



Thiết lập sơ đồ chuyển dịch tuyệt đối vỏ Trái Đất lãnh thổ Việt Nam từ dữ liệu GNSS

Vy Quốc Hải^{*1}, Bùi Thị Hồng Thắm²

¹Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Ngày nhận bài: 6 - 8 - 2014

Chấp nhận đăng: 12 - 2 - 2015

ABSTRACT

Establishing diagram of absolute crustal movements in Vietnam using GNSS data

International Terrestrial Reference Frame (ITRF) is created under the auspices of international to satisfy stringent standards of modern space systems. Basic feature of ITRF is the time factor. Thus coordinates and velocities of points are changing in ITRF. With the mission to link with international networks or study crustal movements, diagram of velocity movements plays an important role. This paper presents theoretical background, basic formulas and method for calculating absolute velocity transferral between different ITRF. The overall picture of absolute crustal movements on the territory of Vietnam in the only one international coordinate system and latest ITRF08 has been established and discussed. The calculation is performed in accordance with strict accuracy and reliability. This method enables continuous integration of new results and update instantly the picture of crustal movements in Vietnam, guaranteed accuracy, and cost- and time- save.

© 2015 Vietnam Academy of Science and Technology

1. Mở đầu

Hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu (Global Navigation Satellite System-GNSS) được ứng dụng nhằm xác định chuyển dịch hiện đại vỏ Trái Đất ở nước ta từ 1990. Từ đó đến nay, lưới GNSS địa động lực đã được thiết lập trên một số đứt gãy chính (sông Hồng, sông Đà, Lai Châu - Điện Biên,...), các chu kỳ đo được tiến hành, số liệu được xử lý và đưa ra các kết quả liên quan tới chuyển dịch trong đới của các đứt gãy cũng như chuyển dịch tuyệt đối mang tính kiến tạo mảng.

Chuyển dịch tuyệt đối là chuyển dịch được biểu diễn trong hệ tọa độ toàn cầu, trong trường hợp các ứng dụng GNSS chính là khung quy chiếu Trái Đất quốc tế ITRF bởi lịch vệ tinh chính xác, tọa độ, vận tốc của các điểm thuộc Tổ chức dịch

vụ quốc tế nghiên cứu địa động lực (International GNSS Service-IGS) và các số liệu hỗ trợ đều được biểu diễn trong khung quy chiếu này. Nguyên lý chung của nhiệm vụ đều xuất phát từ số liệu đo GNSS, sử dụng tọa độ và vận tốc của các điểm IGS như các điểm khống chế để xác định tọa độ, từ đó xác định vận tốc của các điểm đo.

Vận tốc chuyển dịch tuyệt đối một số điểm trên lãnh thổ nước ta được đề cập và xác định từ năm 2000 trong nhiều đề tài, dự án (Vy Quốc Hải, 2009; Lê Huy Minh, 2010; Bùi Thị Hồng Thắm, 2014; Tran Dinh To, 2013; Phan Trọng Trịnh, 2011; <http://www.geologie.ens.fr/~vigny/geod03.html>: GEODYSSSEA GPS Results). Do đặc điểm động của lưới IGS nên các giá trị này được công bố trong các phiên bản ITRF khác nhau: ITRF94 (<http://www.geologie.ens.fr/~vigny/geod03.html>: GEODYSSSEA GPS Results); ITRF00 (Vy Quốc Hải, 2009; Tran Dinh To, 2013); ITRF05 (Lê Huy

*Tác giả liên hệ, Email: vqhai75@yahoo.com

Minh, 2010; Bùi Thị Hồng Thắm, 2014; Phan Trọng Trinh, 2011), nói cách khác các vec tơ chuyển dịch không cùng trong một hệ tọa độ. Cho dù sự khác biệt về giá trị cũng như về hướng của vec tơ vận tốc trong các ITRF không lớn, song tập hợp các vận tốc này không phản ảnh bức tranh chuyển dịch thống nhất. Đối với nghiên cứu chuyển dịch và biến dạng, việc thiết lập sơ đồ chuyển dịch trong một hệ tọa độ duy nhất đã trở nên cần thiết. Ngoài việc tập hợp các dữ liệu của các đề tài, dự án cùng với sự hỗ trợ của ITRF thông qua việc cung cấp các thông số tính chuyển tọa độ và vận tốc giữa các phiên bản của ITRF, cho đến thời điểm hiện nay nhiệm vụ trên hoàn toàn có thể thực hiện.

