

# KHẢ NĂNG NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC XÁC ĐỊNH DỊ THƯỜNG ĐỘ CAO TRÊN ĐIỂM GPS/THỦY CHUẨN NHỜ HỆ ĐỘ CAO DỰA TRÊN MẶT GEOID CỤC BỘ HÒN DẦU

PGS. TSKH. HÀ MINH HÒA  
Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

## Tóm tắt:

Bài báo khoa học này đã xem xét đánh giá độ chính xác của dị thường độ cao trung bình trên các điểm GPS/thủy chuẩn hạng I dựa trên việc sử dụng phương trình tương đương của các dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn và dị thường độ cao trọng lực (được xác định từ mô hình EGM2008) và sử dụng mặt Geoid cục bộ Hòn Dầu với thế năng trọng trường thực  $W_0 = 62636847.2911 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ . Các kết quả nghiên cứu trên 145 điểm thủy chuẩn hạng I cho thấy độ chính xác của mô hình Quasigeoid quốc gia đạt mức  $\pm 7.2 \text{ cm}$ .

## 1. Đặt vấn đề

Theo Lý thuyết độ cao chuẩn, nếu từ điểm O có độ cao chuẩn  $H_O^\gamma = 0$  chúng ta tiến hành đo thủy chuẩn đến điểm M trên mặt vật lý của Quả đất, thêm vào đó chênh cao đo và giá trị trung bình của gia tốc lực trọng trường của mỗi đoạn thủy chuẩn trong tuyến thủy chuẩn OM được ký hiệu là  $dh$  và  $g$ , thì độ cao chuẩn của điểm M được xác định theo công thức:

$$H_M^\gamma = \frac{1}{\bar{\gamma}_M} \cdot \int_0^M g \cdot dh,$$

ở đây  $\bar{\gamma}_M$  - giá trị trung bình của gia tốc lực trọng trường chuẩn tương ứng với điểm M.

Lúc này điểm O nằm trên mặt Quasigeoid làm khởi tính cho hệ độ cao chuẩn, thêm vào đó mặt Quasigeoid có một tính chất rất quan trọng: nó trùng với mặt Geoid trên các biển và các đại dương. Do vào thế kỷ XIX không thể xác định được mặt Geoid, nên F. Gauss (1828) và J.B. Listing (1873) đã coi mặt Geoid trùng với mặt biển trung bình nhiều năm của mặt các đại dương không bị nhiễu. Xuất phát từ cách tiếp cận này, các quốc gia trên thế giới đã sử dụng mặt biển trung bình cục bộ được xác định theo các số liệu đo mực nước nhiều năm tại một trạm nghiệm triều (trạm nghiệm triều 0) làm mặt Quasigeoid cục bộ để khởi tính cho Hệ độ cao chuẩn quốc gia. Hệ độ cao này được gọi là Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid Gauss - Listing.

Nếu chúng ta xác định được mặt Geoid cục bộ với thế năng trọng trường thực  $W_0$  trùng với mặt biển trung bình cục bộ tại trạm nghiệm triều 0, thì điểm O cũng sẽ có thế năng trọng trường thực  $W_0$ . Lúc này, độ cao chuẩn của điểm M được xác định theo công thức

$$H_M^\gamma = \frac{W_0 - W_M}{\bar{\gamma}_M},$$

ở đây  $W_M$  - thế năng trọng trường thực tại điểm M, hiệu  $C_M = W_0 - W_M$  được gọi là đại lượng

địa thế năng của điểm M.

Trong trường hợp này hệ độ cao được gọi là hệ độ cao dựa trên mặt Geoid (Geoid - based Vertical Reference System).

Như vậy điều kiện xác định điểm O là điểm này vừa phải nằm trên một mặt đẳng thế với thế năng trọng trường thực  $W_0$ , vừa phải nằm trên mặt Quasigeoid khởi tính cho Hệ độ cao chuẩn. Điều này xảy ra khi điểm O nằm trên mặt Geoid cục bộ (đương nhiên trên mặt Quasigeoid cục bộ trùng với mặt Geoid này trên biển) và trùng với mặt biển trung bình cục bộ tại trạm nghiệm triều 0. Vấn đề được đặt ra là phải xác định được thế năng trọng trường thực  $W_0$  của mặt Geoid cục bộ nêu trên.

