

# NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN HỆ ĐỘ CAO DỰA TRÊN MẶT GEOID ĐỂ GIẢI QUYẾT BÀI TOÁN HOÀN THIỆN HỆ ĐỘ CAO GẮN LIỀN VỚI VIỆC XÂY DỰNG MÔ HÌNH QUASIGEOID ĐỘ CHÍNH XÁC CAO

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

## Tóm tắt:

Bài báo khoa học này luận chứng cho việc xây dựng Hệ độ cao quốc gia dựa trên mặt Geoid cục bộ tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu nhằm giải quyết nhiều nhiệm vụ khoa học - kỹ thuật hiện đại của Trắc địa, đặc biệt là nhiệm vụ xây dựng mô hình Quasigeoid quốc gia độ chính xác cao.

## 1. Đặt vấn đề

Trong tài liệu [6] đã luận chứng cho vai trò của Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid trong việc xây dựng mô hình Quasigeoid độ chính xác cao. Đây còn là cơ sở để xây dựng hệ tọa độ động quốc gia (Khung quy chiếu không gian quốc gia) [7]. Việc xây dựng Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid và việc xây dựng mô hình Quasigeoid độ chính xác cao là hai bài toán gắn kết với nhau rất chặt chẽ dựa trên cơ sở sử dụng một trong các nguồn dữ liệu quan trọng nhất - các dữ liệu dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn và dị thường độ cao trọng lực (được xác định từ mô hình trọng trường Quả đất EGM) trên các điểm GNSS/thủy chuẩn.

Trong thực tế tồn tại hai dạng Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid:

- Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid cục bộ với thế năng trọng trường thực  $W_0$ , thêm vào đó mặt Geoid cục bộ trùng hoặc sát nhất với mặt biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu. Ưu điểm của Hệ độ cao này là không thay đổi các độ cao chuẩn của các điểm độ cao trong Hệ độ cao HP72;

- Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid toàn cầu. Hiện nay mặt Geoid toàn cầu được xác định với thế năng trọng trường thực  $\bar{W}_0 = 62636856,0 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$  [1,2]. Mặt Geoid này được sử dụng để xây dựng mô hình trọng trường Quả đất EGM2008 và mô hình bề mặt tự nhiên động lực trung bình (Mean Dynamic Topography - MDT) DNSC08 MDT. Việc sử dụng Hệ độ cao này sẽ làm thay đổi các độ cao chuẩn của các điểm độ cao trong Hệ độ cao HP72.

Nảy sinh một câu hỏi: Nếu không xây dựng Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid cục bộ thì có thể xác định được dị thường độ cao độ chính xác cao trên điểm GNSS/thủy chuẩn dựa trên các dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn và dị thường độ cao trọng lực trên điểm đó được hay không?. Bài báo khoa học này sẽ trả lời câu hỏi trên.



## 2. Giải quyết vấn đề

Chúng ta gọi Ellipsoid ITRF là Ellipsoid quốc tế được sử dụng để xử lý các dữ liệu đo GNSS trên các điểm GNSS/thủy chuẩn trong ITRF. Trong thực tế dị thường độ cao GNSS và dị thường độ cao trọng lực được xác định tương ứng với Ellipsoid ITRF (tạm gọi là dị thường độ cao ITRF). Trong khi đó dị thường độ cao trong mô hình Quasigeoid quốc gia lại được xác định tương ứng với Ellipsoid WGS84 quy chiếu của Hệ tọa độ VN2000 (tạm gọi là dị thường độ cao cục bộ). Khi đó tồn tại 05 quan hệ có ý nghĩa thực tế giữa dị thường độ cao ITRF và dị thường độ cao cục bộ. Chúng ta sẽ khảo sát 5 quan hệ này. Cho điểm M là điểm GNSS/thủy chuẩn và nằm trên mặt vật lý của Quả đất. Chúng ta ký hiệu:

\*  $\bar{H}_M^\gamma$  - độ cao chuẩn của điểm M so với mặt Quasigeoid toàn cầu (trùng với mặt Geoid toàn cầu trên các biển và đại dương);

\*  $H_M^\gamma$  - độ cao chuẩn của điểm M so với mặt Quasigeoid cục bộ (trùng với mặt Geoid cục bộ tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu và bằng độ cao chuẩn trong hệ HP72).

