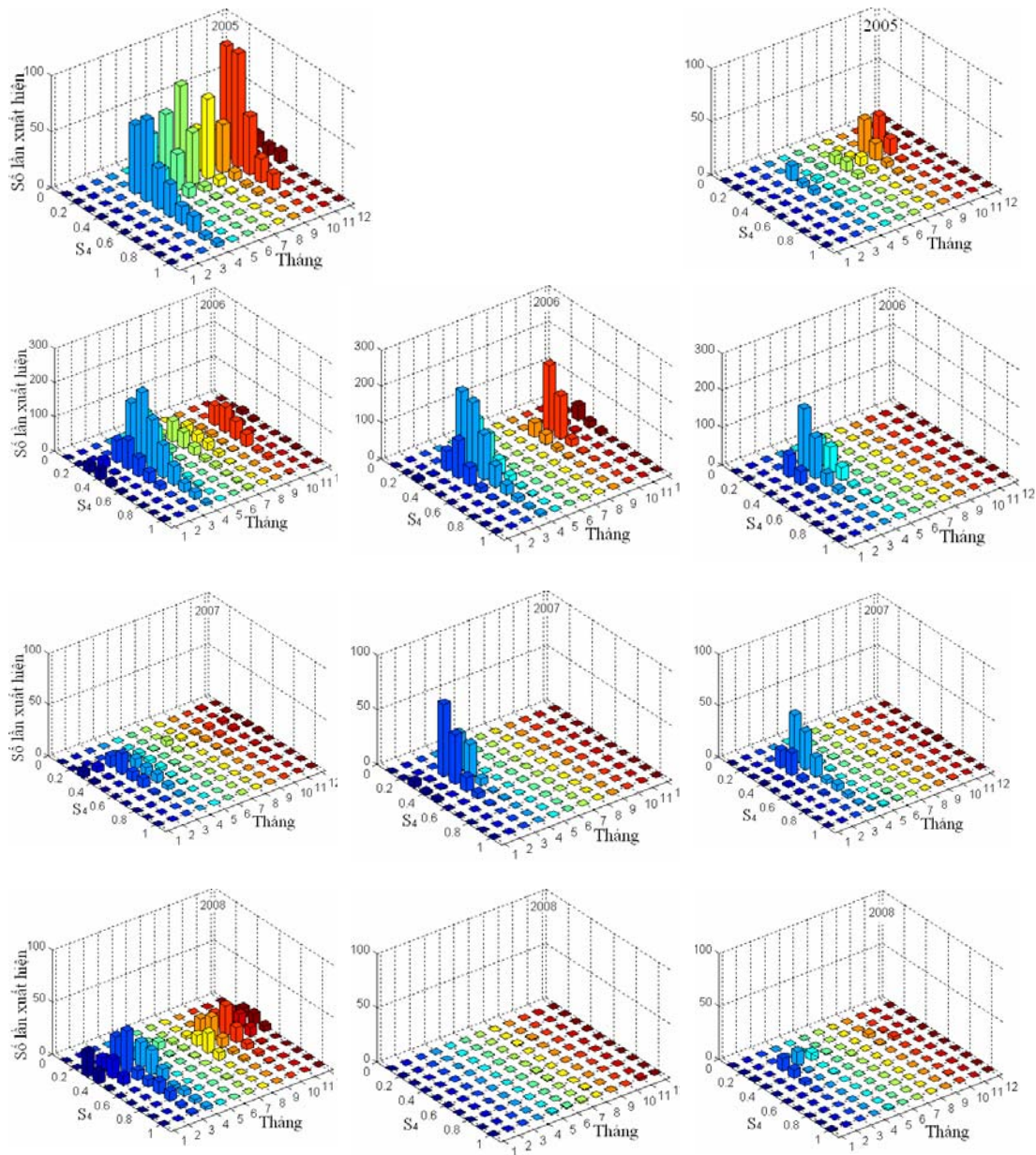
Đề lý giải cho hiện tượng quan sát thấy ở trên, chúng ta sẽ tìm hiểu về quá trình vật lý phát sinh nhấp nháy điện ly trong vùng xích đạo. Vào thời gian ban đêm, mật độ plasma và động học trường điện trong vùng E giảm, đồng thời đỉnh dị thường điện ly mất dần, trong khi đó tại thời gian này động học trường điện bắt đầu phát triển trong vùng F. Với sự suy giảm mật độ ion trong vùng E sau khi Mặt Trời lặn và sự phát triển trường điện trong vùng F làm hình thành gradient mật độ plasma thẳng đứng hướng lên ngược với hướng của trọng lực trong vùng đáy của lớp F. 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. Sự phát triển không tuyến tính của các bất ổn định này dẫn đến sự hình thành các vùng suy giảm điện ly lớn, hiện tượng này thường quan sát thấy trong vùng điện ly xích đạo và gọi là plasma bubble [14, 15]. 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 trung bình và mạnh xuất hiện trong vùng xích đạo vào thời gian ban đêm và thường xuyên hơn tại vùng đỉnh dị thường như được chỉ ra ở trên.

