

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

PHẠM VĂN QUANG

**NGHIÊN CỨU KẾT HỢP CÔNG NGHỆ GPS VÀ THỦY ÂM
TRONG ĐO VẼ BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN TỶ LỆ LỚN
PHỤC VỤ THIẾT KẾ CÁC CÔNG TRÌNH VEN BIỂN**

Ngành: Kỹ thuật Trắc địa – Bản đồ

Mã số: 62.52.05.03

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI – 2017

Công trình hoàn thành tại:

Bộ môn Trắc địa công trình, Khoa Trắc địa – Bản đồ và Quản lý đất đai, Trường Đại học Mở - Địa chất

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS.TS Trần Viết Tuấn

2. PGS.TS Nguyễn Quang Thắng

Phản biện 1: **GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà** – Ban Tuyên giáo Trung ương

Phản biện 2: **PGS.TS Vũ Văn Thặng** – Trường Đại học xây dựng

Phản biện 3: **PGS.TS Trần Đình Tô** – Hội Trắc đoak – Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án cấp Trường, họp tại vào hồigiờ ... ngày ... tháng... năm 2017

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc Gia, Hà Nội

- Thư viện Trường Đại học Mở - Địa chất

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Việt Nam có diện tích hơn 330000 km² bao gồm khoảng 327480 km² đất liền và hơn 4200 km² biển nội thủy, với hơn 4000 hòn đảo, bãi đá ngầm lớn nhỏ gần và xa bờ. 28 trong tổng số 64 tỉnh thành phố nước ta nằm ven biển, diện tích các huyện ven biển chiếm 17% tổng diện tích và là nơi sinh sống của hơn 1/5 dân số cả nước.

Hiện nay có rất nhiều dự án liên quan đến biển đang được triển khai và đã được đưa vào sử dụng như. Nhưng hầu hết công tác đo vẽ địa hình đáy biển tỷ lệ lớn ven bờ dùng để phục vụ công tác khảo sát, thiết kế các công trình trọng điểm này chúng ta đều thuê các công ty nước ngoài bởi họ có phương tiện, máy móc và chuyên gia kỹ thuật.

Vì vậy mà việc nghiên cứu ứng dụng các công nghệ và thiết bị hiện đại dùng cho đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ lớn phù hợp với điều kiện và tiêu chuẩn kỹ thuật của Việt Nam là rất cần thiết.

Từ những nhu cầu thực tế trên ở nước ta, trong luận án tiến hành nghiên cứu đề tài “Nghiên cứu kết hợp công nghệ GPS và thủy âm trong đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ lớn phục vụ khảo sát thiết kế các công trình ven biển”.

2. Mục đích, đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Mục đích nghiên cứu của luận án là nghiên cứu ứng dụng công nghệ và thiết bị đo đạc tiên tiến hiện nay nhằm nâng cao hiệu quả công tác đo đạc, thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn.

- Đối tượng nghiên cứu của đề tài là nghiên cứu kết hợp công nghệ GPS và thủy âm trong đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ lớn.

- Phạm vi nghiên cứu của luận án: Các thiết bị thủy âm ứng dụng trong đo vẽ thành lập BĐĐHDB rất đa dạng như hệ thống thu phát thủy âm dưới đáy biển, thiết bị dò thủy âm quét sườn SSS (Side Scan Sonar).... Trong phạm vi giới hạn của luận án tập chung nghiên cứu ứng dụng công nghệ GPS và máy đo sâu hồi âm phục vụ công tác đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn ở Việt Nam (phần địa hình đáy biển ven bờ cách đất liền ≤ 10 km).

3. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu yêu cầu độ chính xác và nội dung đo đạc thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ phục vụ khảo sát thiết kế các công trình xây dựng ven biển.

- Nghiên cứu về khả năng ứng dụng công nghệ định vị vệ tinh GPS và đo sâu hồi âm trong đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ.

- Nghiên cứu mô hình kết hợp công nghệ định vị vệ tinh GPS và đo sâu hồi âm, phương pháp kiểm định hệ thống dùng trong đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ ở nước ta.

- Nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật nhằm nâng cao hiệu quả công tác thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn.

4. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp thống kê:
- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết:
- Phương pháp thực nghiệm:
- Phương pháp so sánh:
- Phương pháp ứng dụng tin học:
- Phương pháp chuyên gia:

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

Các kết quả nghiên cứu trong luận án đã góp phần hoàn thiện và nâng cao hiệu quả công tác thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn ở Việt Nam.

Giải pháp ứng dụng công nghệ đo cao GPS - RTK trong công tác thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn cho phép xác định trực tiếp độ cao đáy biển mà không phải đo thủy triều.

Có thể ứng dụng kết quả nghiên cứu trong luận án vào các lĩnh vực chuyên giao công nghệ mới, đào tạo kỹ sư chuyên ngành, giảng dạy và nghiên cứu khoa học.

6. Các luận điểm bảo vệ

Luận điểm 1: Để đảm bảo chất lượng công tác khảo sát thiết kế các công trình ven biển cần xây dựng các chỉ tiêu kỹ thuật hợp lý, phù hợp với đặc điểm thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn ở Việt Nam.

Luận điểm 2: Cần tiến hành ghép nối và kiểm định hệ thống GPS và máy đo sâu hồi âm theo quy trình kỹ thuật phù hợp nhằm đảm bảo độ chính xác thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn.

Luận điểm 3: Có thể sử dụng công nghệ GPS-RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm để nâng cao hiệu quả công tác đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn.

7. Các điểm mới của luận án

- Đã nghiên cứu xây dựng luận cứ khoa học và đề xuất các chỉ tiêu kỹ thuật trong đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn ở Việt Nam phục vụ khảo sát thiết kế các công trình ven biển.

- Xây dựng được mô hình, quy trình phù hợp để ghép nối và kiểm định hệ thống GPS và máy đo sâu hồi âm.

- Đã nghiên cứu ứng dụng thành công công nghệ GPS - RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm trong đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn không cần đo nghiệm triều. Nghiên cứu này cho phép nâng cao hiệu quả công tác khảo sát thiết kế trong thi công xây dựng các công trình ven biển ở Việt Nam.