Chúng ta xem xét 4 dạng dị thường độ cao:

- Dị thường độ cao cục bộ loại 1

$$\zeta_M = H_M - H_M^\gamma \quad (1)$$

là khoảng cách giữa mặt Ellipsoid quy chiếu và mặt Quasigeoid cục bộ theo đường vuông góc từ điểm M đến mặt Ellipsoid này, thêm vào đó độ cao trắc địa  $H_M$  của điểm M là khoảng cách đến mặt Ellipsoid quy chiếu theo đường vuông góc nêu trên.

- Dị thường độ cao toàn cầu loại 1

$$\hat{\zeta}_M = H_M - \bar{H}_M^\gamma \quad (2)$$

là khoảng cách từ giữa mặt Ellipsoid quy chiếu và mặt Quasigeoid toàn cầu theo đường vuông góc từ điểm M đến mặt Ellipsoid này.

- Dị thường độ cao cục bộ loại 2

$$\bar{\zeta}_M = \bar{H}_M - H_M^\gamma \quad (3)$$

là khoảng cách giữa mặt Ellipsoid ITRF và mặt Quasigeoid cục bộ theo đường vuông góc từ điểm M đến mặt Ellipsoid này, thêm vào đó độ cao trắc địa  $\bar{H}_M$  của điểm M là khoảng cách đến mặt Ellipsoid ITRF theo đường vuông góc nêu trên.

- Dị thường độ cao toàn cầu loại 2

$$\bar{\zeta}_M = \bar{H}_M - \bar{H}_M^\gamma \quad (4)$$

là khoảng cách giữa mặt Ellipsoid ITRF và mặt Quasigeoid toàn cầu theo đường vuông góc từ điểm M đến mặt Ellipsoid này.

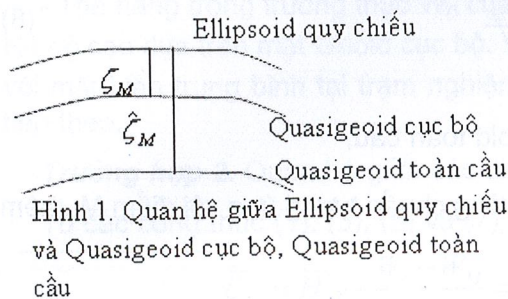
Giữa 4 loại dị thường độ cao nêu trên được mô tả trên các hình 1 và 2 ở dưới đây.

Chúng ta lưu ý rằng giữa độ cao trắc địa  $H_M$  và  $\bar{H}_M$  tồn tại quan hệ

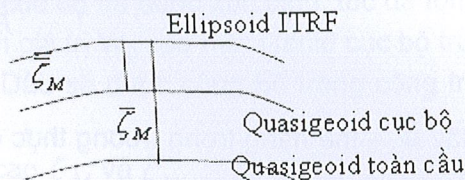
$$H_M = \bar{H}_M + \Delta\bar{H}_M, \quad (5)$$

ở đây





Hình 1. Quan hệ giữa Ellipsoid quy chiếu và Quasigeoid cục bộ, Quasigeoid toàn cầu