Các thành tựu hiện đại của Trắc địa vật lý trên thế giới hiện nay dựa trên các kết quả đo cao từ vệ tinh (altimetry) trên các biển và các đại dương bao gồm:

- Xác định được thế năng trọng trường thực  $\bar{W}_0 = 62636856.0 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$  của mặt Geoid toàn cầu (xem [1, 2,7]);

- Xây dựng được mô hình bề mặt tự nhiên biển MDT (Mean Dynamic Topography) (mô hình mặt biển trung bình toàn cầu so với mặt Geoid toàn cầu) (xem [5,6]);

- Xây dựng được mô hình Mặt biển trung bình MSS (Mean Sea Surface) (mô hình mặt biển trung bình toàn cầu so với mặt Ellipsoid toàn cầu) (xem [5,6]);

- Xây dựng được mô hình trọng trường Quả đất EGM (kết hợp với các dữ liệu đo trọng lực trên các đại dương và trên các lục địa) dựa trên Geoid toàn cầu cùng với việc xác định dị thường độ cao trọng lực (độ cao của mặt Geoid toàn cầu so với mặt Ellipsoid trọng lực toàn cầu) (ví dụ, xem [4]).

Từ đây hình thành nhiều phương hướng để xác định được thế năng trọng trường thực  $W_0$  của mặt Geoid cục bộ.

**Phương hướng thứ nhất.** Dựa trên các kết quả đo GPS trên trạm nghiệm triều 0 được quy chiếu đến mặt biển trung bình cục bộ và xử lý các dữ liệu đo trong ITRF, chúng ta sẽ xác định được độ cao trắc địa của mặt biển trung bình cục bộ so với mặt Ellipsoid toàn cầu. Dựa trên độ cao trắc địa của mặt biển trung bình toàn cầu so với mặt Ellipsoid toàn cầu từ mô hình MSS, chúng ta sẽ xác định được độ cao của mặt biển trung bình cục bộ so với mặt biển trung bình toàn cầu. Từ đây dựa trên mô hình MDT chúng ta xác định được độ cao của mặt biển trung bình cục bộ so với mặt Geoid toàn cầu. Dựa vào giá trị đã biết của thế năng trọng trường thực  $\bar{W}_0 = 62636856.0 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$  của mặt Geoid toàn cầu, chúng ta sẽ xác định được thế năng trọng trường thực  $W_0$  của mặt Geoid cục bộ trùng với mặt biển trung bình cục bộ tại trạm nghiệm triều 0.

**Phương hướng thứ hai.** Dựa trên mô hình MSS được xác định theo các dự án vệ tinh đối với một vùng biển quan tâm, chúng ta xác định được bán kính - vector  $p$  của các điểm nút (grid) của mô hình này và xác định thế năng của mặt Geoid sát nhất với mặt biển trung bình của vùng biển này dựa trên mô hình trọng trường Quả đất EGM.

Nhiều nước phát triển hoặc nhóm nước đã sử dụng các phương hướng nêu trên để xác định thế năng trọng trường thực của mặt Geoid trùng với mặt biển trung bình được chọn làm mặt khởi tính cho hệ độ cao dựa trên mặt Geoid của quốc gia hoặc nhóm nước (xem [3,8,9]).

Trong điều kiện Việt Nam chưa xác định mô hình MSS cho biển Đông, trong [12] đã đề xuất phương pháp xác định thế năng trọng trường thực  $W_0$  của mặt Geoid cục bộ trùng với mặt biển trung bình cục bộ tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu (tạm gọi là mặt Geoid cục bộ Hòn Dấu) dựa trên phương trình tương đương của dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn  $\bar{\zeta}_i$  và dị thường độ cao trọng lực  $\zeta_i$  (được xác định từ mô hình EGM2008):

$$\bar{\zeta}_i = \zeta_i + \frac{\bar{W}_0 - W_0}{\bar{\gamma}_i}, \quad (1)$$

ở đây  $i = 1, 2, \dots, N$ ;  $N$  - số lượng các điểm GPS/thủy chuẩn;  $\bar{\gamma}_i$  - giá trị trung bình của gia tốc lực trọng trường chuẩn tương ứng với điểm GPS/thủy chuẩn thứ  $i$ .

