

CHÍNH XÁC HÓA DỊ THƯỜNG ĐỘ CAO EGM2008 DỰA TRÊN SỐ LIỆU GPS-THỦY CHUẨN TRÊN PHẠM VI CỤC BỘ VÙNG TÂY NGUYÊN VÀ DUYÊN HẢI NAM TRUNG BỘ

NGUYỄN DUY ĐÔ¹, ĐẶNG NAM CHINH², SISOMPHONE INSISIENGMAY³,
E-mail: dogeode@yahoo.com

¹Trường Đại học Tài nguyên - Môi trường Hà Nội

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất

³Cục Đo đạc và Bản đồ CHDCND Lào

1. Mở đầu

Khi xử lý các mạng lưới GPS chúng ta có thể dễ dàng khai thác các mô hình trọng trường toàn cầu như EGM-96, EGM2008 để xác định dị thường độ cao (ζ) hoặc độ cao Geoid (N) phục vụ khâu tính chuyển độ cao trắc địa (H) về độ cao thủy chuẩn (h) cho các điểm của lưới GPS. Nếu có mô hình Geoid/Quasigeoid cục bộ có độ chính xác cao, thì bài toán xác định độ cao thủy chuẩn từ kết quả đo cao theo công nghệ GPS sẽ được giải quyết. Điều này đặc biệt có ý nghĩa đối với vùng núi cao như Tây Bắc hoặc Tây Nguyên và duyên hải Nam Trung Bộ. Chính vì lẽ đó, chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu chính xác hóa dị thường độ cao EGM2008 dựa trên số liệu GPS-Thủy chuẩn trên phạm vi cục bộ vùng Tây Nguyên và duyên hải Nam Trung Bộ. Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình Geoid chính xác hóa EGM08C bảo đảm sử dụng cho đo cao GPS vùng Tây Nguyên và duyên hải Nam Trung Bộ đạt độ chính xác tương đương thủy chuẩn hạng IV vùng núi với độ tin cậy 100%, trong đó có khoảng 80% tuyến đạt hạn sai thủy chuẩn hạng III. Sai số chuyển độ cao bằng GPS trên 1km giảm từ 0,0244m/km xuống còn 0,009m/km (tăng 63%).

2. Quy trình chính xác hóa dị thường độ cao

Để có số liệu GPS-thủy chuẩn phục vụ cho việc chính xác hóa dị thường độ cao, cần tiến hành đo GPS vào các mốc thủy chuẩn nhà nước hạng I,

hạng II trên khu vực đó. Cũng có thể sử dụng mốc độ cao hạng III nếu mốc hạng I, hạng II quá thưa. Lưới GPS cần đo và xử lý theo quy trình chặt chẽ để nhận được kết quả có độ chính xác và độ tin cậy cao. Cần kết nối lưới GPS với một số điểm IGS trong khu vực lân cận hoặc kết nối với một số điểm trong nước đã có tọa độ quốc tế (WGS-84 hoặc ITRF).

Việc tính toán để chính xác hóa dị thường độ cao được thực hiện theo 3 bước như sau:

Bước 1: Lựa chọn mô hình Geoid tiên nghiệm và bình sai lưới GPS

Hiện nay có một số mô hình trọng trường toàn cầu có thể làm mô hình tiên nghiệm, qua khảo sát cho thấy mô hình trọng trường Trái Đất EGM2008 là mô hình toàn cầu có mức độ chi tiết và có độ chính xác cao nhất hiện nay [2]. Từ mô hình trọng trường Trái Đất EGM2008 cần tạo thành một mô hình Geoid cục bộ bằng cách trích cắt từ mô hình trọng trường Trái Đất EGM2008 theo giới hạn diện tích của khu vực có các điểm song trùng. Đây sẽ là mô hình tiên nghiệm để thực hiện xử lý và thiết lập một mô hình Geoid cục bộ được chính xác hóa.