Hình 2. Quan hệ giữa Ellipsoid ITRF và Quasigeoid cục bộ, Quasigeoid toàn cầu

$$\Delta\bar{H}_M = -\frac{\tilde{a}}{N}\Delta a + \tilde{N}\sin^2\tilde{B}_M \cdot \frac{\Delta e^2}{2} + (X_0 \cos\tilde{L}_M + Y_0 \sin\tilde{L}_M)\cos\tilde{B}_M + Z_0 \sin\tilde{B}_M - \tilde{N} \cdot \tilde{e}^2 \sin\tilde{B}_M \cos\tilde{B}_M \cdot \left( \frac{\varepsilon_x}{\tilde{n}''} \sin\tilde{L}_M - \frac{\varepsilon_y}{\tilde{n}''} \cos\tilde{L}_M \right) + \left( \frac{\tilde{a}^2}{\tilde{N}} + \tilde{H}_M \right) \Delta m, \quad (6)$$

$\bar{a}$  - bán trục lớn của Ellipsoid ITRF;  $a$  - bán trục lớn của Ellipsoid quy chiếu;  $\bar{e}^2$  - tâm sai thứ nhất của Ellipsoid ITRF;  $e^2$  - tâm sai thứ nhất của Ellipsoid quy chiếu;  $B_M, L_M, H_M$  - các tọa độ trắc địa của điểm M trong hệ tọa độ quốc gia;  $\bar{B}_M, \bar{L}_M, \bar{H}_M$  - các tọa độ trắc địa của điểm M trong ITRF;

$$\Delta a = a - \bar{a}, \quad \Delta e^2 = e^2 - \bar{e}^2; \quad \tilde{a} = \frac{a + \bar{a}}{2}; \quad \tilde{e}^2 = \frac{e^2 + \bar{e}^2}{2};$$

$$\tilde{B}_M = \frac{B_M + \bar{B}_M}{2}, \quad \tilde{L}_M = \frac{L_M + \bar{L}_M}{2}, \quad \tilde{H}_M = \frac{H_M + \bar{H}_M}{2},$$

$\tilde{N}$  - Bán kính cong của đường thẳng đứng thứ nhất ( $\tilde{N} = \tilde{a} \cdot (1 - \tilde{e}^2 \sin^2\tilde{B}_M)^{-\frac{1}{2}}$ );

$$p'' = 206\,264,806''.$$

Chúng ta sẽ xem xét các trường hợp thiết lập các quan hệ giữa các loại dị thường độ cao loại 1 và loại 2 trong các công thức (1), (2), (3) và (4).

**Trường hợp 1.** Quan hệ giữa các dị thường độ cao  $\bar{\zeta}_M$  và  $\zeta_M$

Chúng ta xem xét công thức tính độ cao chuẩn cục bộ

$$H_M^y = \frac{W_0 - W_M}{\bar{\gamma}_M}, \quad (7)$$

ở đây  $W_0$  - thế năng trọng trường thực của mặt Geoid cục bộ,  $W_M$  - thế năng trọng trường thực tại điểm M,  $\bar{\gamma}_M$  - giá trị trung bình của gia tốc lực trọng trường chuẩn tương ứng với điểm M, thêm vào đó  $\bar{\gamma}_M = \gamma_0 - \frac{0,3086 \cdot H_M^y}{2} < mGal >$ , còn  $\gamma_0$  giá trị trung bình của gia tốc lực trọng trường chuẩn trên mặt Ellipsoid và công thức tính độ cao chuẩn toàn cầu



$$\bar{H}_M^\gamma = \frac{\bar{W}_0 - W_M}{\bar{\gamma}_M}, \quad (8)$$

ở đây  $\bar{W}_0$  - thế năng trọng trường thực của mặt Geoid toàn cầu,

$\bar{\gamma}_M$  - giá trị trung bình của gia tốc lực trọng trường chuẩn tương ứng với điểm M, thêm vào đó  $\bar{\gamma}_M = \gamma_0 - \frac{0,3086 \cdot \bar{H}_M^\gamma}{2} < mGal >$ .