8. Cấu trúc và nội dung luận án

Cấu trúc luận án gồm ba phần:

1. Phần mở đầu
2. Phần nội dung nghiên cứu được trình bày trong 5 chương
3. Phần kết luận và phụ lục

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ CÔNG TÁC ĐO VẼ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN PHỤC VỤ KHẢO SÁT THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH VEN BIỂN

1.1. CÁC DẠNG CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG VEN BIỂN

1.1.1. Khái niệm về các công trình biển và công tác trắc địa công trình biển

Công trình biển có thể được chia làm ba dạng chủ yếu:

- Các công trình sử dụng không gian biển
- Các công trình khai thác tài nguyên thiên nhiên, năng lượng biển
- Các công trình khai thác biển ven bờ

1.1.2. Nhiệm vụ công tác định vị trong trắc địa công trình biển

Phương pháp đo đạc định vị trên biển có ý nghĩa rất quan trọng khi thực hiện các dạng công tác trong khảo sát thiết kế và thi công xây dựng công trình biển. Ngoài ra công tác định vị trên biển còn phải đáp ứng các yêu cầu dẫn đường trên biển, tìm kiếm, trục vớt tàu đắm, định vị lắp đặt các công trình biển (giàn khoan, cầu cảng).

1.1.3. Yêu cầu độ chính xác của công tác định vị trên biển

1.2. KHÁI QUÁT VỀ CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA TRONG GIAI ĐOẠN KHẢO SÁT THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH VEN BIỂN

Để quy hoạch tổng thể, bố trí mặt bằng và thiết kế kỹ thuật công trình cảng cần có bản đồ địa hình cả ở trên đất liền và một phần dưới nước với các tỷ lệ khác nhau.

- Trong giai đoạn quy hoạch, chọn vị trí các công trình cần có bản đồ tỷ lệ 1:5000 ÷ 1:1000

- Các công trình khai thác tài nguyên thiên nhiên, năng lượng biển và không gian biển gồm các công trình khai thác dầu khí, các công trình lắp

đặt đường ống, cáp điện ở đáy biển... cần đo vẽ bản đồ địa hình và đo sâu với tỷ lệ 1:1000 ÷ 1:2000.

- Với các công trình lắp đặt các đường cáp quang, đường ống hay các công trình ngầm xuyên biển phải đo sâu dọc tuyến với tỷ lệ đo vẽ bản đồ từ 1:50000 ÷ 1:20000.

1.3. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC VỀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GPS VÀ MÁY ĐO SÂU HỒI ÂM TRONG KHẢO SÁT THIẾT KẾ CÁC CÔNG TRÌNH VEN BIỂN

1.3.1. Các công trình nghiên cứu ngoài nước

Trong các tài liệu nước ngoài mới chỉ giới thiệu chi tiết về các loại máy đo sâu hồi âm đa tia bao gồm đặc tính kỹ thuật, các tính năng của máy, độ sâu tối đa và các thiết bị đi kèm trong quá trình đo sâu trên biển. Các thiết bị và công nghệ định vị GPS đã giới thiệu các nguồn sai số của hệ thống, các nguyên nhân gây mất tín hiệu vệ tinh, cách cài đặt hệ thống, cấu hình hoạt động, chế độ hoạt động ..., hay giới thiệu về khả năng thích ứng cùng độ chính xác của công nghệ.

1.3.2. Các công trình nghiên cứu trong nước

Nghiên cứu về vấn đề đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ở nước ta đã có nhiều công trình nghiên cứu; giáo trình đã và đang được giảng dạy tại một số trường đại học. Các nội dung này hiện nay mới chỉ có những thông báo ngắn gọn, chưa được nghiên cứu, hoàn thiện về quy trình và phương pháp ghép nối nhằm nâng cao hiệu quả trong thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn.

1.3.3. Những vấn đề còn tồn tại và định hướng nghiên cứu của luận án

Các tài liệu ở trong nước và nước ngoài mới chỉ đề cập đến nguyên lý, độ chính xác của thiết bị, tầm hoạt động ... mà chưa có tài liệu nào đi sâu vào phân tích, kết nối các thiết bị tiên tiến với nhau và phương pháp kiểm định hệ thống đồng bộ để đảm bảo độ chính xác đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn.

Chưa có các qui định về đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn khi sử dụng công nghệ đo đạc tiên tiến, các giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả của công tác đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn.

Chương 2

YÊU CẦU KỸ THUẬT THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN VEN BỜ TỶ LỆ LỚN

2.1. NỘI DUNG CÔNG TÁC THÀNH LẬP BDDHĐB VEN BỜ TỶ LỆ LỚN

2.1.1. Các phương pháp xác định vị trí mặt bằng điểm đo trên biển

- + Phương pháp quang học
- + Phương pháp định vị vô tuyến (kỹ thuật radio)
- + Phương pháp định vị thủy âm
- + Phương pháp định vị vệ tinh.

2.1.2. Các phương pháp xác định độ sâu trong đo vẽ BĐĐHĐB bằng máy đo sâu hồi âm

Để xác định độ sâu lớp nước, cần phải xác định khoảng thời gian tín hiệu âm thanh lan truyền trong nước từ thời điểm phát đến thời điểm nhận tín hiệu âm thanh phản hồi, ký hiệu là t , khi đó độ sâu Z được tính theo công thức:

$$Z = \frac{1}{2} V.t \quad (2.1)$$

Nếu dựa trên nguyên tắc phát tia âm thanh, các máy đo sâu hồi âm được chia thành hai loại là máy đo sâu hồi âm đơn tia và máy đo sâu hồi âm đa tia.

2.2. MỘT SỐ QUY ĐỊNH VỀ YÊU CẦU ĐỘ CHÍNH XÁC THÀNH LẬP BĐĐHĐB

Hiện nay trên thế giới và ở Việt Nam có một số tiêu chuẩn để đánh giá độ chính xác thành lập BĐĐHĐB sau:

2.2.1. Tiêu chuẩn của Tổ chức Thủy đạc quốc tế (IHO)

2.2.2. Quy phạm của quân đội Hoa Kỳ (USACE)

2.2.3. Quy phạm của NewZealand

2.2.4. Quy phạm của Việt Nam

2.2.4.1. Quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường

Quyết định số 180/1998/QĐ-ĐC của Tổng cục Địa chính ban hành Quy định độ chính xác bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1:10 000 có nêu (tại mục II).