Cơ sở phương pháp cũng như quá trình tính chuyển vận tốc tuyệt đối giữa các ITRF đã được nhóm tác giả thực hiện với 7 điểm GNSS (Vy

Quốc Hải, 2012) trong đó đã phân tích để đi đến kết luận về những ưu thế của việc chuyển đổi vận tốc so với phương pháp xử lý lại số liệu đo như: không cần quan tâm tới việc chuyển đổi lịch về tính, khối lượng tính toán giảm một cách cơ bản, khả năng cập nhật các kết quả mới thuận lợi,... Kết quả trên là tiền đề để thực hiện nội dung cơ bản của bài báo này, đó là thiết lập sơ đồ chuyển dịch tuyệt đối vô Trái Đất trên lãnh thổ Việt Nam trong một hệ tọa độ động thống nhất.

2. Cơ sở phương pháp và số liệu

Công thức chuyển đổi tọa độ điểm ở khung quy chiếu From sang khung quy chiếu To (Vy Quốc Hải, 2012; Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) and US Naval Observatory (USNO), 2010):

$$\begin{bmatrix} X(t) \\ Y(t) \\ Z(t) \end{bmatrix}_{To} = \begin{bmatrix} T1(t) \\ T2(t) \\ T3(t) \end{bmatrix} + (1 + D(t)) \begin{bmatrix} X(t) \\ Y(t) \\ Z(t) \end{bmatrix}_{From} + \begin{bmatrix} 0 & -R3(t) & R2(t) \\ R3(t) & 0 & -R1(t) \\ -R2(t) & R1(t) & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X(t) \\ Y(t) \\ Z(t) \end{bmatrix}_{From} \quad (1)$$

trong đó: $[T1 \ T2 \ T3]^T$ là vec tơ dịch chuyển gốc tọa độ; $R1, R2, R3$ là các góc xoay ole; D là sự khác nhau về tỷ lệ. Các giá trị này đều rất nhỏ.

Việc tính chuyển vận tốc dựa trên phép chuyển đổi tọa độ vuông góc không gian. Từ công thức

(1), đạo hàm bậc 1 theo thời gian sẽ cho công thức tính chuyển vận tốc giữa các khung quy chiếu (Vy Quốc Hải, 2012; Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) and US Naval Observatory (USNO), 2010):

$$\begin{pmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \\ \dot{Z} \end{pmatrix}_{To} = \begin{pmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \\ \dot{Z} \end{pmatrix}_{From} + \begin{pmatrix} \dot{T1} \\ \dot{T2} \\ \dot{T3} \end{pmatrix} + \dot{D} \begin{pmatrix} X(t) \\ Y(t) \\ Z(t) \end{pmatrix}_{From} + \begin{pmatrix} 0 & -\dot{R3} & \dot{R2} \\ \dot{R3} & 0 & -\dot{R1} \\ -\dot{R2} & \dot{R1} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X(t) \\ Y(t) \\ Z(t) \end{pmatrix}_{From} \quad (2)$$

Công thức (2) có thể được viết dưới dạng:

$$\begin{pmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{pmatrix}_{To} = \begin{pmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{pmatrix}_{From} + \begin{pmatrix} \dot{T1} \\ \dot{T2} \\ \dot{T3} \end{pmatrix} + \dot{D} \begin{pmatrix} X(t) \\ Y(t) \\ Z(t) \end{pmatrix}_{From} + \begin{pmatrix} 0 & -\dot{R3} & \dot{R2} \\ \dot{R3} & 0 & -\dot{R1} \\ -\dot{R2} & \dot{R1} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X(t) \\ Y(t) \\ Z(t) \end{pmatrix}_{From} \quad (3)$$

Dấu (.) ở phía trên các ký hiệu trong công thức (2) và (3) là giá trị đạo hàm theo thời gian. Việc tính chuyển vận tốc chuyển dịch từ tọa độ không gian V_X, V_Y, V_Z sang tọa độ trắc địa V_E, V_N, V_U được thực hiện theo công thức cơ bản trong (Soler, 2011).

Thông thường tính chuyển tọa độ giữa hai hệ tọa độ xuất phát từ số điểm song trùng (điểm có tọa độ ở cả hai hệ) đủ lớn, từ đó sử dụng phương pháp số bình phương nhỏ nhất sẽ xác định được

các thông số tính chuyển. Song như trên đã viết, vận tốc xác định từ các dự án và đề tài được biểu diễn trong các ITRF khác nhau, đến nay đã có 12 phiên bản ITRF được công bố, bắt đầu với ITRF88 và hiện nay là ITRF08 (bảng 1). Bên cạnh đó, với sự hợp tác của các tổ chức quốc tế, các thông số tính chuyển giữa các ITRF được xác định và công bố. Đây là thuận lợi lớn cho người sử dụng, xuất phát từ dữ liệu vận tốc trên lãnh thổ Việt Nam, khai thác và tính toán.