Khi đặt  $\bar{\gamma}_M = \gamma_M + \Delta\gamma$ , ở đây  $\Delta\gamma = -0,1543 \cdot (\bar{H}_M^\gamma - H_M^\gamma)$ , và đối với lãnh thổ Việt Nam hiệu  $\bar{H}_M^\gamma - H_M^\gamma = 0.890 \text{ m}$  (số liệu này sẽ được công bố trong công trình tiếp theo) và nhận giá trị trung bình  $\bar{\gamma}_M = \bar{\gamma} = 978243 \text{ mGal}$ , chúng ta thấy rằng biểu thức

$$\frac{1}{\bar{\gamma}_M} = \frac{1}{\gamma_M} \cdot \left(1 - \frac{\Delta\gamma}{\gamma_M}\right) = \frac{1}{\gamma_M} \cdot (1 - 1,4038 \cdot 10^{-7}).$$

Đối với điểm M là đỉnh Phan Xi Păng với độ cao chuẩn  $H_M^\gamma = 3.143 \text{ m}$ , hiệu thế năng  $\bar{W}_0 - W_M = 30746,17749 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ . Khi đó việc nhận  $\frac{1}{\bar{\gamma}_M} = \frac{1}{\gamma_M}$  sẽ chỉ dẫn đến sai số trong độ cao chuẩn (8) ở mức 4mm. Do đó đối với lãnh thổ Việt Nam chúng ta hoàn toàn có cơ sở để nhận biểu thức  $\frac{1}{\bar{\gamma}_M} = \frac{1}{\gamma_M}$  và từ các công thức (3) và (4) suy ra quan hệ

$$\bar{\zeta}_M = \bar{\zeta}_M + \frac{\bar{W}_0 - W_0}{\bar{\gamma}_M}. \quad (9)$$

Công thức (9) hoàn toàn cho phép giải quyết bài toán nâng cao độ chính xác của dị thường độ cao tại điểm M tương ứng với Ellipsoid ITRF khi lấy trung bình dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn  $\bar{\zeta}_M$  và dị thường độ cao  $\hat{\zeta}_M = \bar{\zeta}_M + \frac{\bar{W}_0 - W_0}{\bar{\gamma}_M}$ , tức dị thường độ cao độ chính xác cao trên điểm M được xác định theo công thức [5]:

$$\bar{\zeta}_M \cong \frac{\bar{\zeta}_M + \hat{\zeta}_M}{2}, \quad (10)$$

dưới các điều kiện sau:

- Thay dị thường độ cao  $\bar{\zeta}_M$  bằng dị thường độ cao trọng lực  $\zeta_M^g$  được tính từ mô hình EGM (sau khi hiệu chỉnh độ cao Geoid bằng các số cải chính cần thiết để chuyển về trong trường chuẩn của Ellipsoid ITRF). Các dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn  $\bar{\zeta}_M$  và dị thường độ cao trọng lực  $\hat{\zeta}_M = \bar{\zeta}_M + \frac{\bar{W}_0 - W_0}{\bar{\gamma}_M}$  là các đại lượng độc lập với nhau;



- Thế năng trọng trường thực  $W_0$  của mặt Geoid cục bộ đã được xác định, tức đã tồn tại Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid cục bộ. Việc xác định giá trị  $W_0$  của mặt Geoid cục bộ trùng với mặt biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu sẽ được công bố trong công trình tiếp theo.

**Trường hợp 2.** Quan hệ giữa các dị thường độ cao  $\zeta_M$  và  $\bar{\zeta}_M$

Từ các công thức (1), (3), (5) và (7) chúng ta có quan hệ

$$\bar{\zeta}_M = \bar{H}_M - \frac{W_0 - W_M}{\bar{\gamma}_M} = H_M - \Delta\bar{H}_M - \frac{W_0 - W_M}{\bar{\gamma}_M} = \zeta_M - \Delta\bar{H}_M,$$

hay 
$$\zeta_M = \bar{\zeta}_M + \Delta\bar{H}_M, \tag{11}$$

Trường hợp này được áp dụng để xây dựng mô hình Quasigeoid quốc gia khi sử dụng Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid cục bộ làm Hệ độ cao quốc gia và dị thường độ cao  $\bar{\zeta}_M$  đã được làm chính xác theo công thức (10).