Việc sử dụng mặt Geoid toàn cầu với thế năng trọng trường thực  $\bar{W}_0 = 62636856.0 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$  trong mô hình EGM2008 là cơ sở khoa học quan trọng để xác định xác định thế năng trọng trường thực  $W_0$  của mặt Geoid cục bộ Hòn Dấu theo phương trình (1).

Khi xử lý các dữ liệu đo GPS trong ITRF, chúng ta nhận nhận các sai số trung phương của độ cao trắc địa lớn nhất bằng  $m_H = 0.050 \text{ m}$ . Với sai số trung phương của độ cao chuẩn hạng I lớn nhất bằng  $m_{HY} = 0.075 \text{ m}$ , chúng ta sẽ xác định được sai số trung phương cho phép của dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn bằng  $(m_{\bar{\zeta}})_{CP} = 0.090 \text{ m}$ . Với dị thường độ cao trọng lực được xác định từ mô hình EGM2008, sai số trung phương lớn nhất của dị thường độ cao trọng lực bằng  $m_{\zeta} = 0.111 \text{ m}$ . Khi bỏ qua sai số trung phương của thành phần thứ hai trong biểu thức (1) do đại lượng nhỏ (ở mức cm), sai số trung phương của hiệu  $\bar{\zeta}_i - \zeta_i$  được đánh giá ở mức  $\pm 0.143 \text{ m}$ , và sai số trung phương giới hạn của hiệu này bằng  $2 \times 0.143 \text{ m} = 0.286 \text{ m}$ . Từ 35 điểm GPS/thủy chuẩn hạng I nằm ở các vùng đồng bằng và trung du Việt Nam, sau khi chuyển độ cao chuẩn từ hệ triều trung bình về hệ triều 0, chuyển độ cao trắc địa và dị thường độ cao trọng lực từ hệ không phụ thuộc triều về hệ triều 0 (xem [12]), với các hiệu  $\bar{\zeta}_i - \zeta_i$  thỏa mãn hạn sai, trong tài liệu [12] đã xác định được thế năng trọng trường thực  $W_0 = 62636847.2911 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$  của mặt Geoid cục bộ Hòn Dấu với sai số trung phương  $m_{W_0} = \pm 0.183 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ . Giá trị trung bình của các hiệu  $\bar{\zeta}_i - \zeta_i$  bằng  $0.890 \text{ m}$ . Kiểm tra các hiệu này dựa trên công thức (1) đối với các điểm trọng lực tuyệt đối ở khu vực rừng núi, trung du, đồng bằng và trên một số đảo cho thấy về phải của công thức (1) luôn bằng  $0,890 \text{ m}$  [12]. Khi kiểm tra mặt biển trung bình theo mô hình DNSC08 MDT tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu, chúng ta thấy rằng sự thay đổi độ cao của mặt biển trung bình so với mặt Geoid toàn cầu ở mức  $1 \text{ mm}/2 \text{ km}$ . Như vậy mặt biển trung bình cùng các mặt Geoid cục bộ và mặt Quasigeoid trùng với nó (với sai số ở mức  $\pm 1 \text{ mm}$ ) tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu có phạm vi khá rộng, chứ không phải chỉ ở một điểm (vạch khắc của cột thủy chí đo mực nước) như nhiều người lầm tưởng. Vấn đề khoa học được đặt ra cho bài báo khoa học này là với mặt Geoid cục bộ Hòn Dấu đã được xác định, dị thường độ cao trung bình từ dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn và dị thường độ cao trọng lực sẽ được xác định với độ chính xác là bao nhiêu ?

## 2. Giải quyết vấn đề

Đối với lãnh thổ Việt Nam, khi đặt dị thường độ cao trọng lực

$$\hat{\zeta}_i = \bar{\zeta}_i + \frac{\bar{W}_0 - W_0}{10^{-5} \cdot \bar{\gamma}_i} = \bar{\zeta}_i + \frac{8.7089 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}}{10^{-5} \cdot \bar{\gamma}_i} = \bar{\zeta}_i + 0.890 < m > \quad (2)$$

dị thường độ cao trung bình trên điểm GPS/thủy chuẩn được xác định theo công thức [10, 11]:

$$\hat{\zeta}_i = \frac{\hat{\zeta}_i + \bar{\zeta}_i}{2}, \quad (3)$$

ở đây dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn  $\bar{\zeta}_i = \bar{H}_i - H_i^Y$  và dị thường độ cao trọng lực  $\bar{\zeta}_i$  đều thuộc hệ triều 0, các hiệu  $\bar{\zeta}_i - \bar{\zeta}_i$  so với đại lượng 0.890 m không lớn hơn 0.286 m (khi sử dụng mô hình EGM2008 để xác định dị thường độ cao trọng lực ở Việt Nam hiện nay); độ cao trắc địa  $\bar{H}_i$  của điểm GPS/thủy chuẩn thứ  $i$  được xác định trên cơ sở xử lý các dữ liệu đo GPS trong ITRF tương ứng với Ellipsoid WGS84 quốc tế.