Bảng 1. Các thông số chuyển đổi giữa các ITRF (Christopher Jekeli, 2012)

| ITRF ₁ | ITRF ₂ | T1 | T2 | T3 | D | R1 | R2 | R3 | Thời điểm |
|-------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------|
| | | \dot{t}_1 | \dot{t}_2 | \dot{t}_3 | \dot{D} | \dot{R}_1 | \dot{R}_2 | \dot{R}_3 | |
| | | mm mm/năm | mm mm/năm | mm mm/năm | 10-8 10-8/năm | 0,0001" 0,0001"/năm | 0,0001" 0,0001"/năm | 0,0001" 0,0001"/năm | |
| 92 | 93 | -2 -2,9 | -7 0,4 | -7 0,8 | 1,2 0 | -3,9 -1,1 | 8 -1,9 | -9,6 0,5 | 1988 |
| 93 | 94 | -6 2,9 | 5 -0,4 | 15 -0,8 | -0,04 0,0 | 0,39 0,11 | -0,80 0,19 | 0,96 -0,05 | 1988 |
| 94 | 96 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 1997 |
| 96 | 97 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 1997 |
| 97 | 00 | -6,7 0,0 | -6,1 0,6 | 18,5 1,4 | -0,155 -0,001 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 -0,02 | 1997 |
| 00 | 05 | -0,1 0,2 | 0,8 -0,1 | 5,8 1,8 | -0,040 -0,008 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 2000 |
| 05 | 08 | 0,5 -0,3 | 0,9 0,0 | 4,7 0,0 | -0,094 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 | 2005 |

Số liệu đầu vào được tập hợp trên cơ sở các công bố của các đề tài, dự án với các thông số: tên điểm, vận tốc. Cho dù đến nay đã có 12 phiên bản ITRF đã được công bố, song các giá trị vận tốc

được xác định ở nước ta chủ yếu ở ITRF94, ITRF00 và ITRF05. Dưới đây, số liệu được trình bày theo thứ tự các bảng, đơn vị vận tốc được tính là mm/năm (bảng 2).

Bảng 2. Vận tốc chuyển dịch tuyệt đối của các điểm GNSS ở Việt Nam (Vy Quốc Hải, 2009; Bùi Thị Hồng Thắm, 2014; Tran Dinh To, 2012; Phan Trọng Trịnh, 2011; <http://www.geologie.ens.fr/~vigny/geod03.html>: GEODYSSEA GPS Results)

| Đơn vị tính: mm/năm | | | | | | | | | |
|---------------------|----------|----------------|----------------|----------------|----|----------|----------------|----------------|----------------|
| TT | Tên điểm | V _N | V _E | V _U | TT | Tên điểm | V _N | V _E | V _U |
| 1 | NGA1 | -9,7 | 39,1 | 12,1 | 25 | NAD2 | -12,1 | 32,4 | -10,2 |
| 2 | DON1 | -12,1 | 35,2 | 15,2 | 26 | HOA1 | -11,3 | 33,9 | -2,8 |
| 3 | HAM1 | -10,5 | 32,9 | 15,3 | 27 | DOSN | -9,7 | 31,5 | 1,6 |
| 4 | OAN0 | -11,9 | 33,5 | -14,0 | 28 | NT01 | -0,3 | 37,7 | 8,3 |
| 5 | XUY0 | -12,5 | 35,0 | 0,5 | 29 | BLV1 | -14,7 | 27,4 | -0,4 |
| 6 | LEM1 | -11,1 | 34,8 | 11,9 | 30 | DOHO | -9,1 | 24,6 | -15,2 |
| 7 | NAM0 | -12,0 | 35,1 | 3,2 | 31 | HUES | -19,8 | 29,7 | 10,1 |
| 8 | DOI0 | -11,8 | 33,7 | -10,5 | 32 | QT03 | 6,9 | 25,8 | 15,1 |
| 9 | MCRS | -7,8 | 30,8 | -1,8 | 33 | DNRS | -20,5 | 34,7 | 44,9 |
| 10 | NTHO | -12,2 | 33,3 | -10,7 | 34 | NONN | -3,2 | 44,0 | 23,8 |
| 11 | TAM2 | -12,2 | 32,4 | -0,6 | 35 | LNI1 | -13,5 | 25,8 | 3,8 |
| 12 | DIEB | -0,9 | 27,9 | 7,5 | 36 | THN1 | -13,2 | 25,2 | 2,6 |
| 13 | QT01 | 21,2 | 25,8 | 16,9 | 37 | ALO1 | -15,4 | 29,2 | 19,4 |
| 14 | LAP1 | -12,5 | 32,9 | -5,0 | 38 | BDE1 | -14,1 | 22,3 | 0,4 |
| 15 | HUN1 | -12,6 | 33,9 | 5,9 | 39 | STT1 | -10,3 | 21,6 | -7,6 |
| 16 | SOC1 | -11,9 | 32,9 | -1,8 | 40 | DTE1 | -11,6 | 23,8 | 3,0 |
| 17 | QTA2 | -12,5 | 33,9 | -9,6 | 41 | BLO1 | -14,1 | 23,8 | 2,5 |
| 18 | LOT1 | -13,6 | 33,5 | -6,2 | 42 | HOCM | -11,5 | 21,7 | -3,1 |
| 19 | MON1 | -13,4 | 32,4 | -1,1 | 43 | VUNT | 3,9 | 22,4 | 10,7 |
| 20 | SON1 | -12,1 | 32,8 | -3,7 | 44 | NT03 | -11,7 | 31,6 | 8,1 |
| 21 | NOI1 | -12,1 | 33,0 | -4,4 | 45 | NT04 | 16,1 | 11,9 | 12,2 |
| 22 | BAVI | -11,1 | 32,1 | -1,3 | 46 | PQRS | -12,2 | 21,1 | 11,7 |
| 23 | CAMP | -7,2 | 47,1 | 27,1 | 47 | CDA1 | -7,4 | 20,4 | -9,7 |
| 24 | LANG | -12,5 | 38,0 | -22,7 | 48 | TSRS | -13,5 | 20,2 | -6,0 |