Vì mô hình trọng trường Trái Đất EGM2008 được xác định trong hệ quốc tế WGS84 nên tọa độ các điểm lưới GPS cần được tính toán bình sai trong hệ quốc tế WGS-84. Vì cạnh kết nối với các điểm IGS có chiều dài lớn hàng ngàn ki lô mét nên

cần xử lý lưới kết nối các điểm IGS bằng phần mềm Bernese. Kết quả xử lý phải bảo đảm vị trí tuyệt đối của các điểm lưới GPS (trùng mốc độ cao) xác định trong hệ quốc tế có sai số không vượt quá cỡ 10cm. Nếu đạt được yêu cầu trên, độ cao trắc địa của các điểm sẽ được coi là xác định trong hệ quốc tế, khi đó ảnh hưởng của hệ quy chiếu đến hiệu độ cao trắc địa là khá nhỏ, có thể bỏ qua.

Bước 2: Tính số hiệu chỉnh vào độ cao Geoid tại các điểm song trùng

Tại mỗi điểm song trùng i , chúng ta sẽ xác định được hiệu số giữa dị thường độ cao và độ cao Geoid theo công thức:

$$\Delta N_i = H_i - h_i - N_i = \zeta_i^L - N_i \quad (1)$$

Trong đó N_i là độ cao Geoid lấy ra từ mô hình trọng trường toàn cầu EGM2008, giá trị $\zeta_i^L = H_i - h_i$ là dị thường độ cao (cục bộ) tại các điểm song trùng, xác định từ số liệu GPS và thủy chuẩn. Giá trị khác biệt này có thể gọi là số dư dị thường độ cao hỗn hợp hoặc số dư độ cao Geoid hỗn hợp.

Trong giá trị ΔN_i xác định theo các công thức (1) có chứa thành phần mang tính hệ thống do sự không trùng giữa mặt khởi tính độ cao quốc gia (tính h) với mặt khởi tính độ cao trong mô hình trọng trường toàn cầu (N).

Bước tiếp theo cần chuẩn hóa số dư dị thường độ cao hỗn hợp để nhận được các giá trị ngẫu nhiên, có kỳ vọng bằng 0, trong đó không còn thành phần hệ thống nói trên. Công thức chuẩn hóa thực chất là công thức quy trọng tâm:

$$\delta N_i = \Delta N_i - \Delta N_{TB} \quad (2)$$

$$\text{trong đó: } \Delta N_{TB} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta N_i \quad (3)$$

Các giá trị δN_i được gọi là số dư dị thường độ cao hỗn hợp đã chuẩn hóa, cũng chính là số hiệu chỉnh vào độ cao Geoid tại điểm song trùng i để nhận được các giá trị độ cao Geoid của mô hình chính xác hóa. Để nhận thấy rằng các giá trị δN_i chuẩn hóa luôn thỏa mãn $[\delta N] = 0$.

Bước 3. Làm trơn độ cao Geoid và thiết lập mô hình Geoid cục bộ chính xác hóa

Tại các điểm song trùng sẽ nhận được số hiệu chỉnh δN_i xác định theo công thức (2). Tại các

điểm này, bề mặt Geoid tiên nghiệm sau chỉnh lý sẽ có sự đột biến nhô cao (nếu δN_i có dấu +) hoặc hạ thấp (nếu δN_i có dấu -). Để làm trơn độ cao Geoid đồng thời thiết lập mô hình Geoid mới (chính xác hóa) cần phải nội suy số hiệu chỉnh độ cao Geoid các điểm mắt lưới dựa trên các số hiệu chỉnh độ cao Geoid tại các điểm song trùng đã xác định. Phương pháp Collocation được coi là phù hợp nhất trong nội suy dị thường trọng lực và nội suy dị thường độ cao [3-6]. Để nội suy Collocation, trước hết cần xác định hàm hiệp phương sai số dư dị thường độ cao hỗn hợp chuẩn hóa.

- Xác định hàm hiệp phương sai

Khi số lượng điểm song trùng khá lớn và phân bố với mật độ tương đối đều, chúng ta có thể xác định hiệp phương sai thực nghiệm các cặp điểm P,Q có khoảng cách s theo công thức sau:

$$C_{\delta N}(s) = Cov(\delta N_P \delta N_Q) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \delta N_i^P \cdot \delta N_i^Q \quad (4)$$

Giá trị phương sai được tính theo công thức:

$$Var(\delta N) = C_{\delta N}(0) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\delta N_i)^2 \quad (5)$$

Trong các công thức trên, k là số cặp điểm có khoảng cách s, còn n là số điểm song trùng.