### 3.4. Đặc trưng xuất hiện theo mùa của nhấp nháy điện ly

Chúng tôi tiến hành thống kê sự xuất hiện nhấp nháy theo độ lớn cho từng tháng trong năm và cho chuỗi số liệu từ 2005 đến 2008, kết quả được chỉ ra trên hình 7. Chúng ta có thể thấy rằng tần suất xuất hiện nhấp nháy cũng thể hiện một xu thế mùa rất

rõ, nhấp nháy xuất hiện nhiều vào thời kỳ phân điểm (tháng 3-4 và tháng 9-10). Đặc trưng xuất hiện theo mùa của nhấp nháy cũng gần như đặc trưng biến thiên theo mùa của nồng độ điện tử tổng cộng đã chỉ ra trong hình 5. Tần suất xuất hiện nhấp nháy điện ly cũng phụ thuộc vào mức độ hoạt động của Mặt Trời, nhấp nháy xuất hiện nhiều hơn khi Mặt Trời hoạt động mạnh.



Hình 7. Thống kê sự xuất hiện nhấp nháy theo từng tháng trong năm và theo độ lớn tại Hà Nội (trái), Huế (giữa) và Tp. Hồ Chí Minh (phải)

#### 4. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu biến thiên theo thời gian của nồng độ điện tử và nhấp nháy điện ly sử dụng số liệu ba trạm thu GPS ở Việt Nam, trong giai đoạn Mặt Trời hoạt động yếu 2005-2008 có thể rút ra một số kết luận sau:

- Tiến trình biến thiên ngày đêm của nồng độ điện tử tổng cộng tầng điện ly ở khu vực Việt Nam đạt giá trị cực đại vào khoảng 14h00 trưa địa phương và đạt cực tiểu vào 5h00 sáng địa phương. Biên độ ngày đêm TEC biến thiên theo mùa rất rõ rệt, đạt hai cực đại vào thời kỳ phân điểm hàng năm với cực đại xuân phân lớn hơn cực đại thu phân trong giai đoạn 2005-2008.

- Tần suất xuất hiện nhấp nháy điện ly phụ thuộc vào thời gian trong ngày, nhấp nháy chủ yếu xuất hiện vào ban đêm (sau 21h LT) và rất hiếm khi xuất hiện ban ngày. Tần suất xuất hiện nhấp nháy cũng thể hiện đặc trưng mùa, đạt cực đại vào thời kỳ xuân phân và thu phân.

- Biên độ ngày đêm của nồng độ điện tử tổng cộng và tần suất xuất hiện nhấp nháy điện ly phụ thuộc vào mức độ hoạt động của Mặt Trời, giảm dần từ năm 2005 đến 2008 và phụ thuộc vào vị trí trạm quan sát, lớn nhất tại trạm Hà Nội (trạm nằm dưới đỉnh dị thường điện ly xích đạo), tiếp theo là trạm Huế (trạm nằm gần đỉnh dị thường) và nhỏ nhất tại trạm ở Tp Hồ Chí Minh (trạm nằm gần xích đạo).

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của đề tài cấp nhà nước trong chương trình nghiên cứu vũ trụ “Ứng dụng công nghệ vũ trụ để nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của tầng điện ly và tầng khí quyển tới độ chính xác khi sử dụng tín hiệu vệ tinh ở khu vực Việt Nam” và đề tài cơ bản mã số: 105.01.42.09 của Quỹ phát triển KHCNQ-NAFOSTED.

#### TÀI LIỆU DẪN

[1] *Cervera M. A. and Thomas R. M.*, 2006: Latitudinal and temporal variation of equatorial ionospheric irregularities determined from GPS scintillation observations, *Ann. Geophys.*, N.24, 3329-3341.

[2] *Chandra H., Hari Om Vats, Sethia G., Deshpande R.M., Rastogi R.G.*, 1979: Ionospheric

scintillations associated with features of equatorial ionosphere, *Ann. Geophys.*, 35, 145-151.

[3] *Van Dierendonck, A.J., John Klobuchar, Quyen Hua*, 1993: Ionospheric Scintillation monitoring using commercial single frequency C/A code receivers, *Proceedings of ION GPS-93*.