2.2.4.2. Quy phạm đo sâu của Hải quân nhân dân Việt Nam

Bảng 2.5 - Quy phạm đo sâu của Hải quân nhân dân Việt Nam

Độ sâu (Z)	$Z \leq 20$ m	$20\text{m} > Z \geq 50\text{m}$	$50\text{m} > Z \geq 100$ m	$100\text{m} > Z \geq 250\text{m}$
Độ chính xác độ sâu	$\pm 0,2$ m	$\pm 0,5$ m	$\pm 1,0$ m	$\pm 2,0$ m
Độ chính xác vị trí điểm độ sâu: $\pm 0,15$ mm x M				
Dẫn cách tuyến đo sâu: 1,0 cm x M				
Sai lệch độ sâu giữa tuyến đo chính và tuyến đo kiểm tra: 2 lần độ chính xác của độ sâu.				
M: Mẫu số tỷ lệ bản đồ.				

2.3. XÂY DỰNG LUẬN CỨ KHOA HỌC XÁC ĐỊNH YÊU CẦU ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA BDDHDB VEN BỜ TỶ LỆ LỚN Ở VIỆT NAM

2.3.1. Tỷ lệ đo vẽ BDDHDB ven bờ tỷ lệ lớn

Dựa vào các kết quả nghiên cứu, khảo sát các dự án xây dựng công trình ven biển, có thể định nghĩa BDDHDB ven bờ tỷ lệ lớn sẽ bao hàm các tỷ lệ đo vẽ từ 1/1 000 ÷ 1/5 000.

2.3.2. Độ chính xác về vị trí mặt bằng của điểm đo sâu

Theo các tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành tại Việt Nam độ chính xác về vị trí mặt bằng được thống kê trong bảng 2.6.

Bảng 2.6 - Độ chính xác về vị trí mặt bằng của điểm đo sâu hiện có

Theo tiêu chuẩn	Tỷ lệ BĐ	Quy định	m_p (m)
HQND Việt Nam	1/100 000	$m_p = 0,15 \text{ mm} \times M$	15 m
Bộ TNMT	1/50 000	$m_p = 0,30 \text{ mm} \times M$	15 m
Bộ TNMT	1/10 000	$m_p = 1,0 \text{ mm} \times M$	10 m

Để xây dựng luận cứ khoa học về chỉ tiêu kỹ thuật độ chính xác về vị trí mặt bằng của điểm đo sâu trong đo vẽ thành lập BDDHDB ven bờ tỷ lệ lớn cần dựa vào các cơ sở khoa học sau đây:

2.3.2.1. Cơ sở 1: Dựa vào độ chính xác đạt được theo lý thuyết và theo thực tế của một số công nghệ đo GPS dùng cho định vị trên biển.

Bảng 2.7 - Độ chính xác định vị của một số công nghệ đo GPS

Công nghệ đo GPS	Độ chính xác theo lý thuyết	Theo thực nghiệm
Gc - GPS	$\leq 0,25 \text{ m}$	0,079 m [22]
Beacon	$\leq 1,0 \text{ m}$	1,097 m [18]
OmniSTAR-HP	$\leq 0,100 \text{ m}$	0,088 m [18]
RTK	$\leq 0,030 \text{ m}$	0,014 m [17]

2.3.2.2. Cơ sở 2: Dựa vào sự phân tích ảnh hưởng sai số mặt bằng định vị trên biển đến độ chính xác xác định các đường đẳng sâu.

Sai số xác định các đường đẳng sâu được tính theo công thức:

$$m_h^2 = \frac{2}{3} m_z^2 + m_i^2 + m_p^2 \cdot \delta_t^2 \quad (2.3)$$

Sai số tổng hợp hóa địa hình được xác định theo công thức:

$$m_i = \frac{1}{3} Stgy \quad (2.4)$$

Thay vào công thức (2.3) được:

$$m_h^2 = \frac{2}{3}m_z^2 + \left(\frac{1}{3}tg\gamma.S\right)^2 + m_p^2.tg^2\gamma \quad (2.5)$$

Từ đó tính được:

$$m_p = \sqrt{\frac{m_h^2 - \left(\frac{2}{3}m_z^2 + \frac{1}{9}tg^2\gamma.S^2\right)}{tg^2\gamma}} \quad (2.6)$$

Để công thức (2.6) có nghĩa thì phải đảm bảo điều kiện:

$$m_h^2 - \left(\frac{2}{3}m_z^2 + \frac{1}{9}tg^2\gamma.S^2\right) \geq 0 \quad (2.7)$$

Từ công thức (2.7) có:

$$S \leq 3\sqrt{\frac{m_h^2 - \frac{2}{3}m_z^2}{tg^2\gamma}} \quad (2.8)$$

Biến đổi công thức (2.8) có:

$$S \leq 3\sqrt{\frac{3m_h^2 - 2m_z^2}{3tg^2\gamma}} \quad (2.9)$$

Nếu lấy $m_h = 1/3.\Delta h$, trong đó Δh là giá trị khoảng cao đều đường đẳng sâu nêu trong [31] sẽ tính được giá trị S lớn nhất theo tỷ lệ bản đồ và khoảng cao đều (bảng 2.8).

Bảng 2.8 – Khoảng cách S với các loại BĐĐHĐB ven bờ tỷ lệ lớn

Tỷ lệ bản đồ	Khoảng cao đều (m)	Khoảng cách S cho phép (m)
1/1000	1,0	25
1/2000	1,0	25
	2,0	53
1/5000	2,0	53
	5,0	140,5

Từ kết quả tính toán trong bảng 2.8 có thể lấy giá trị gần đúng của khoảng cách S giữa các tuyến đo sâu trong bảng 2.9 và từ đó tính được sai số vị trí mặt bằng các điểm đo sâu trên biển