**Trường hợp 3.** Quan hệ giữa các dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn  $\zeta_M$  và  $\bar{\zeta}_M$

Từ các công thức (7) và (8) chúng ta có biểu thức [5]

$$\bar{H}_M^\gamma = H_M^\gamma + \frac{\bar{W}_0 - W_0}{\bar{\gamma}_M}. \tag{12}$$

Lưu ý các công thức (1), (4), (5) và (12) chúng ta có:

$$\begin{aligned} \bar{\zeta}_M &= \bar{H}_M - \bar{H}_M^\gamma = \left( H_M - H_M^\gamma \right) - \Delta\bar{H}_M - \frac{\bar{W}_0 - W_0}{\bar{\gamma}_M} = \\ &= \zeta_M - \Delta\bar{H}_M - \frac{\bar{W}_0 - W_0}{\bar{\gamma}_M}. \end{aligned}$$

hay

$$\zeta_M = \bar{\zeta}_M + \Delta\bar{H}_M + \frac{\bar{W}_0 - W_0}{\bar{\gamma}_M}. \tag{13}$$

Khi lưu ý công thức (9) chúng ta thấy công thức (13) tương tự như công thức (11), tức trường hợp này tương tự như trường hợp 2.

**Trường hợp 4.** Quan hệ giữa các dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn  $\hat{\zeta}_M$  và  $\bar{\zeta}_M$

Từ công thức (4) lưu ý các công thức (2), (5) và (11) suy ra

$$\begin{aligned} \bar{\zeta}_M &= \bar{H}_M - \bar{H}_M^\gamma = \bar{H}_M - H_M^\gamma - \frac{\bar{W}_0 - W_M}{\bar{\gamma}_M} = \left( H_M - H_M^\gamma \right) - \Delta\bar{H}_M = \\ &= \hat{\zeta}_M - \Delta\bar{H}_M, \end{aligned}$$

hay

$$\hat{\zeta}_M = \bar{\zeta}_M + \Delta\bar{H}_M. \tag{14}$$



Trường hợp này được áp dụng để xây dựng mô hình Quasigeoid quốc gia khi sử dụng Hệ độ cao dựa trên Geoid toàn cầu làm Hệ độ cao quốc gia. Dị thường độ cao  $\bar{\zeta}_M$  ở vế phải của công thức (14) có thể được làm chính xác theo công thức [6]:

$$\tilde{\zeta}_M = \frac{\bar{\zeta}_M + \zeta_M^g}{2},$$

ở đây giá trị dị thường độ cao  $\bar{\zeta}_M$  được xác định theo công thức (4), còn dị thường độ cao trọng lực  $\zeta_M^g$  được xác định từ mô hình EGM.

Đối với mô hình trọng trường Quả đất EGM2008, theo đánh giá trong tài liệu [3], độ chính xác của dị thường độ cao trọng lực trên các đại dương đạt ở mức  $\pm 6,1$ cm trên đất liền đạt mức  $\pm 10,3$ cm. Theo tài liệu [4], việc so sánh dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn trên 675 điểm ở Đức với dị thường độ cao trọng lực được xác định từ mô hình EGM2008 cho thấy: Sai số trung phương của hiệu dị thường độ cao GPS/thủy chuẩn và dị thường độ cao trọng lực từ mô hình EGM2008 ở mức 3,8 cm.

Tuy nhiên để xác định dị thường độ cao  $\bar{\zeta}_M$  theo công thức (4) cần phải chuyển đổi độ cao chuẩn  $H_M^Y$  từ Hệ độ cao HN72 về Hệ độ cao dựa trên Geoid toàn cầu theo công thức (12). Khi đó chúng ta phải xác định thế năng trọng trường thực  $W_0$  của mặt Geoid cục bộ, tức tồn tại cả Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid cục bộ.