[4] *Forte B. and Radicella S. M.*, 2002: Problems in data treatment for ionospheric scintillation measurements', *Radio Science*, Vol. 37, N.6.

[5] *Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., and J. Collins*, 1997: *GPS Theory and Practice*, Springer-Verlag Wien New York.

[6] *Huang C.S. and Kelly M. S.*, 1996: Nonlinear evolution of equatorial Spread-F. Gravity wave seeding of Rayleigh Taylor instability, *J. Geophysics Res.*, 101, 293-302.

[7] *Trần Thị Lan, Lê Huy Minh, Flery R., Lassudrie Duchesne P., Bourdillon A.*, 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.

[8] *Pi X., Mannucci A. J., Lindqwister, Ho C. M.*, 1997: Monitoring of global ionospheric irregularities using the worldwide GPS network, *Geophysical Research Letters*, Vol. 24, N.18, 2283-2286.

[9] *Lê Huy Minh, Bourdillon A., Fleury R., Lasudrie-Duchesne P., Nguyễn Chiến Thắng, Trần Thị Lan, Trần Ngọc Nam, Hoàng Thái Lan*, 2006: Xác định hàm lượng điện tử tổng cộng tầng điện ly ở Việt Nam qua số liệu các trạm thu tín hiệu vệ tinh GPS, *Tạp chí Địa Chất*. Tập 296, 2, 54-62.

[10] *Lê Huy Minh, Nguyễn Chiến Thắng, Trần Thị Lan, Fleury R., Lasudrie-Duchesne P., Bourdillon A., Amory-Mazaudier C., Trần Ngọc Nam, Hoàng Thái Lan*, 2007: Ảnh hưởng của bão từ tới nồng độ điện tử tổng cộng vùng dị thường điện ly xích đạo Đông Nam Á quan sát được từ số liệu GPS, *Tạp chí các khoa học về Trái Đất*. T. 29, 2, 104-112.

[11] *Lê Huy Minh & Phạm Văn Trì*, 2001: Biến thiên theo thời gian của lớp E và lớp F điện ly quan sát được tại đài điện ly Phú Thụy, Việt Nam, *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất*, T. 23, 1, 56-69.



- [12] *Parkinson B. W.* and *Spilker J.J* , 1994: Global Positioning System: Theory and applications Volume I.
- [13] *Ramarao P. V. S., Gopi Krishna S., Niranjan,* 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.
- [14] *Ramarao P. V. S., Gopi Krishn A. S. , Niranjan,* and *Prasad D. S. V. V. D.*, 2006: Temporal and spatial variations in TEC using simultaneous measurements from the Indian GPS network of receivers during the low solar activity period of 2004-2005, *Ann. Geophys.*, 24, 3279-3292.
- [15] *Schaer S.* , 1999: Mapping and Predicting the Earth's Ionosphere using the Global Positioning System, *Ph. D. Thesis*.
- [16] *Kung Chie Yell* and *Chao-Han Liu*, 1982: Radio wave scintillation in the ionosphere, *Proceedings of the IEEE*, 70(4).
- [17] Gsv GPS Silicon Valley, 2005: GSV4004/GSV4004A - GPS Ionospheric Scintillation & TEC Monitor, USER'S MANUAL.

## SUMMARY

### Temporal variations of the total electron content and ionospheric scintillation from the continuous GPS data in Vietnam

Vietnam lies in the equatorial region, encompasses the latitude region from about 8°30'N to 23°30'N geographical latitude (0°30'N to 15°30'N geomagnetic latitude). To study the ionosphere in the equatorial region, in the framework of the scientific co-operation between the Institute of Geophysics (Vietnam) and University of Rennes 1 and National School of Telecommunication of Brest (France), three dual frequency GPS receivers were installed in Vietnam since April 2005: at Hanoi (21°02N) - a station under the equatorial ionospheric anomaly crest, at Hue (16°27N) - a station near the anomaly crest region, and at Ho Chi Minh city (10°50N) - an equatorial station. This paper presents the studied results of the temporal variations of the total electron content (TEC) and ionospheric scintillation using the GPS continuous data in Vietnam during the low solar activity period of 2005-2008. These results show that: the diurnal variation in TEC is reach of one maximum value around 14h LT and one minimum value at 5h LT, the occurent of scintillation as a function of time in the day, almost occurs at night time in this region. Both of TEC and ionospheric scintillation present the seasonal variation, peaking on equinox months. The studied results also show the dependence of TEC and ionospheric scintillation on the solar activity and the observation stations.