Để tự động hóa việc tính hiệp phương sai thực nghiệm $C_{\delta N}(s)$ theo các khoảng cách s, có thể sử dụng nguyên lý vòng tròn chuyển động có bán kính thay đổi.

Sau khi có các giá trị hiệp phương sai thực nghiệm thay đổi theo khoảng cách s, cần lựa chọn hàm hiệp phương sai lý thuyết và xác định các tham số của hàm hiệp phương sai đó. Ở đây sử dụng hàm hiệp phương sai Markov bậc 3 do Jordan đưa ra năm 1972 [3, 5], hàm có dạng:

$$C(s) = C_0 \cdot e^{-\frac{s}{L}} \left(1 + \frac{s}{L} - \frac{s^2}{2L^2} \right) \quad (6)$$

Trong đó L là khoảng cách liên hệ.

Với hàm hiệp phương sai trên, có thể tính được khoảng cách kết thúc S_0 là khoảng cách ứng với giá trị hàm hiệp phương sai có giá trị 0.

$$S_0 = L(1 + \sqrt{3}) \quad (7)$$

- Nội suy số hiệu chỉnh độ cao Geoid theo phương pháp Collocation

Sau khi xác định được hàm hiệp phương sai, sẽ

áp dụng phương pháp Collocation để nội suy số hiệu chỉnh cho độ cao Geoid tại một điểm bất kỳ (A) trong khu vực xét theo công thức:

$$\delta N_A = [C_{A1} \ C_{A2} \ \dots \ C_{An}] \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \delta N_1 \\ \delta N_2 \\ \dots \\ \delta N_n \end{bmatrix} \quad (8)$$

Trong đó C_{Ai} ($i=1,2,\dots,n$) là hiệp phương sai giữa điểm cần nội suy với các điểm đã có giá trị. Đặc điểm của phương pháp nội suy Collocation theo công thức (8) là nếu nội suy trở lại cho một điểm song trùng thì sẽ nhận được giá trị đúng bằng giá trị đã biết của điểm đó.

Theo phương pháp này ta có thể tạo một mô hình Geoid chính xác hóa (cải tiến) dạng lưới, trong đó độ cao Geoid tại các mắt lưới được tính theo công thức:

$$N_k^{(*)} = N_k + \delta N_k \quad (9)$$

Với $N_k^{(*)}$ là độ cao Geoid đã được chính xác hóa

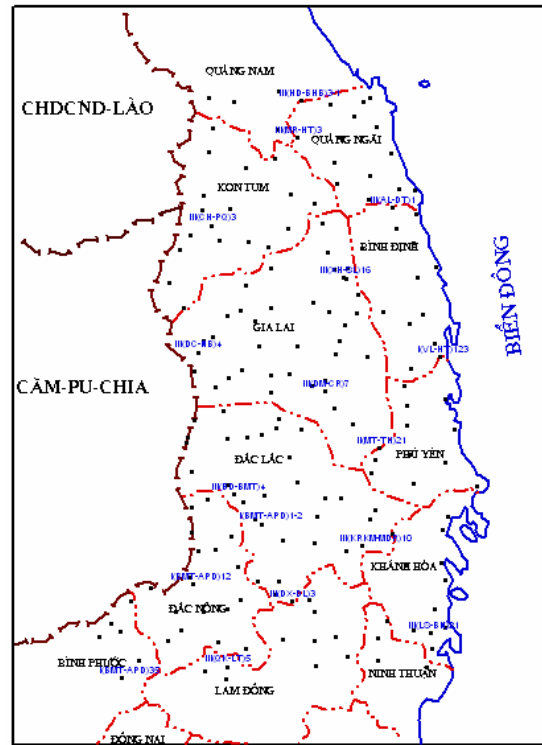
N_k là độ cao Geoid của mắt lưới xác định theo mô hình tiên nghiệm

δN_k là số hiệu chỉnh tương ứng, được nội suy theo công thức (8).