Như đã trình bày ở trên, ưu điểm của Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid cục bộ là không làm thay đổi các độ cao chuẩn của các điểm độ cao trong Hệ độ cao HP72. Do đó chúng ta không thấy có ý nghĩa giá trị nào để sử dụng Hệ độ cao dựa trên Geoid toàn cầu làm Hệ độ cao quốc gia. Vì lý do trên việc sử dụng Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid cục bộ làm Hệ độ cao quốc gia là hiệu quả hơn cả.

**Trường hợp 5.** Quan hệ giữa các dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn  $\hat{\zeta}_M$  và  $\bar{\zeta}_M$

Từ công thức (3) lưu ý các công thức (2), (5), (7) suy ra

$$\begin{aligned} \bar{\zeta}_M &= \bar{H}_M - H_M^Y = \bar{H}_M - \frac{W_0 - W_M}{\bar{\gamma}_M} = H_M - \Delta\bar{H}_M - \frac{W_0 - W_M}{\bar{\gamma}_M} = \\ &= H_M - \frac{W_0 - W_M + \bar{W}_0 - \bar{W}_0}{\bar{\gamma}_M} - \Delta\bar{H}_M = \left( H_M - \frac{\bar{W}_0 - W_M}{\bar{\gamma}_M} \right) - \Delta\bar{H}_M - \\ &\quad - \frac{W_0 - \bar{W}_0}{\bar{\gamma}_M} = \hat{\zeta}_M - \Delta\bar{H}_M - \frac{W_0 - \bar{W}_0}{\bar{\gamma}_M}, \end{aligned}$$

$$\text{hay} \quad \hat{\zeta}_M = \bar{\zeta}_M + \Delta\bar{H}_M - \frac{\bar{W}_0 - W_0}{\bar{\gamma}_M}. \quad (15)$$

Lưu ý công thức (9) từ công thức (15) chúng ta lại suy ra công thức (14), tức trường hợp 5 tương tự như trường hợp 4.

Đến đây chúng ta đã trả lời được câu hỏi đặt ra: Trong các trường hợp được xem xét chúng ta thấy rằng để xác định được dị thường độ cao độ chính xác cao trên điểm GNSS/thủy chuẩn dựa trên việc tính toán giá trị trung bình của các dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn và dị thường độ cao trọng lực trên điểm đó bắt buộc phải xây dựng Hệ



độ cao dựa trên mặt Geoid cục bộ. Ngoài ra Hệ độ cao này có ưu điểm là không làm thay đổi các độ cao chuẩn của các điểm độ cao trong Hệ độ cao HP72. Do đó việc xây dựng Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid cục bộ tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu làm Hệ độ cao quốc gia hiện đại là hợp lý nhất trong bài toán hoàn thiện Hệ độ cao quốc gia gắn kết với việc xây dựng mô hình Quasigeoid quốc gia độ chính xác cao.

Nhiệm vụ trọng tâm của bài toán việc xây dựng Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid cục bộ là xác định được thế năng trọng trường thực  $W_0$  của mặt Geoid cục bộ, thêm vào đó mặt Geoid cục bộ này trùng và sát nhất với mặt biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu. Cơ sở của việc thực hiện nhiệm vụ nêu trên là thiết lập mối quan hệ giữa mặt Geoid toàn cầu được xác định với thế năng trọng trường thực  $\overline{W}_0 = 62636856,0 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$  và mặt Geoid cục bộ.