3. Kết quả xử lý

Các sản phẩm IGS, ITRF là các sản phẩm tiêu chuẩn (standard product-SP) có độ chính xác và tin cậy cao. Sử dụng ưu thế này có thể kiểm tra tính đúng đắn của hệ thống các công thức và các thông số chuyển đổi, làm cơ sở cho việc tính toán số liệu thực tế đối với các điểm GNSS trên lãnh thổ Việt Nam. Vì vậy, vận tốc của 3 điểm IGS là GUAM, LHAS và WUHN trong hai phiên bản ITRF05 và ITRF08 đã được khai thác trên internet và trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Vận tốc chuyển dịch tuyệt đối của các điểm IGS (theo công bố của ITRF)

| TT | Tên điểm | Đơn vị tính: mm/năm | | | | | |
|----|----------|---------------------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | ITRF05 | | | ITRF08 | | |
| | | V_x | V_y | V_z | V_x | V_y | V_z |
| 1 | GUAM | 6,4 | 7,8 | 4,2 | 6,1 | 7,4 | 5,2 |
| 2 | LHAS | -45,5 | -8,2 | 13,2 | -46,2 | -7,2 | 14,1 |
| 3 | WUHN | -29,8 | -10,4 | -11,2 | -31,6 | -7,6 | -10,7 |

Từ vận tốc trong ITRF05, sử dụng các thông số tính chuyển của ITRF sẽ tính được vận tốc trong ITRF08 của các điểm (vận tốc tính chuyển). So sánh vận tốc tính chuyển với vận tốc ITRF công bố sẽ đánh giá được tính chính xác cũng như độ tin cậy hệ thống công thức cũng như quá trình tính toán.

Trên cơ sở số liệu bảng 4 có thể thấy, khác biệt giữa vận tốc tính chuyển (ΔV) của các điểm IGS khi sử dụng các thông số chuyển đổi so với vận tốc của các điểm đã được công bố nhỏ hơn hẳn một bậc. Điều này chứng tỏ tính đúng đắn của hệ thống các công thức, độ chính xác của các thông số cũng như tính tin cậy của quá trình tính toán.

Bảng 4. Vận tốc và sự sai khác về độ lớn vec tơ vận tốc của các điểm IGS

| TT | Tên điểm | Đơn vị tính: mm/năm | |
|----|----------|---------------------|------------|
| | | V | ΔV |
| 1 | GUAM | 10,9 | 1,1 |
| 2 | LHAS | 48,8 | 1,4 |
| 3 | WUHN | 34,2 | 3,2 |

Đối với số liệu ở Việt Nam, tất cả các vận tốc

trong các phiên bản ITRF sẽ được tính chuyển về khung quy chiếu Trái Đất quốc tế mới nhất cho đến thời điểm hiện nay là ITRF08 (bảng 5). Quá trình tính toán được thực hiện theo trình tự sau:

- Tính đổi vận tốc chuyển dịch tuyệt đối ở hệ tọa độ trắc địa sang hệ tọa độ vuông góc không gian trong ITRF_{From} đối với trường hợp vận tốc khai thác từ các dự án, đề tài ở dạng V_E, V_N, V_U .