3. Số liệu và kết quả xử lý chính xác hóa dị thường độ cao

Trên khu vực Tây Nguyên và duyên hải Nam Trung Bộ, chúng tôi chọn 180 điểm song trùng GPS-Thủy chuẩn. Các mốc được đo GPS là các mốc độ cao nhà nước hạng I, II và hạng III. Khu vực này có phạm vi giới hạn từ vĩ độ $11^{\circ}41'$ đến $15^{\circ}21'$, từ kinh độ $107^{\circ}00'$ đến $109^{\circ}25'$ với diện tích khoảng 105000km^2 , nằm trên các tỉnh từ phía nam tỉnh Quảng Nam đến Lâm Đồng, Ninh Thuận và một phần tỉnh Bình Phước. Về nguyên tắc có

thể sử dụng tất cả 180 điểm song trùng để chính xác hóa dị thường độ cao EGM2008 trên khu vực Tây Nguyên và duyên hải Nam Trung Bộ. Song để có số liệu kiểm tra đánh giá hiệu quả của mô hình chính xác hóa, ở đây chỉ sử dụng 163 điểm để chính xác hóa ($n=163$), 17 điểm song trùng còn lại được sử dụng để kiểm tra (hình 1).



Hình 1. Các điểm GPS-Thủy chuẩn vùng Tây Nguyên

Kết quả sau bình sai lưới GPS trùng vào các mốc độ cao sẽ là bảng thống kê các giá trị sau:

Tên điểm; tọa độ và độ cao trắc địa B,L,H trong hệ WGS-84; độ cao thủy chuẩn (h) trong hệ độ cao quốc gia và dị thường độ cao (ζ) được khai thác từ mô hình EGM2008 (bảng 1).

Bảng 1. Tọa độ và các loại độ cao của các điểm song trùng (trích đoạn)

TT	Điểm	B(°)	L(°)	H(m)	h(m)	ζ_{GPS-TC}	$\zeta(08)$	De1	De2
1	III(QK-LT)8	11.69332392	107.7962810	862.805	861.031	1.774	1.156	.618	-.200
2	III(LT-DT)5	11.74038617	107.6650531	674.824	674.060	.764	.23	.531	-.287
3	I(VL-HT)181	11.74838397	109.0707106	25.893	20.293	5.600	4.736	.864	.046
4	II(BMT-DT)25	11.76631716	108.3627224	968.001	963.285	4.716	3.993	.723	-.095
5	II(DL-PR)27	11.79213241	108.7631971	129.587	124.997	4.590	4.016	.574	-.244
.....									
162	II(DN-BMT)28	15.30794892	107.7300744	552.322	559.686	-7.364	-8.215	.851	.033
163	III(BHA-HD)9	15.34179029	108.1767841	90.384	97.620	-7.236	-7.928	.692	-.126
		De1(tb)= .818m							
		De2(min)= -.649m; De2(max)= .368m							

Dựa vào 163 điểm song trùng tiến hành chuẩn hóa số dư dị thường độ cao hỗn hợp thông qua giá trị trung bình: $\Delta N_{TB} = 0,818m$. Các số hiệu chỉnh độ cao Geoid δN tại các điểm song trùng được tính theo công thức (2). Giá trị lớn nhất δN_{Max} là $+0,368m$ (điểm III(MP-QN)3), giá trị nhỏ nhất δN_{Min} là $-0,649m$ (điểm III(CH-IAR)8), các giá trị này cũng chính là lượng hiệu chỉnh cực trị vào độ cao của mô hình Geoid cần chính xác hóa.