Thật vậy, gọi sai số trung phương của dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn bằng  $m_1$ . Chúng ta nhận sai số trung phương của dị thường độ cao trọng lực  $\hat{\zeta}_M = \bar{\zeta}_M + \frac{\bar{W}_0 - W_0}{\bar{\gamma}_M}$  bằng sai số trung phương của dị thường độ cao  $\bar{\zeta}_M$  (được xác định trực tiếp từ mô hình EGM2008) và bằng  $m_2$ , và nhận  $m_1$  là sai số trung phương đơn vị trọng số, các trọng số của hai dị thường độ cao  $\bar{\zeta}_M$  và  $\hat{\zeta}_M$  lần lượt là  $P_1 = 1$ ;  $P_2 = \frac{m_1^2}{m_2^2}$ . Khi đó sai số trung phương của dị thường độ cao trung bình  $\hat{\zeta}_M$  được đánh giá theo công thức

$$m_{\hat{\zeta}} = \frac{m_1}{\sqrt{|PP|}}.$$

Đối với các giá trị  $m_1 = 0.090$  m (đối với điểm GPS/thủy chuẩn hạng I),  $m_2 = 0.111$  m, sai số trung phương của dị thường độ cao trung bình trên điểm GPS/thủy chuẩn hạng I bằng  $m_{\hat{\zeta}} = 0,78 \cdot m_1$ . Như vậy chúng ta thấy rằng độ chính xác của dị thường độ cao trung bình trên điểm GPS/thủy chuẩn hạng I cao hơn độ chính xác của dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn hạng I. Đây cũng là cơ sở khoa học để nâng cao độ chính xác của mô hình Quasi-geoid quốc gia khi sử dụng các dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn và dị thường độ cao trọng lực (được xác định từ mô hình EGM2008).

Để đánh giá việc xác định dị thường độ cao trên các điểm GPS/thủy chuẩn hạng I ở Việt Nam, đã sử dụng 145 điểm GPS/thủy chuẩn hạng I phân bố đều ở các vùng đồng bằng và trung du Việt Nam, thêm vào đó các điểm này không trùng với 35 điểm GPS/thủy chuẩn hạng I đã được sử dụng để xác định thế năng trọng trường thực  $W_0$  của mặt Geoid cục bộ Hòn Dấu. Các kết quả đo GPS trên 145 điểm thực nghiệm nêu trên được xử lý trong ITRF2005 tương ứng với Ellipsoid WGS84 quốc tế. Dị thường độ cao trọng lực được xác định từ mô hình EGM2008. Các dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn và dị thường độ cao trọng lực đều được chuyển về hệ triều 0. Các hiệu  $\bar{\zeta}_i - \bar{\zeta}_i$  ( $i=1,2,\dots,145$ ) so với đại lượng

0.890 m không lớn hơn hạn sai (0.286 m). Các hiệu

$$\Delta \bar{\zeta}_i = \bar{\zeta}_i - \hat{\zeta}_i$$

đều thỏa mãn điều kiện

$$\left| \sum_{i=1}^{145} \Delta \bar{\zeta}_i \right| \leq 0,25 \cdot \sum_{i=1}^{145} \left| \Delta \bar{\zeta}_i \right|, \quad (4)$$

tức các dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn  $\bar{\zeta}_i$  và dị thường độ cao trọng lực các hiệu  $\hat{\zeta}_i$  không chứa các sai số hệ thống.

Độ chính xác của dị thường độ cao trung bình (3) trên 145 điểm GPS/thủy chuẩn hạng I được đánh giá theo công thức

$$m_{\bar{\zeta}} = \pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{145} \Delta \bar{\zeta}_i^2}{145}}$$

Các kết quả tính toán cho thấy, sai số trung phương của dị thường độ cao trung bình trên 145 điểm GPS/thủy chuẩn hạng I đạt  $\pm 0.072$  m.