- Tính chuyển vận tốc chuyển dịch tuyệt đối trong hệ tọa độ vuông góc không gian giữa ITRF_{From} và ITRF_{To} trên cơ sở công thức (1) đến công thức (3).

- Tính đổi vận tốc chuyển dịch tuyệt đối trong hệ tọa độ vuông góc không gian về hệ tọa độ trắc địa trong ITRF_{To}.

Trên cơ sở số liệu bảng 5, sơ đồ vec tơ vận tốc chuyển dịch tuyệt đối về Trái Đất lãnh thổ Việt Nam được thiết lập (hình 1).

Từ các kết quả tính toán, đồ thị biểu thị mối liên quan giữa độ lớn vận tốc và vĩ độ (hình 2), đồ thị biểu thị mối quan hệ giữa góc phương vị của vec tơ chuyển dịch và vĩ độ (hình 3) đã được thiết lập. Trên cơ sở kết quả nhận được, bước đầu có thể cho rằng:

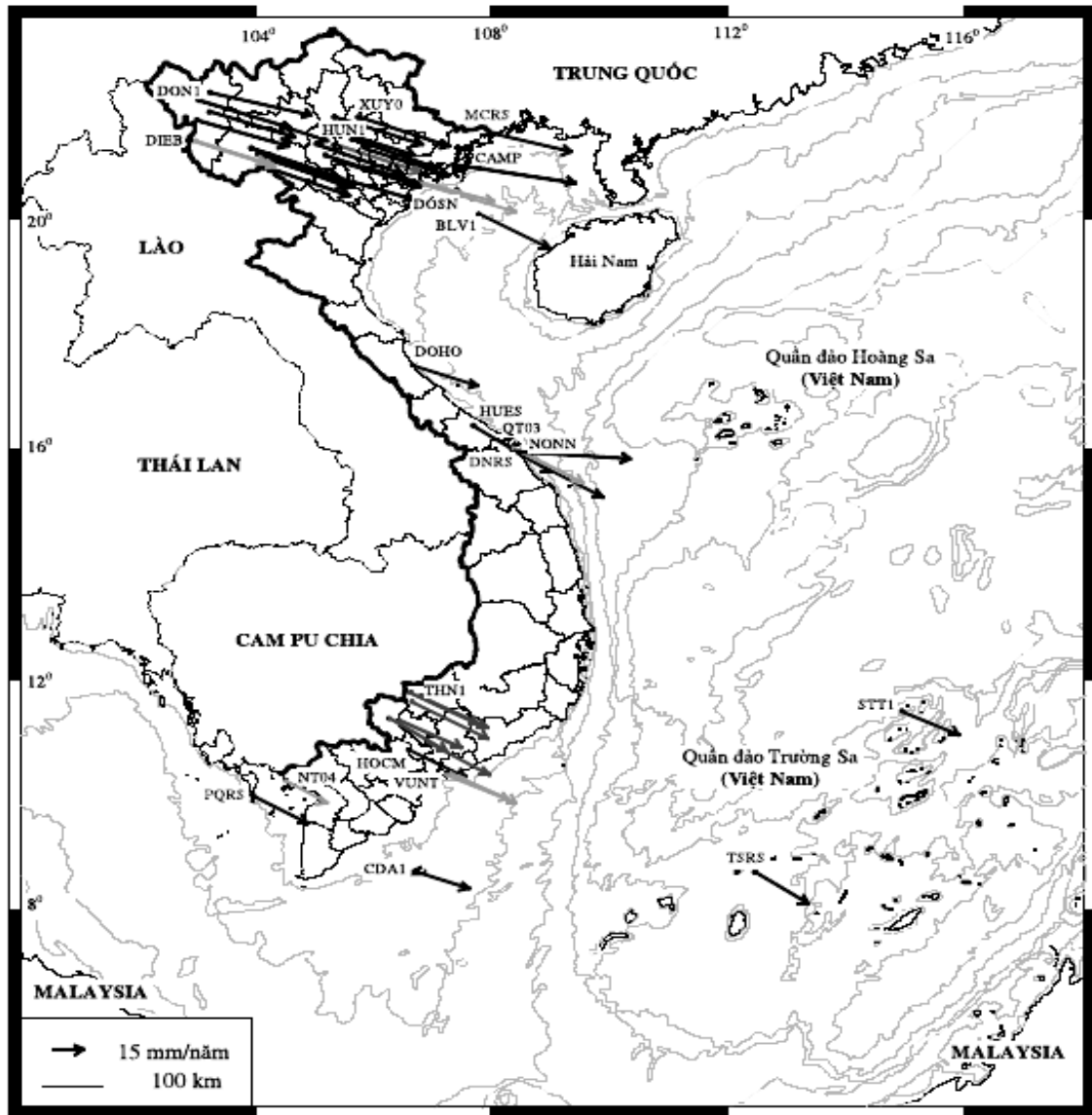
- Hướng của các vec tơ vận tốc chuyển dịch tương đối đồng nhất, theo hướng đông nam (hình 1).