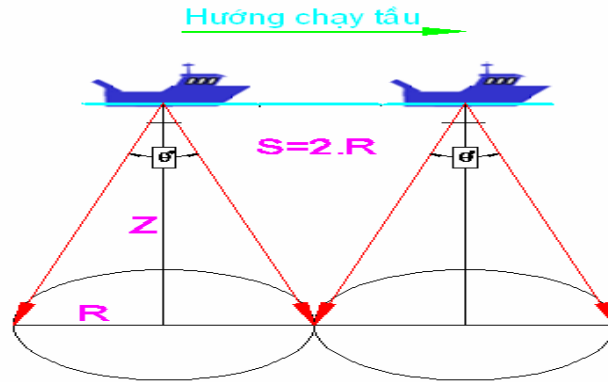
Bảng 2.9 - Sai số vị trí tàu theo tỷ lệ bản đồ

Tỷ lệ BĐ	Δh (m)	S (m)	mp (m)
1/1000	1,0	24	2,3
1/2000	1,0	15	4,1
	2,0	50	6,0
1/5000	2,0	40	7,0
	5,0	140	7,0

2.3.2.3. Cơ sở 3: Xuất phát từ tương quan mối quan hệ giữa tốc độ chạy tàu và khoảng thời gian tối thiểu để hệ thống định vị điểm đo GPS fixed một giá trị.

Công thức tính toán tốc độ chạy tàu thỏa mãn 2 yêu cầu:

a. Yêu cầu 1: Tốc độ chạy tàu cần đảm bảo độ phủ dọc của hai lần phát xung kế tiếp nhau trên cùng một tuyến đo.



Diện tích quét của một tia đơn tại vết quét 1

Diện tích quét của một tia đơn tại vết quét 2

Hình 2.3 - Mối tương quan giữa tần xuất phát xung, độ sâu và góc kẹp

Theo hình 2.3 tính được vận tốc chạy tàu V_1 thỏa mãn yêu cầu 1 theo công thức:

$$V_1 = \frac{2.Z.tg\left[\frac{\theta}{2}\right]}{t_i} \quad (2.8)$$

b. Yêu cầu 2: Tốc độ chạy tàu tránh được độ trễ thời gian của tín hiệu phát (tín hiệu từ bộ phát đến đáy biển và phản hồi lại bộ thu).

$$V_2 = C.tg\left[\frac{\theta}{2}\right].\cos\left[\frac{\alpha}{2}\right] \quad (2.9)$$

Để thỏa mãn cả 2 yêu cầu trên thì tốc độ chạy tàu $V = \min [V_1, V_2]$

Khảo sát vận tốc chạy tàu với các độ sâu đáy biển khác nhau lập được bảng 2.11:

Bảng 2.11 - Kết quả xác định vận tốc chạy tàu với các độ sâu khác nhau

Tên máy	ATLAT FMSweep		RESON Seabat 8101		SIMRAD EM 950		BCC SEE-28 MK-II	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2
Độ sâu (m)								
10	1	10	2	9	3	16	2	20
20	2	10	5	9	5	16	4	20
30	2	10	7	9	8	16	5	20
40	3	10	9	9	11	16	7	20
50	4	10	12	9	14	16	9	20

Trong bảng 2.11 vận tốc V_1, V_2 được tính theo hải lý/giờ.

Với địa hình đáy biển ven bờ có độ sâu đến 50 m, tốc độ chạy tàu trung bình khoảng 8 hải lý/giờ tương đương với tốc độ 4,5 m/s, cũng trong khoảng thời gian 1 giây giá trị tọa độ thu GPS được fixed. Gần bờ thì độ sâu giảm dần, khi đó tốc độ chạy tàu cũng giảm theo và cũng không cần máy đo sâu có góc mở chùm tia quét quá lớn.

2.3.2.4. Cơ sở 4: Căn cứ vào kết quả tham khảo các chỉ tiêu kỹ thuật về độ chính xác xác định vị trí mặt bằng của các điểm đo sâu trên biển ở trên Thế giới.

Dựa vào 4 cơ sở khoa học trên, luận án đề xuất độ chính xác về vị trí mặt bằng của điểm đo sâu dùng cho đo vẽ BĐĐHĐB ven bờ tỷ lệ lớn nêu trong bảng 2.12.

Bảng 2.12 - Độ chính xác vị trí mặt bằng của điểm đo sâu

Theo tiêu chuẩn	Tỷ lệ BĐ	Quy định	mp (m)
Luận án đề xuất	1/5000	mp = 1,0 mm x M	5,0 m
	1/2000	mp = 1,5 mm x M	3,0 m
	1/1000	mp = 1,5 mm x M	1,5 m

2.3.3. Độ chính xác yêu cầu đo độ sâu

Từ các tiêu chuẩn về độ chính xác đo sâu của tổ chức thủy đạc quốc tế IHO, của quân đội Hoa Kỳ ... và của Việt Nam độ chính xác yêu cầu của các điểm đo sâu đối với các loại tỷ lệ bản đồ được thống kê trong bảng 2.13.

Bảng 2.13 - Độ chính xác yêu cầu của các điểm đo sâu

Theo tiêu chuẩn	Tỷ lệ BĐ	Độ sâu Z (m)	mz (m)
HQND Việt Nam	1/100 000	$Z \leq 20$ m	$\pm 0,2$ m
		$20 \text{ m} \leq Z \leq 50$ m	$\pm 0,5$ m
Bộ TNMT	1/50 000	$Z \leq 30$ m	$\pm 0,3$ m
		$30 \text{ m} \leq Z$	$\pm 1\% Z$
Bộ TNMT	1/10 000	$Z \leq 50$ m	$\pm 0,3$ m
		$50 \text{ m} \leq Z$	$\pm 0,45$ m
TT số 24/2010 của Bộ TNMT	Hạng 1a	$Z \leq 100$ m	a = 0,5 m b = 0,013

Trong bảng 2.13 các hệ số a và b được tính theo công thức (2.2).