Trong tổng số 145 hiệu (4) được xác định, số lượng các hiệu có giá trị tuyệt đối không lớn hơn 0.143 m bằng 90 (chiếm 62.07 %), còn số lượng các hiệu có giá trị tuyệt đối nằm trong khoảng 0.143 - 0.286 m bằng 55 (chiếm 37.93 %).

Phân bố các hiệu (4) theo các mức giới hạn độ lớn được trình bày ở bảng dưới đây.

Các giới hạn độ lớn của các hiệu	$\leq 10$ cm	$\leq 15$ cm	$\leq 20$ cm	$< 27.6$ cm
Số lượng các hiệu	70	23	19	33
$\Delta \bar{\zeta}_i = \bar{\zeta}_i - \hat{\zeta}_i$	(48.28 %)	(15.86 %)	(13.10 %)	(22.76 %)

Như vậy, chúng ta có thể nhận thấy rằng mặt Quasigeoid cục bộ trùng với mặt Geoid cục bộ với thế năng trọng trường thực  $W_0 = 62636847.2911 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$  tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu đảm bảo sự tương đương (sự xấp xỉ) tương đối tốt giữa dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn hạng I và dị thường độ cao trọng lực (được xác định từ mô hình EGM2008) ở các khu vực đồng bằng và trung du của Việt Nam.

Việc nội suy chêm dày các giá trị dị thường độ cao trên các điểm nút (grid) của mô hình Quasigeoid quốc gia được thực hiện theo phương pháp collocation trên cơ sở sử dụng các dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn  $\bar{\zeta}_i$  và dị thường độ cao trọng lực các hiệu  $\hat{\zeta}_i$  trên các điểm GPS/thủy chuẩn. Các dị thường độ cao này thỏa mãn điều kiện (4) đảm bảo chúng là các đại lượng ngẫu nhiên. Điều này xác định cơ sở khoa học của việc giải quyết bài toán nội suy dị thường độ cao theo phương pháp collocation.

Các dị thường độ cao trung bình và các dị thường độ cao nội suy sẽ được chuyển tiếp

theo từ ITRF về hệ tọa độ quốc gia dựa trên 07 tham số chuyển đổi tọa độ theo công thức Bursa - Wolf để xây dựng mô hình Quasigeoid quốc gia.

Việc đạt được độ chính xác của các dị thường độ cao trung bình trên 145 điểm GPS/thủy chuẩn hạng I ở mức  $\pm 0.072$  m đã xác nhận một thực tế: Hệ độ cao chuẩn quốc gia dựa trên mặt Geoid cục bộ Hòn Dấu là cơ sở khoa học và thực tiễn để nâng cao độ chính xác của mô hình Quasigeoid quốc gia dựa trên các dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn và dị thường độ cao trọng lực (được xác định từ mô hình EGM2008).

### 3. Kết luận

Trong điều kiện ở Việt Nam hiện nay, việc sử dụng phương trình tương đương (1) của dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn và dị thường độ cao trọng lực (được xác định từ mô hình EGM2008) hoàn toàn cho phép xây dựng được mô hình Quasigeoid độ chính xác ở mức  $\pm 7$  cm khi sử dụng hệ độ cao chuẩn dựa trên mặt Geoid cục bộ Hòn Dấu (mặt Quasigeoid khởi tính cho Hệ độ cao chuẩn trùng với mặt Geoid cục bộ Hòn Dấu). Đối với khu vực rừng núi Việt Nam, để nâng cao độ chính xác định dị thường độ cao trung bình (3) cần đo trọng lực tuyệt đối trên các điểm GPS/thủy chuẩn nhằm mục đích hiệu chỉnh lại số cải chính chuyển dị thường độ cao trọng lực từ trọng trường thực của Quả đất về trọng trường chuẩn của Ellipsoid.