- Độ lớn của vec tơ vận tốc chuyển dịch có xu thế giảm dần từ bắc vào nam, khu vực quần đảo Trường Sa, vận tốc chuyển dịch của các điểm GNSS là nhỏ nhất (hình 2). Góc phương vị của các vec tơ chuyển dịch có xu thế tăng dần từ bắc vào nam (hình 3). Điều đó có nghĩa rằng, chuyển dịch giảm dần và xoay theo chiều kim đồng hồ từ bắc vào nam.

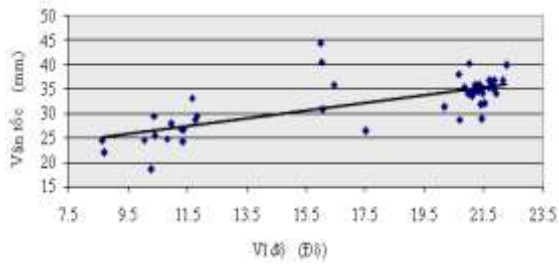
- Từ đồ thị cũng có thể thấy, ở khu vực miền Trung các vec tơ vận tốc có khác biệt so với bức tranh chung, bởi vậy trong thời gian tới nếu có điều kiện cần chú trọng bổ sung quan trắc khu vực này.

Bảng 5. Vận tốc chuyển dịch tuyệt đối của các điểm GNSS trong ITRF08

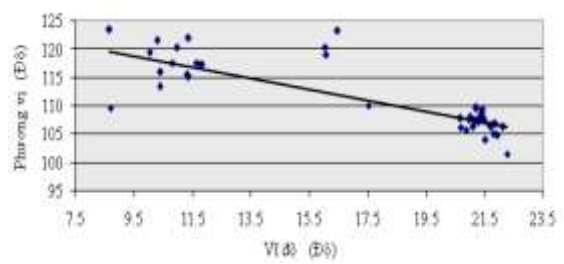
| TT | Tên điểm | V_N (mm/năm) | V_E (mm/năm) | V_U (mm/năm) | V (mm/năm) | Phương vị (Độ) |
|----|----------|----------------|----------------|----------------|------------|----------------|
| 1 | NGA1 | -8,0 | 39,2 | 12,2 | 40,0 | 101,5 |
| 2 | DON1 | -10,4 | 35,3 | 15,3 | 36,8 | 106,4 |
| 3 | HAM1 | -8,8 | 33,0 | 15,4 | 34,2 | 104,9 |
| 4 | OAN0 | -10,2 | 33,6 | -13,9 | 35,1 | 106,9 |
| 5 | XUY0 | -10,8 | 35,1 | 0,6 | 36,7 | 107,1 |
| 6 | LEM1 | -9,4 | 34,9 | 12,0 | 36,2 | 105,1 |
| 7 | NAM0 | -10,3 | 35,2 | 3,3 | 36,7 | 106,3 |
| 8 | DOI0 | -10,1 | 33,8 | -10,4 | 35,3 | 106,6 |
| 9 | MCRS | -7,8 | 31,0 | -1,8 | 32,0 | 104,1 |
| 10 | NTHO | -10,5 | 33,4 | -10,6 | 35,0 | 107,4 |
| 11 | TAM2 | -10,5 | 32,5 | -0,5 | 34,2 | 107,9 |
| 12 | DIEB | -9,6 | 27,3 | 4,0 | 28,9 | 109,4 |
| 13 | QT01 | -10,3 | 30,2 | -19,9 | 31,9 | 108,8 |
| 14 | LAP1 | -10,9 | 33,0 | -4,7 | 34,8 | 108,3 |
| 15 | HUN1 | -10,9 | 34,1 | 7,0 | 35,8 | 107,7 |
| 16 | SOC1 | -10,2 | 33,0 | -1,7 | 34,6 | 107,2 |
| 17 | QTA2 | -10,8 | 34,0 | -9,5 | 35,7 | 107,6 |
| 18 | LOT1 | -11,9 | 33,6 | -6,1 | 35,7 | 109,5 |
| 19 | MON1 | -11,7 | 32,5 | -1,0 | 34,6 | 109,8 |
| 20 | SON1 | -10,4 | 32,9 | -3,6 | 34,5 | 107,5 |
| 21 | NOI1 | -10,4 | 33,1 | -4,3 | 34,7 | 107,4 |
| 22 | BAVI | -9,4 | 32,2 | -1,2 | 33,6 | 106,3 |