Từ 163 giá trị δN kèm theo tọa độ, theo công thức (4), (5) tính được hiệp phương sai và phương sai thực nghiệm theo khoảng cách S với dung sai bán kính là 2km, kết quả được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Hiệp phương sai thực nghiệm tính theo 163 điểm

TT	Khoảng cách S (km)	Số cặp điểm (Ks)	Hiệp phương sai (cm ²)
0	0	163	380.7383
1	10	27	340.4866
2	20	73	290.0594
3	30	104	188.1903
4	40	127	158.7738
5	50	149	62.3705
6	60	185	81.2509
7	70	203	99.3859
8	80	208	23.9691
9	90	259	-22.5577
10	100	223	-25.9520

Theo mô hình hàm Markov bậc 3 và các giá trị hiệp phương sai thực nghiệm, xác định được các tham số của hàm hiệp phương sai như sau (bảng 3):

Bảng 3. Các tham số hàm hiệp phương sai Markov bậc 3

TT	Tham số và sai số xấp xỉ hàm	Giá trị
1	Phương sai C_0 (cm ²)	368.0694
2	Khoảng cách liên hệ L (km)	32.21
3	Khoảng cách kết thúc S_n (km)	88.01
4	Phương sai xấp xỉ hàm m_0^2 (cm ²)	30.152

Các kết quả trên được thực hiện bằng chương trình máy tính với số liệu đầu vào là số liệu bảng 1.

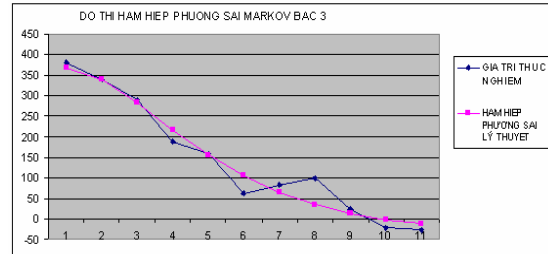
Đồ thị của hàm hiệp phương sai (lý thuyết) và các giá trị hiệp phương sai thực nghiệm được thể hiện trên hình 2.

Các tham số của hàm hiệp phương sai đặc trưng cho tính chất của số dư dị thường độ cao hỗn hợp trên vùng Tây Nguyên và duyên hải Nam Trung Bộ. Các tham số này sẽ được sử dụng để nội suy làm trơn mô hình Geoid tiên nghiệm theo phương pháp Collocation.

Kết quả nội suy cho 5251 điểm mắt lưới của mô hình Geoid cục bộ chính xác hóa có các giá trị số hiệu chỉnh được thống kê như sau :

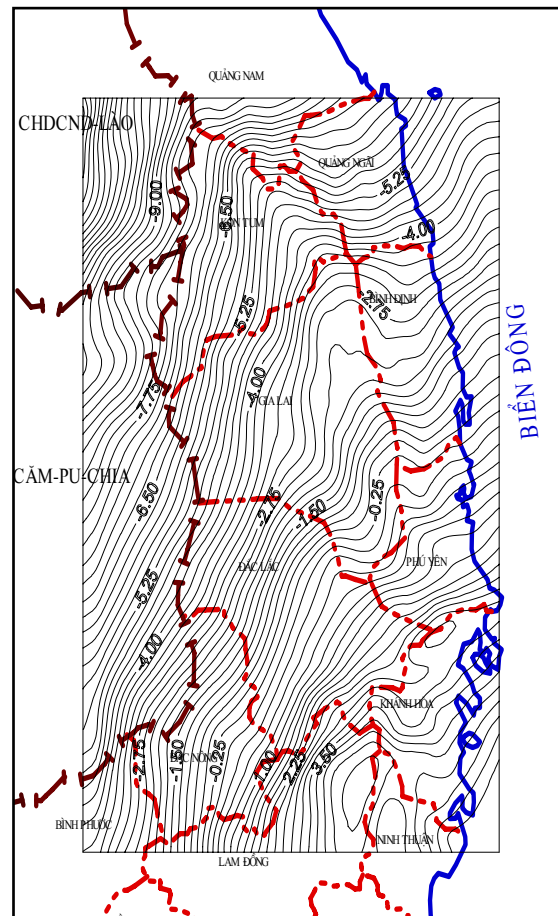
- Số hiệu chỉnh lớn nhất: $+0,475m$

- Số hiệu chỉnh nhỏ nhất : $-0,717m$



Hình 2. Đồ thị hàm hiệp phương sai Markov bậc 3

Mô hình Geoid Tây Nguyên được chính xác hóa có dạng lưới với kích thước ô lưới là $2,5' \times 2,5'$, (gồm 5251 điểm mắt lưới). Mô hình là 1 tệp số liệu dạng ASCII, được gán tên tệp là EGM08C.DAT, có dung lượng khoảng 190kb. Trên hình 3 là sơ đồ 2D của mô hình Geoid