Để tiếp tục nâng cao độ chính xác của mô hình Quasigeoid quốc gia, bên cạnh việc hoàn thiện hệ độ cao hạng I, II quốc gia dựa trên việc kiểm tra sự ổn định của các điểm độ cao hạng I, II quốc gia dưới tác động của hoạt động kinh tế - xã hội và sự chuyển dịch đứng của vỏ Trái đất trên lãnh thổ Việt Nam, tu bổ lại các điểm độ cao bị xô dịch cùng với việc đo đạc bổ sung tương ứng, chúng ta phải tiếp tục phát triển công tác đo đạc trọng lực chi tiết ở các khu vực rừng núi và vùng biển thuộc chủ quyền quốc gia, đầu tư nghiên cứu (hoặc hợp tác quốc tế để nghiên cứu) phương pháp làm chính xác hóa các hệ số khai triển thế năng trọng trường theo các hàm cầu của mô hình EGM2008 dựa trên các dữ liệu trọng lực chi tiết trên toàn bộ lãnh thổ Việt Nam. ○

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bursa M., Kenyon S., Kouba J., Rad j K., Vatrt V., Vojtiskov., Simek J. (2002). Word Height System specified by geopotential at tide gauge stations. IAG Symposia 124, 291-296. Springer.

[2]. Dennis D. McCarthy, Gerard Petit. (2004). IERS Conventions (2003). IERS Technical Note No 32. Frankfurt am Main, 2004.

[3]. Sánchez, L. (2005). Definition and Realisation of the SIRGAS Vertical Reference System within a Globally Unified Height System. Presented at the IAG Scientific Assembly, Cairns, Australia. August 22-26. IAG Symposia in print.

[4]. Pavlis Nikolas K, Simon A. Holmes, Steve C. Kenyon, John K. Factor. (2008). An Earth gravitational model to degree 2160: EGM2008. EGU General assembly 2008, Vienna,

Austria, April 13 - 18, 2008.

[5]. Andersen O.B., Knudsen P. (2009). DNSC08 mean sea surface and mean dynamic topography models. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 114, C11001, 12PP.,2009, doi:10.1029/2008JC005179.

[6]. Andersen O.P., Knudsen P. (2010). The DTU10 mean sea surface and mean dynamic topography - improvements in the Arctic and coastal zone. DTU Space, Technical University of Denmark. OSTST, Lissabon, Portugal, October - 2010.

[7]. Petit G., Luzum B. (2010). IERS Conventions (2010). IERS Technical Note No 36, Verlag des Bundesamts fur Kartographie und Geodasie. Frankfurt am Main 2010, 179 pp.

[8]. Marc Veronneau (2010). Discussion on the North American Vertical Reference System (NAVRS). Geoid-based North American Vertical Datum. 1B13., ID:3582. Natural Resources Canada. marc@nrcan.gc.ca.

[9]. Marc Veronneau (2010). North American Vertical Reference System (NAVRS). Geodetic Survey Division. Geoid Workshop 2010. 2 June 2010. Canada's Natural Resources.

[10]. Hà Minh Hòa (2012). Các phương hướng hoàn thiện hệ độ cao quốc gia. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, No11, 03/2012, trg. 1 -9.

[11]. Hà Minh Hòa (2012). Xây dựng Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid gắn kết với việc xây dựng Hệ tọa độ động lực quốc gia. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, No12, 06/2012, trg. 1 - 12.

[12]. Hà Minh Hòa (2012). Nghiên cứu xác định thế năng trọng trường thực  $W_0$  của mặt Geoid cục bộ trùng với mặt biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu. Báo cáo khoa học. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học và Công nghệ "Trắc địa và Bản đồ vì sự nghiệp tài nguyên và Môi trường". Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ - Hội Trắc địa, Bản đồ và Viễn thám Việt Nam. Hà Nội - Tháng 10/2012. Trg. 6-19.○

## Summary

ABILITY FOR AN INCREASE OF ACCURACY OF DETERMINED HEIGHT ANOMALIES ON GPS/LEVELING POINTS BY USING A HON DAU LOCAL GEOID - BASED VERTICAL REFERENCE SYSTEM

*Assoc. Prof. Dr.Sc. Ha Minh Hoa*

*Vietnam Institute of Geodesy and Cartography*

This scientific article considers the estimation of accuracy of mean height anomalies determined on GPS/first order leveling points based on using the equivalence equation of the GPS/leveling height anomaly and gravimetric height anomaly (determined from the EGM2008), and using the Hon Dau local Geoid with real geopotential  $W_0 = 62636847.2911\text{m}^2.\text{s}^{-2}$ . Research results on GPS/first order leveling points shows that the accuracy of the state Quasigeoid reached at level  $\pm 7.2 \text{ cm}$ .○