Để xây dựng luận cứ khoa học về yêu cầu độ chính xác độ sâu điểm đo sâu dựa vào các cơ sở sau:

2.3.3.1. Cơ sở 1: Dựa vào kết quả phân tích độ chính xác đo sâu trên biển.

Độ chính xác đo độ sâu phụ thuộc vào tỷ lệ bản đồ và độ sâu Z, xuất phát từ công thức tính độ sâu khi hiệu chỉnh các sai số ảnh hưởng đến kết quả đo sâu:

$$Z = Z_{do} + \Delta Z_{tau} + \Delta Z_{TT} \quad (2.10)$$

Đưa (2.10) về sai số trung phương:

$$m_Z^2 = m_{Zdo}^2 + m_{Ztau}^2 + m_{ZTT}^2 \quad (2.11)$$

Tiến hành phân tích các nguồn sai số trong công thức 2.11:

a. Sai số đo sâu m_{Zdo}

Từ công thức xác định độ sâu:

$$Z = \frac{1}{2} V \cdot t \quad (2.12)$$

Chuyển (2.12) về sai số trung phương:

$$m_{Zdo}^2 = \left(\frac{1}{2} v \cdot m_t \right)^2 + \left(\frac{1}{2} t \cdot m_v \right)^2 \quad (2.13)$$

b. Sai số do sự không ổn định của tàu đo m_{Ztau} : sai số này được xác định theo công thức [45]:

$$m_{Ztau}^2 = m_L^2 + m_B^2 + m_{Z0}^2 + m_{Z\gamma}^2 \quad (2.14)$$

Một số đại lượng trong công thức (2.14) được tính như sau:

$$m_{Z0} = Z \cdot \frac{m_t}{t_0} \quad (2.15)$$

$$m_{Z\gamma} = \gamma \cdot m_\gamma \cdot Z \quad (2.16)$$

c. Sai số thủy triều được xác định theo công thức.

$$m_{TT}^2 = m_A^2 + m_{AB}^2 + m_f^2 \quad (2.17)$$

Khi đó công thức (2.11) sẽ có dạng:

$$m_Z^2 = m_t^2 + m_v^2 + m_L^2 + m_B^2 + m_{Z0}^2 + m_\gamma^2 + m_A^2 + m_{AB}^2 + m_f^2 \quad (2.18)$$

Thay các công thức (2.13), (2.15) và (2.16) vào công thức (2.18):

$$m_Z^2 = m_t^2 + m_L^2 + m_B^2 + m_A^2 + m_{AB}^2 + m_f^2 + Z^2 \cdot \left[\left(\frac{m_v}{V} \right)^2 + \left(\frac{m_t}{t_0} \right)^2 + (\gamma \cdot m_\gamma)^2 \right] \quad (2.19)$$

Ký hiệu:

$$a^2 = m_t^2 + m_L^2 + m_B^2 + m_A^2 + m_{AB}^2 + m_f^2 \quad (2.20)$$

$$b^2 = \left[\left(\frac{m_v}{V} \right)^2 + \left(\frac{m_t}{t_0} \right)^2 + (\gamma \cdot m_\gamma)^2 \right] \quad (2.21)$$

Ta có công thức:

$$m_Z^2 = a^2 + Z^2 \cdot b^2 \quad (2.22)$$

Thay các giá trị: $m_t = 0,0001$ giây; $m_L = 5$ cm; $m_B = 1,0$ cm; $m_A = 10$ cm; $m_{AB} = 10$ cm; $m_f = 10$ cm vào công thức (2.20) tính được $a = 19,55$ cm..

Để xác định hệ số b có thể dựa vào thông tin từ các hãng sản xuất máy đo sâu và tham khảo các chỉ tiêu kỹ thuật trên thế giới đã ban hành, theo đó giá trị b có thể lấy bằng 0,0075.

2.3.3.2. Cơ sở 2: Căn cứ vào các tài liệu tham khảo về yêu cầu độ chính xác đo sâu của các nước trên thế giới và ở Việt Nam.

Dựa trên 2 tiêu chí này có thể đưa ra một số chỉ tiêu kỹ thuật về độ chính xác độ cao của điểm đo sâu trên biển.

Bảng 2.14 - Độ chính xác yêu cầu đo sâu

Luận án đề xuất	Tỷ lệ BĐ	Độ sâu Z (m)	mz (m)
		1/5000	$Z \leq 30$ m
$30 \text{ m} \leq Z \leq 50$ m			$\pm 0,5$ m
1/2000		$Z \leq 30$ m	$\pm 0,3$ m
		$Z > 30$ m	$a = 0,25$ m; $b = 0,0075$
1/1000	$Z \leq 20$ m	$\pm 0,2$ m	
	$Z > 20$ m	$a = 0,25$ m; $b = 0,0075$	

Chương 3

NGHIÊN CỨU KẾT HỢP CÔNG NGHỆ GPS VÀ THỦY ÂM TRONG ĐO VẼ BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN TỶ LỆ LỚN

Với các dự án có quy mô diện tích $< 100 \div 500$ ha để tiến hành đo đạc thành lập BĐĐHĐB ven bờ tỷ lệ lớn thường dùng tàu đo nhỏ (thuê lại của dân địa phương), công việc bắt đầu là ghép nối, kiểm định hệ thống, đo thử nghiệm trước khi tiến hành đo đạc chính thức để thu nhận dữ liệu. Do đó cần phải nghiên cứu phương pháp ghép nối và kiểm định hệ thống GPS – máy đo sâu hồi âm nhằm đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật cần thiết khi đo vẽ thành lập BĐĐHĐB ven bờ tỷ lệ lớn.

3.1. HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ GPS TRÊN BIỂN

3.1.1. Các phương pháp đo GPS thường dùng trong đo vẽ BĐĐHĐB ở Việt Nam

3.1.1.1. Đo GPS động tức thời (RTK – Real Time Kinematic GPS)