| 23 | CAMP | -4,4 | 47,7 | 28,1 | 47,9 | 95,3 |
| 24 | LANG | -12,5 | 38,3 | -22,6 | 40,3 | 108,1 |
| 25 | NAD2 | -10,4 | 32,5 | -10,1 | 34,1 | 107,7 |
| 26 | HOA1 | -9,6 | 34,0 | -2,7 | 35,3 | 105,8 |
| 27 | DOSN | -8,0 | 27,6 | 16,7 | 28,8 | 106,2 |
| 28 | NT01 | -11,7 | 36,3 | 7,6 | 38,1 | 107,9 |
| 29 | BLV1 | -14,7 | 27,7 | -0,3 | 31,4 | 118,0 |
| 30 | DOHO | -9,1 | 24,9 | -15,1 | 26,5 | 110,1 |
| 31 | HUES | -19,8 | 30,0 | 10,2 | 35,9 | 123,4 |
| 32 | QT03 | -15,0 | 26,9 | -2,6 | 30,8 | 119,1 |
| 33 | DNRS | -20,5 | 35,0 | 45,0 | 40,6 | 120,4 |
| 34 | NONN | -0,2 | 44,5 | 24,6 | 44,5 | 90,3 |
| 35 | LNI1 | -13,5 | 26,1 | 3,9 | 29,4 | 117,3 |
| 36 | THN1 | -13,2 | 25,5 | 2,7 | 28,7 | 117,4 |
| 37 | ALO1 | -15,4 | 29,5 | 19,5 | 33,2 | 117,6 |
| 38 | BDE1 | -14,1 | 22,6 | 0,5 | 26,6 | 122,0 |
| 39 | STT1 | -10,3 | 21,9 | -7,5 | 24,2 | 115,2 |
| 40 | DTE1 | -11,6 | 24,1 | 3,1 | 26,8 | 115,7 |
| 41 | BLO1 | -14,1 | 24,1 | 2,6 | 27,9 | 120,3 |
| 42 | HOCM | -11,5 | 22,0 | -3,0 | 24,8 | 117,6 |
| 43 | VUNT | -11,1 | 22,8 | 1,0 | 25,4 | 116,0 |
| 44 | NT03 | -11,7 | 27,1 | 18,8 | 29,5 | 113,4 |
| 45 | NT04 | -9,8 | 15,9 | -14,5 | 18,6 | 121,6 |
| 46 | PQRS | -12,1 | 21,4 | 11,8 | 24,6 | 119,5 |
| 47 | CDA1 | -7,4 | 20,7 | -9,6 | 22,0 | 109,7 |
| 48 | TSRS | -13,5 | 20,4 | -5,9 | 24,5 | 123,5 |



Hình 1. Sơ đồ chuyển dịch tuyệt đối vỏ Trái Đất trên lãnh thổ Việt Nam



Hình 2. Đồ thị độ lớn vận tốc của điểm GNSS theo vĩ độ



Hình 3. Đồ thị góc phương vị vec tơ chuyển dịch của điểm GNSS theo vĩ độ

4. Kết luận

Việc thiết lập sơ đồ vec tơ chuyển dịch tuyệt đối vô Trái Đất lãnh thổ nước ta đã được tiến hành với phương án hợp lý: sử dụng được các kết quả của các đề tài dự án đi trước, khai thác và ứng dụng được các sản phẩm hỗ trợ quốc tế có độ chính xác và tin cậy cao. Việc tính chuyển vận tốc đã dựa trên lý thuyết và các công thức được dẫn dắt một cách chặt chẽ và được kiểm tra bằng việc tính toán, kiểm tra cho 3 điểm IGS là GUAM, LHAS và WUHN.