Hình 3. Mô hình Geoid chính xác hóa EGM08C

đã chính xác hóa (EGM08C) với khoảng cao đều đường đẳng độ cao Geoid là 0,25m. Từ mô hình EGM08C có thể dễ dàng khai thác giá trị độ cao Geoid cho 1 điểm bất kỳ nằm trong vùng trên nếu cho biết tọa độ trắc địa B,L của điểm đó trong hệ WGS84.

4. Đánh giá hiệu quả chính xác hóa

4.1. Nội suy dị thường độ cao từ mô hình EGM08C

Để khai thác mô hình Geoid EGM08C, có thể sử dụng chương trình nội suy dị thường độ cao GEOINT.EXE. Dị thường độ cao của điểm cần nội suy sẽ được xác định từ các điểm mắt lưới lân cận theo thuật toán nội suy lựa chọn. Trong chương trình này sử dụng một số thuật toán nội suy như sau:

(i) Nội suy theo công thức trung bình trọng số

Trọng số tỷ lệ nghịch với khoảng cách:

$$N_k = \frac{\sum_{i=1}^n p_i \cdot N_i}{\sum_{i=1}^n p_i} \quad \text{với trọng số } p_i = \frac{1}{D_{k,i}} \quad (10)$$

Trong đó: n là số điểm lân cận được chọn để nội suy, $D_{k,i}$ là khoảng cách từ điểm cần nội suy k đến điểm mắt lưới được chọn i.

(ii) Nội suy theo mô hình đa thức bậc nhất

$$N_k = a + b \cdot X_k + c \cdot Y_k \quad (11)$$

Trong đó X_k, Y_k là tọa độ của điểm cần nội suy k, a,b,c là 3 tham số của đa thức, cần được xác định dựa trên các điểm mắt lưới gần nhất đã lựa chọn.

(iii) Nội suy theo mô hình đa thức bậc hai

$$N_k = a_0 + a_1 X_k + a_2 Y_k + a_3 X_k^2 + a_4 Y_k^2 + a_5 X_k Y_k \quad (12)$$

Trong đó X_k, Y_k là tọa độ điểm cần nội suy k, $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ là 6 tham số được xác định dựa vào các điểm mắt lưới lân cận đã lựa chọn.

4.2. Đánh giá độ chính xác nội suy từ mô hình đã chính xác hóa

Trong phần này, sử dụng 3 thuật toán nội suy nêu trên để nội suy trở lại độ cao Geoid N cho chính các điểm song trùng (163 điểm), trên cơ sở đó sẽ đánh giá được độ chính xác nội suy theo các thuật toán theo công thức:

$$m = \sqrt{\frac{[dd]}{n}} \quad (13)$$

Trong đó, d là hiệu số giữa độ cao Geoid đã biết của điểm song trùng và độ cao Geoid nội suy.

Theo công thức trên tính được sai số nội suy như sau:

- Thuật toán 1 (trung bình trọng số 1/D):

$$m_1 = \pm 0,0213m$$

- Thuật toán 2 (nội suy đa thức bậc 1):

$$m_2 = \pm 0,0181m$$

- Thuật toán 3 (nội suy đa thức bậc 2):

$$m_3 = \pm 0,0079m$$

Có thể nhận thấy rằng, phương pháp nội suy đa thức bậc 2 cho sai số nội suy nhỏ nhất ($\approx 0,8cm$). Phương pháp trung bình trọng số nghịch đảo khoảng cách cho sai số lớn nhất ($\approx 2cm$). Lưu ý rằng bán kính (R) chọn điểm nội suy theo 3 thuật toán trên có khác nhau, trong khoảng từ 6 km đến 10km.