3.1.1.2. Phương pháp định vị GPS vi phân

3.1.1.3. Kỹ thuật MSK - DGPS với các trạm Beacon

3.1.2. Công nghệ định vị chính xác ứng dụng trong đo vẽ thành lập BĐĐHĐB

3.1.2.1. Hệ thống định vị OmniSTAR

3.1.2.2. Công nghệ C-NAV

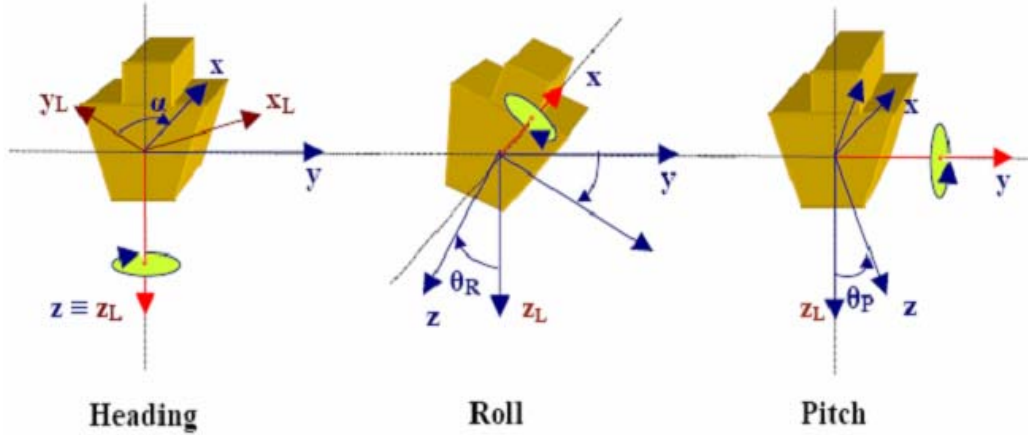
3.1.2.3. Hệ thống Starfire và công nghệ NAVCOM

3.2. ỨNG DỤNG MÁY ĐO SÂU HỒI ÂM TRONG ĐO VẼ THÀNH LẬP BĐĐHĐB

3.2.1. Máy đo sâu hồi âm đơn tia

3.2.2. Nguyên lý cấu tạo và hoạt động của máy đo sâu đa tia

Độ sâu tính được phải được tính toán từ dữ liệu đưa vào của các cảm biến động: Giá trị từ dao động của tàu theo trục dọc (Roll - θ_R), giá trị từ dao động của tàu theo trục ngang (pitch - θ_P), mũi tàu và dao động theo trục đứng (heave) như mô tả trên hình 3.14.



Hình 3.14 - Trạng thái của tàu khi đo

3.3. PHẦN MỀM THƯỜNG DÙNG TRONG ĐO SÂU Ở VIỆT NAM

3.3.1. Phần mềm HyPack

- + Chức năng: Dẫn đường trong đo đạc và xử lý số liệu.
- + Ưu điểm: Dễ cài đặt và sử dụng, tốc độ tính toán, xử lý nhanh. Cấu trúc dữ liệu rõ ràng, kết nối tương thích với nhiều kiểu thiết bị.
- + Nhược điểm: Không có tính năng cập nhật thông tin khi đo đạc, khả năng kết nối với các kiểu dữ liệu khác không linh hoạt.

3.3.2. Phần mềm HydroPRO

- + Chức năng: Dẫn đường trong đo đạc và xử lý số liệu;
- + Ưu điểm: Dễ cài đặt và sử dụng, tốc độ tính toán, xử lý nhanh. Cấu trúc dữ liệu rõ ràng, kết nối tương thích với nhiều kiểu thiết bị, cho phép cập nhật và quản lý nhiều thông tin trong quá trình đo đạc. Không yêu cầu máy tính phải có cấu hình cao, hoạt động ổn định và tương thích với tất cả các phiên bản của hệ điều hành Microsoft Windows.

+ Nhược điểm: Mặc dù cho phép cập nhật thông tin khi đo đạc nhưng không cung cấp tính năng truy xuất.

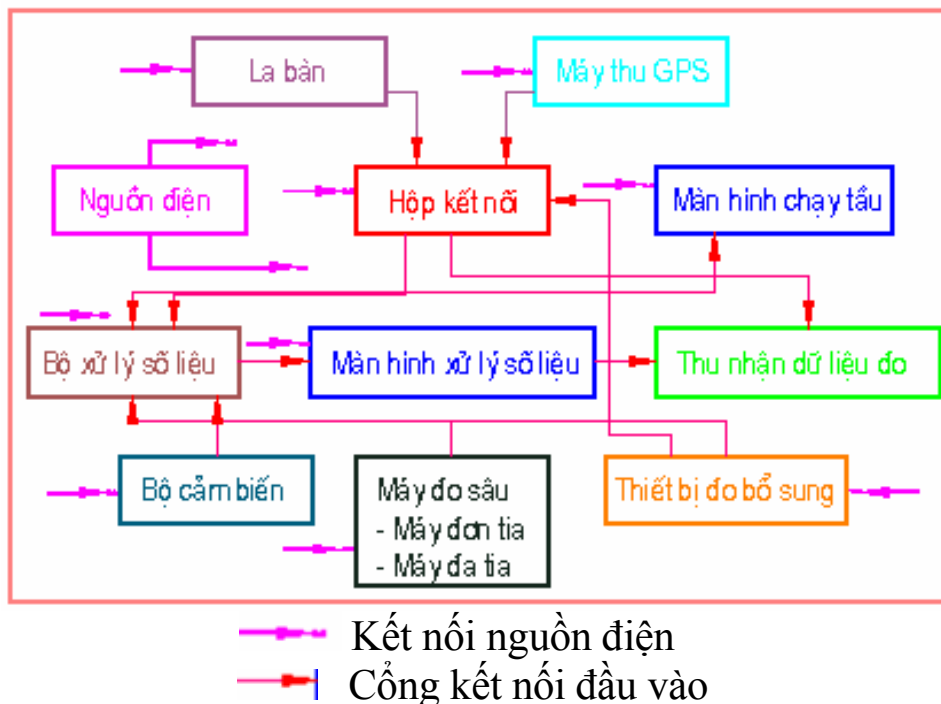
3.3.3. Phần mềm QINSy

- + Chức năng: Dẫn đường trong đo đạc và xử lý số liệu;
- + Ưu điểm: Nhiều tính năng cho công tác định vị, tốc độ tính toán, xử lý nhanh. Tự động hiệu chỉnh số liệu để tính các độ lệch góc xoay đầu thu phát của thiết bị, thuận tiện trong việc thu thập số liệu đo đạc khảo sát.
- + Nhược điểm: Còn hạn chế khi xử lý chi tiết số liệu đo sâu đa tia.

Phần mềm QINSy được sử dụng rất rộng rãi do tính năng kết nối dữ liệu có thể thích hợp với rất nhiều dạng thiết bị đo, song để sử dụng phần mềm cần phải mua bản quyền sử dụng qua nhà sản xuất.