### 3. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu trong bài báo khoa học này cho phép chúng ta kết luận rằng Hệ độ cao quốc gia hiện đại là Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid cục bộ (sát nhất với mặt biển trung bình) tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu. Hệ độ cao này không chỉ không làm thay đổi các độ cao chuẩn của các điểm độ cao trong Hệ độ cao HP72, mà còn cho phép nâng cao độ chính xác của dị thường độ cao độ chính xác cao trên các điểm GNSS/thủy chuẩn dựa trên việc lấy giá trị trung bình của các giá trị dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn và dị thường độ cao trọng lực. Đây là phương hướng cơ bản trong việc triển khai nhiệm vụ Hoàn thiện Hệ độ cao quốc gia gắn kết với việc xây dựng mô hình Quasigeoid quốc gia độ chính xác cao. ○

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Dennis D. McCarthy, Gerard Petit. (2004). IERS Conventions (2003). IERS Technical Note No 32. Verlag des Bundesamts fur Kartographie und Geodasie. Frankfurt am Main 2004.
- [2]. 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.
- [3]. Nikolas K. Pavlis, 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.
- [4]. Thomas Gruber. (2008). Evaluation of the EGM2008 Gravity field by Mean of GPS-Levelling and Sea surface topography solution. Institute of Astronomical and Physical Geodesy, Technical University of Munich, Germany. E-mail: Thomas.Gruber@bv.tu-muenchen.de.
- [5]. Hà Minh Hòa. (2007). Giải quyết một số vấn đề liên quan đến việc chuyển hệ độ cao được xác định từ mặt nước biển trung bình ở trạm thủy triều về mặt Quasigeoid toàn cầu. Tạp chí Địa chính số 2, tháng 4/2007, trg. 3 - 11.
- [6]. Hà Minh Hòa (2012). Các phương hướng hoàn thiện Hệ độ cao quốc gia. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ số 11, tháng 03/2012, trg. 1-9.

(Xem tiếp trang 12)



- Trước khi tiến hành dò tìm công trình ngầm, cần xây dựng mô hình công trình ngầm tại khu vực đo vẽ, tiến hành đo thử nghiệm nhằm xác định các tham số của các bộ lọc số liệu, số bộ lọc sử dụng và thứ tự sử dụng các bộ lọc theo phương án chính xác dần. Lựa chọn mẫu hiển thị của giản đồ sóng radar. Các kết quả đo thử nghiệm này sẽ được sử dụng trong quá trình dò tìm công trình ngầm tại khu vực đã đo thử nghiệm để xác định các tham số của thiết bị RAMAC/X3M.○

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Tài liệu hướng dẫn sử dụng thiết bị RAMAC X3M (2004), kèm theo máy

[2]. Trần Viết Tuấn (2011), Ứng dụng Radar xuyên đất (GPR) để dò tìm và đo vẽ bản đồ công trình ngầm đô thị, "Tạp chí khoa học đo đạc và bản đồ" số 8 /2011, Hà Nội

[3]. Phan Văn Hiến (chủ nhiệm) và nnk (2004), Nghiên cứu ứng dụng phương pháp hiện đại để điều tra lập bản đồ công trình ngầm một khu vực của thành phố Hà Nội, Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Thành phố mã số TC-ĐT/08-02-02, Hà Nội.○

## Summary

RESEACH SOME SOLUTIONS TO IMPROVE SEARCH RESULTS BY RAMAX/X3M RADAR

*Dr. Tran Viet Tuan*

*University of Mining and Geology*

The contents of the report will present findings apply some technical solutions to enhance detection capabilities interpretation detect underground radar on the schema. The technical solution which allows to improve the precision, detection and mapping of underground urban by ramac/x3m radar.○

## NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN HỆ ĐỘ CAO...

*(Tiếp theo trang 7)*

[7]. 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 số 12, tháng 06/2012, trg. 1-9.○

## Summary

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

*Vietnam Institute of Geodesy and Cartography*

Research of a selection of a based on Geoid height system for solving of task of perfection of the height system connected to building of high accuracy Quasigeoid model

This scientific article creates foundation of a building of a local Geoid - based height system at the Hon Dau tide gauge for solving of the many modern science - technical tasks of the Geodesy, especially task of the building of the high accuracy state Quasigeoid model.○