4.3. Đánh giá độ chính xác đo cao GPS dựa vào 17 điểm kiểm tra

Cũng bằng chương trình nội suy GEOINT.EXE, sử dụng mô hình Geoid EGM08C.DAT, tiến hành nội suy độ cao Geoid cho 17 điểm kiểm tra theo 3 thuật toán đã nêu trên, kết quả được trình bày trong bảng 4.

Từ số liệu của 17 điểm nêu trong bảng 4, tính được 136 hiệu độ cao giữa các điểm đó, sau đó so sánh với hạn sai đo thủy chuẩn hạng III, hạng IV và thủy chuẩn kỹ thuật. Sai số trung phương đo cao GPS trên 1km chiều dài được tính theo công thức sau:

$$m_{km} = \pm \sqrt{\frac{[P\delta\delta]}{m}} \quad (14)$$

Trong đó δ là giá trị sai khác giữa hiệu độ cao tính theo đo cao GPS và hiệu độ cao thủy chuẩn đã biết, $P = 1/D_{km}$ với D_{km} là khoảng cách giữa hai điểm tính ở đơn vị km [4].

Có thể nhận thấy rằng, cả 3 phương pháp nội suy cho độ chính xác xấp xỉ nhau (bảng 5). Các kết quả đều có thể chấp nhận được. Theo cả 3 phương pháp nội suy, đã có khoảng 80% tuyến đo đạt độ chính xác thủy chuẩn hạng III vùng núi. Tất cả (100%) đều đạt độ chính xác thủy chuẩn hạng IV (vùng núi), đương nhiên 100% tuyến đo cũng đạt độ chính xác thủy chuẩn kỹ thuật.

Bảng 4. Giá trị độ cao Geoid nội suy từ mô hình EGM08C

TT	Tên điểm	B (°)	L (°)	Thuật toán 1	Thuật toán 2	Thuật toán 3
1	I(BMT-APD)12	12.28926476	107.59477290	-1.118	-1.134	-1.132
2	I(BMT-APD)35	11.70903296	107.13434910	-2.939	-2.937	-2.931
3	III(QK-LT)5	11.77238504	107.80129520	.847	.842	.856
4	III(LS-BN)21	11.96313251	109.09215400	4.384	4.380	4.374
5	III(DX-DL)3	12.17428395	108.21618870	1.913	1.923	1.898
6	III(KRKM-MDR)10	12.51094993	108.66199910	2.681	2.687	2.694
7	I(BMT-APD)1-2	12.65834953	108.02837420	-.636	-.631	-.631
8	III(BD-BMT)4	12.84721161	107.85542160	-2.200	-2.176	-2.182
9	II(MT-TH)21	13.11975381	108.78537910	.334	.319	.300
10	III(DM-CR)7	13.47953319	108.44712380	-1.797	-1.788	-1.815
11	I(VL-HT)123	13.68377293	109.17705120	-.431	-.425	-.413
12	III(DC-NB)4	13.72977410	107.63572260	-5.677	-5.682	-5.687
13	III(XH-SL)16	14.18186452	108.56806490	-2.294	-2.290	-2.302
14	III(CH-PQ)3	14.51855788	107.73546290	-6.495	-6.499	-6.492
15	III(AL-DT)1	14.61020046	108.89124970	-3.781	-3.759	-3.764
16	III(MR-HT)3	15.06036360	108.29105420	-6.073	-6.051	-6.047
17	III(HD-BHB)3-1	15.28817088	108.31759460	-7.437	-7.415	-7.411

Bảng 5. Tổng hợp kết quả tính nội suy theo 3 phương pháp

TT	Yếu tố so sánh	EGM2008 nguyên dạng	Sử dụng EGM08C (chính xác hóa)		
			T. Toán 1	T. Toán 2	T. Toán 3
1	Số tuyến	136	136	136	136
2	Bán kính chọn điểm(R)		6km	6km	7km
3	Đạt TC kỹ thuật	127	136	136	136
4	Đạt TC hạng IV	98	136	136	136
5	Đạt TC hạng III	54	110 (81%)	109 (80%)	112 (82%)
6	Sai số m_{km} (m/km)	0.0244	0,0086	0,0089	0,0091

5. Kết luận và kiến nghị

(i) Quy trình chính xác hóa dị thường độ cao nêu trên là quy trình chính xác hóa trên diện rộng có nhiều điểm song trùng. Các điểm song trùng phải phân bố trên khu vực với mật độ đồng đều để có thể xác định được các giá trị hiệp phương sai thực nghiệm theo các khoảng cách từ 0km đến trên 100km.