3.4. NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP KẾT NỐI HỆ THỐNG GPS VÀ MÁY ĐO SÂU HỒI ÂM

Vị trí mặt bằng và độ cao là hai dạng dữ liệu riêng biệt phản ánh thông tin của bề mặt địa hình trên bản đồ địa hình đáy biển. Khi đo đạc trên biển hai dữ liệu này được thu nhận bằng các thiết bị máy móc chuyên dụng khác nhau về mặt bằng là hệ thống máy thu và xử lý dữ liệu GPS, về độ sâu là hệ thống máy đo sâu hồi âm (đơn tia hoặc đa tia) cùng các thiết bị thu nhận thông tin và hiệu chỉnh số liệu khác... Các thiết bị trước khi đo đạc là các bộ phận tách rời độc lập nhau, để thu nhận dữ liệu địa hình trong cùng thời điểm phải kết nối hệ thống GPS và máy đo sâu hồi âm kèm theo một số thiết bị hiệu chỉnh, đo đạc khác.



Hình 3.26 - Sơ đồ kết nối hệ thống đo sâu đơn tia hoặc đa tia

Sau khi lắp đặt máy được kết nối với các thiết bị thu nhận xử lý số liệu trên tàu đo, máy đo sâu được đưa vào giá chuyên dụng gắn chặt bên mạn tàu và được đo đạc để xác định độ lệch tâm cần phát biển.

Khi lắp đặt kết nối các thiết bị trên tàu đo cần hết sức chú ý một số thao tác cài đặt số liệu đầu vào từ phần mềm QINSy như sau:

* **Cài đặt hệ tọa độ tàu đo:** Hệ tọa độ của tàu đo qui định gốc 0 tại trọng tâm của tàu, trục X dọc theo thân tàu và trục Y theo phương ngang.

* **Nhập các tham số tính chuyển:** Nhập 7 tham số tính chuyển từ hệ WGS84 sang VN2000.

* **Nhập giá trị môn nước của tàu đo:** Đây là hằng số rất quan trọng cần phải nhập và kiểm tra trước khi đo, quyết định đến độ chính xác của độ sâu đo được.

3.5. NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP KIỂM ĐỊNH HỆ THỐNG GPS VÀ MÁY ĐO SÂU HỒI ÂM

3.5.1. Các yêu cầu chung

3.5.2. Xác định độ trễ định vị

3.5.3. Kiểm tra độ lệch Pitch (nghiêng dọc)

3.5.4. Xác định lệch phương vị

3.5.5. Kiểm tra độ lệch Roll (nghiêng ngang)

Bảng 3.4 - Quy trình đo chỉnh và tính toán (Patch test)

	Độ trễ định vị	Độ lệch Pitch (nghiêng dọc)	Độ lệch Gyro (phương vị)	Độ lệch Roll (nghiêng ngang)
Số đường cần đo	2 đường chạy cùng chiều với 2 tốc độ khác nhau trên sườn dốc hay đụn cát	2 đường chạy ngược chiều trên sườn dốc	2 đường kẻ nhau, chạy ngược chiều trên cùng một vùng có biến đổi địa hình.	2 đường ngược chiều trên vùng đáy bằng phẳng
Số hiệu chỉnh đưa vào trước	Không, chỉ cần áp dụng độ lệch offset tĩnh	Độ trễ định vị	Độ trễ định vị và độ lệch Pitch	Độ trễ định vị, Pitch và Gyro
Phương pháp tính	Trung bình của dịch chuyển dọc theo hướng chạy tàu	Trung bình của dịch chuyển dọc theo hướng chạy tàu	Trung bình của dịch chuyển vuông góc với hướng chạy tàu	Trung bình của dịch chuyển vuông góc với hướng chạy tàu
Phương pháp hiển thị	Khớp mặt cắt và bình độ	Khớp mặt cắt và bình độ	Khớp mặt cắt và bình độ	Khớp mặt cắt và bình độ
Công thức tính	$\delta t = \frac{\Delta x}{v_2 - v_1}$	$\delta_{OP} = \arctg\left(\frac{\Delta x}{2.Z}\right)$	$\delta\alpha = \arctg\left(\frac{\Delta x}{\Delta L}\right)$	$\delta_{OR} = \arctg\left(\frac{\Delta z}{2.\Delta y}\right)$

Để xác định các sai số cho phép trong bảng 3.4, căn cứ vào công thức tính sai số đo sâu tổng hợp dùng cho máy đo sâu đa tia.

$$m_z^2 = m_V^2 + m_{NC}^2 + m_L^2 + m_{TT}^2 + m_{XL}^2 \quad (3.18)$$

Biến đổi công thức (3.18) ta có:

$$m_z^2 - m_{TT}^2 = m_V^2 + m_{NC}^2 + m_L^2 + m_{XL}^2 \quad (3.19)$$

Nếu coi ảnh hưởng của các nguồn sai số trong vế phải công thức 3.19 là như nhau thì ảnh hưởng của mỗi nguồn sai số là:

$$m_V = m_{NC} = m_L = m_{XL} = \sqrt{\frac{m_z^2 - m_{TT}^2}{4}} \quad (3.20)$$

Nếu lấy $m_Z = 0,3$ m thì ảnh hưởng của các nguồn sai số trong công thức (3.20) là:

$$m_V = m_{NC} = m_L = m_{XL} = 13cm$$

Sai số ảnh hưởng ngoại cảnh được tính theo công thức:

$$m_{NC}^2 = m_{\theta_R}^2 + m_{\theta_P}^2 + m_{\theta_H}^2 + m_{\theta_\alpha}^2 + m_{\delta_t}^2 \quad (3.21)$$

Coi ảnh hưởng của 5 nguồn sai số là như nhau ta tính được:

$$m_{\theta_R}^2 = m_{\theta_P}^2 = m_{\theta_H}^2 = m_{\theta_\alpha}^2 = m_{\delta_t}^2 = 5,8cm$$

Với vận tốc chạy tàu 9 km/h; độ sâu $Z = 50$ m; góc mở chùm tia 130° ; khoảng cách 2 tuyến chạy tàu $S=100$ m ta tính được các sai số cho phép trong bảng 3.6: $\delta t = 0,02$ giây; $\delta\theta_P = 51''$; $\delta\alpha = 1'43''$; $\delta\theta_R = 1'36''$.