Các số liệu được xác định từ các đề tài, dự án riêng lẻ đã được tập hợp tương đối đầy đủ (cho đến thời điểm viết bài báo). Vận tốc chuyển dịch tuyệt đối vô Trái Đất của các điểm trên lãnh thổ Việt Nam trong các hệ tọa độ động quốc tế khác nhau đã được xác định trong một hệ tọa độ động quốc tế duy nhất và mới nhất hiện nay, đó là ITRF08.

Từ các số liệu định lượng về chuyển dịch tuyệt đối tính toán được, bức tranh toàn cảnh và một số đặc điểm về chuyển dịch vô Trái Đất trên lãnh thổ Việt Nam trong cùng một hệ tọa độ động đã được thiết lập và thảo luận. Điều này không chỉ mang tính lý luận mà còn là đóng góp thiết thực đối với việc nghiên cứu chuyển dịch hiện đại vô Trái Đất và triển khai hệ tọa độ động trong tương lai ở nước ta.

Cuối cùng cũng xin lưu ý, với phương án được áp dụng có thể liên tục tích hợp các kết quả mới và cập nhật sơ đồ chuyển dịch vô Trái Đất nước ta một cách kịp thời, đảm bảo độ chính xác, tiết kiệm nhiều kinh phí và thời gian.

Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành với sự tài trợ của Bộ Tài nguyên và Môi trường về Đề tài “Sử dụng số liệu địa hình để nâng cao độ chính xác dữ liệu của thể trọng trường trên phạm vi lãnh thổ Việt Nam”, mã số TNMT.07.40 thuộc chương trình “Nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ đo đạc-bản đồ, viễn thám đáp ứng các yêu cầu công tác quản lý, điều tra cơ bản, giám sát tài nguyên và môi trường phục vụ phát triển bền vững kinh tế, xã hội và đảm bảo an ninh quốc phòng giai đoạn 2010-2015”.

Tài liệu dẫn

- Vy Quốc Hải, 2009: Xác định chuyển dịch tuyệt đối khu vực lưới GPS Tam Đảo-Ba Vì. Tạp chí Địa chất. T.311, (3-4), tr.22-30.
- Vy Quốc Hải, Bùi Thị Hồng Thắm, Dương Chí Công, 2012: Tính chuyển vận tốc chuyển dịch tuyệt đối giữa các khung quy chiếu Trái Đất quốc tế (ITRF). Hội nghị khoa học lần thứ 20. Trường Đại học Mô-Địa chất.
- Christopher Jekeli, 2012: Geometric Reference Systems in Geodesy. Ohio State University.
- Lê Huy Minh, Kurt Feigl, Frédéric Masson, Dương Chí Công, Alain Bourdillon, Patrick Lasudrie Duchesne, Nguyễn Chiến Thắng, Nguyễn Hà Thành, Trần Ngọc Nam, Hoàng Thái Lan, 2010: Dịch chuyển vô Trái Đất theo số liệu GPS liên tục tại Việt Nam và khu vực Đông Nam Á. Tạp chí các khoa học về Trái Đất, T.32, 3, tr.249-260.
- T. Soler, J.Y. Han, N.D. Weston, 2011: Alternative transformation from Cartesian to geodetic coordinates by least squares for GPS georeferencing applications. Computers & Geosciences, pp.100-109.
- Bùi Thị Hồng Thắm, 2014: Nghiên cứu cơ sở lý thuyết cho việc hiện đại hóa lưới không chế trắc địa quốc gia ở Việt Nam bằng hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu GNSS. Luận án Tiến sĩ. Trường Đại học Mô-Địa chất.
- Tran Dinh To, Nguyen Trong Yem, Duong Chi Cong, Vy Quoc Hai, Zuchiewicz Witold, Cuong Nguyen Quoc, Nghia Nguyen Viet, 2013: Recent crustal movements of northern Vietnam from GPS data. Journal of Geodynamics, September 9.
- Phan Trọng Trịnh, Ngô Văn Liêm, Trần Đình Tô, Vy Quốc Hải, Nguyễn Văn Hường, Hoàng Quang Vinh, Bùi Văn Thơm, Nguyễn Quang Xuyên, Nguyễn Việt Thuận, Bùi Thị Thảo, 2011: Tốc độ chuyển động kiến tạo hiện đại trên Biển Đông và khu vực lân cận theo chu kỳ đo GPS 2009-2010. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, 1, tr. 15-30.
- Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) and US Naval Observatory (USNO), 2010: IERS Conventions.
- <http://www.geologie.ens.fr/~vigny/geod03.html>: GEODYSSSEA GPS Results.