(ii) Theo kết quả đánh giá độ chính xác dựa vào 17 điểm kiểm tra độc lập cho thấy, mô hình Geoid chính xác hóa EGM08C bảo đảm sử dụng cho đo cao GPS vùng Tây Nguyên và duyên hải Nam Trung Bộ đạt độ chính xác tương đương thủy chuẩn hạng IV vùng núi với độ tin cậy 100%. Trong đó có khoảng 80% tuyến đạt hạn sai thủy chuẩn hạng III. Sai số chuyên độ cao bằng GPS trên 1km giảm từ 0,0244m/km xuống còn 0,009m/km (độ chính xác tăng 63%). Đây chính là hiệu quả của việc chính xác hóa mô hình Geoid.

(iii) Khi nội suy dị thường độ cao từ mô hình EGM08C, nên sử dụng bán kính chọn các điểm mắt lưới lân cận trong khoảng từ 6km đến 10km là hợp lý.

(iv) Nên chọn hàm Markov bậc 3 làm hàm hiệp phương sai và phương pháp Collocation để xử lý số liệu làm chính xác hóa mô hình Geoid.

TÀI LIỆU DẪN

[1] Đặng Nam Chinh, 2011: Một số vấn đề trong xử lý số liệu trắc địa cao cấp. Bài giảng chuyên đề tiến sĩ. Bộ môn Trắc địa cao cấp. Trường Đại học Mở - Địa chất.

[2] Nguyễn Duy Đô, Sisomphone Insisiengmay, 2011: Đánh giá độ chính xác mô hình Geoid. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ. Số 9. tr.25-29.

[3] Clyde C. Goad, C.C. Tscherning, M.M. Chin, 1984: Gravity empirical covariance values for the continental United States. Journal of geophysical research, vol.89, No B9, pp7962-7968.

[4] Phạm Hoàng Lân, 2009: Nghiên cứu thiết lập hệ thống độ cao chuẩn thống nhất cho cả lãnh thổ và lãnh hải Việt Nam trên cơ sở không sử dụng

mặt nước biển trung bình. Báo cáo tổng kết khoa học và kỹ thuật đề tài cấp Bộ (TN-MT), Hà Nội.

[5] *Lê Minh Tá*, 1996: Sử dụng lý thuyết hàm hiệp phương sai dị thường trọng lực để xác định các đặc trưng trọng trường cục bộ phục vụ cho việc hoàn chỉnh mạng lưới thiên văn trắc địa ở Việt

Nam. Luận án phó tiến sĩ khoa học kỹ thuật - Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

[6] *Tscherning C.C.*, 2008: Geoid determination by 3D least-squares collocation. Niels Bohr Institute University of Copenhagen. Denmark. Draft version 2008-09-10.

SUMMARY

Refinement anomalous elevation EGM2008 base on GPS-levelling data in local region Tay Nguyen and south central coastal areas

The paper introduces the process of refinement anomalous elevation EGM2008 base on GPS - Leveling data and Collocation method. Results show that the EGM08C improving Geoid ensure for determining leveling height by GPS on the Central Highland and Southcentral coastal areas with accuracy level equivalent to IV-grade leveling assigned for mountainous area and achieved reliability of 100%. About 80% of which approached at III-grade leveling. Error of determined leveling height by GPS for over 1km reduces from 0,0244m/km to 0,009m/km (to 37%). Furthermore, the paper suggests employing the third-order Markov function as covariance, the Collocation method for data employed to improve Geoid model and to use the radius of the neighboring net points within a range from 6 to 10km.