Từ kết quả tính toán trên cho thấy khi kiểm định hệ thống GPS và máy đo sâu hồi âm theo các tham số lắc dọc, lắc ngang, độ trễ định vị và độ lệch phương vị theo quy trình kiểm định đã nêu trên thì độ lệch vị trí mặt bằng giữa hai mặt cắt âm không được vượt quá đại lượng 5,8 cm.

Trên cơ sở phân tích lý thuyết, đo đạc và ghép nối thực nghiệm có thể đưa ra một số nhận xét như sau:

Khi thành lập BĐĐHĐB để thu nhận dữ liệu địa hình trong cùng thời điểm phải kết nối hệ thống GPS và máy đo sâu hồi âm kèm theo một số thiết bị hiệu chỉnh, đo đạc khác.

Sau khi lắp đặt kết nối thiết bị cần tiến hành hiệu chỉnh các nguồn sai số ảnh hưởng đến kết quả đo, cài đặt các thông số khu đo như nhiệt độ, áp suất, độ mặn nước biển ... kiểm định hệ thống và đo thử nghiệm trước khi đo chính.

Tùy theo diện tích khu vực đo vẽ, yêu cầu độ chính xác thành lập BĐĐHĐB ven bờ tỷ lệ lớn, hình dạng khu đo mà xây dựng phương án kết nối, chọn thiết bị đo phù hợp để nâng cao hiệu quả kinh tế.

Chương 4

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐO CAO GPS TRONG ĐO VẼ BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN VEN BỜ TỶ LỆ LỚN

Địa hình đáy biển ven bờ ở nước ta rất phức tạp, biên độ thủy triều lớn, chế độ thủy triều không đồng nhất nên việc đo đạc địa hình đáy biển ven bờ thông qua số hiệu chỉnh độ sâu do thủy triều theo các phương pháp đo đạc truyền thống sẽ gặp phải nhiều vấn đề tồn tại về tổ chức đo đạc, độ chính xác đo vẽ địa hình đáy biển, tính hiệu quả của công tác đo sâu... Do đó cần phải nghiên cứu phương pháp đo đạc, thiết bị và công nghệ tiên tiến nhằm nâng cao hiệu quả thành lập BĐĐHĐB ven bờ tỷ lệ lớn ở Việt Nam.

4.1. KHÁI NIỆM VỀ THỦY TRIỀU VEN BỜ

4.1.1. Khái niệm chung về dao động của mực nước ven bờ

4.1.2. Mực nước biển trung bình

4.1.3. Những nguyên nhân chính gây ra sự biến động mực nước biển ven bờ

4.2. CÔNG TÁC QUAN TRẮC THỦY TRIỀU PHỤC VỤ THÀNH LẬP BĐĐHĐB VEN BỜ

4.2.1. Thiết bị quan trắc mực nước biển

4.2.2. Chọn vị trí đặt trạm quan trắc mực nước

4.2.3. Quan trắc mực nước

4.2.4. Xử lý kết quả quan trắc mực nước

4.2.5. Đo nối độ cao tới các trạm quan trắc mực nước

4.3. CÔNG TÁC THÀNH LẬP BĐĐHĐB VEN BỜ KHI SỬ DỤNG KẾT QUẢ ĐO THỦY TRIỀU

4.3.1 Trạm quan trắc thủy triều cố định

Được xây dựng cố định tại các hải cảng hay các thành phố ven biển và là trạm quan trắc mực nước biển quốc gia (ở Việt Nam có trạm Hòn Dấu, Hà Tiên).

Tại các trạm quan trắc cố định, kết quả quan trắc thủy triều thường được xác định với tần suất đọc số cách nhau 1 giờ. Giá trị thủy triều đo được thường lấy theo mức “0” hải đồ (là mực nước biển thấp nhất trong nhiều năm quan sát) và được tính theo công thức:

$$Z_i = Z_{do}^i + L - h_{tr}^i \quad (4.1)$$

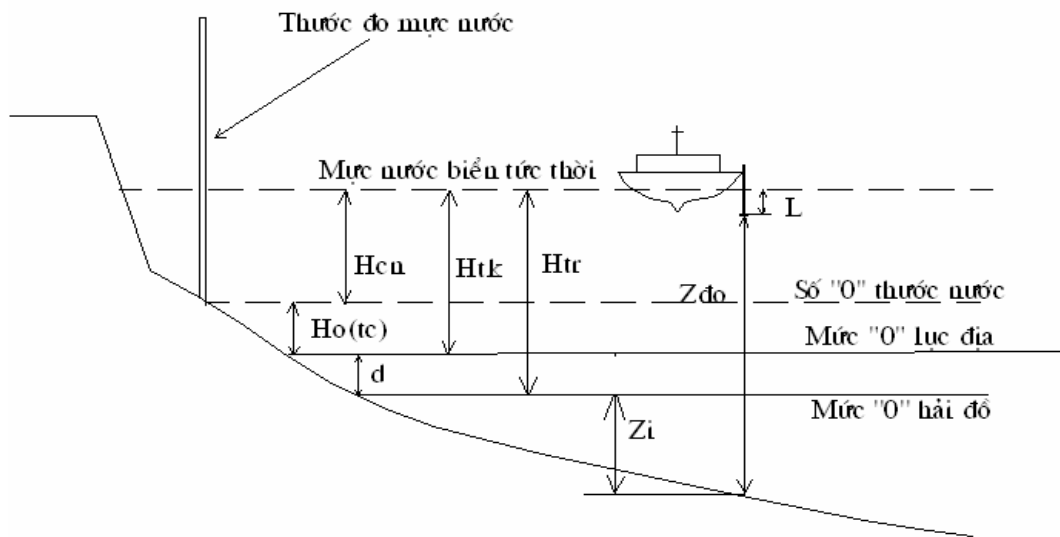
Độ sâu của đáy biển so với mức “0” lục địa là :

$$Z_0^i = Z_i + d \quad (4.2)$$

4.3.2. Quan trắc thủy triều bằng thước đo mực nước

Khi đó độ sâu của địa hình đáy biển so với mức “0” hải đồ và được tính theo công thức:

$$Z_i = Z_{do}^i + L - h_{cn}^i - h_{0(tc)} - d \quad (4.3)$$



Hình 4.2 – Mối quan hệ giữa kết quả đo sâu và số liệu quan trắc thủy triều

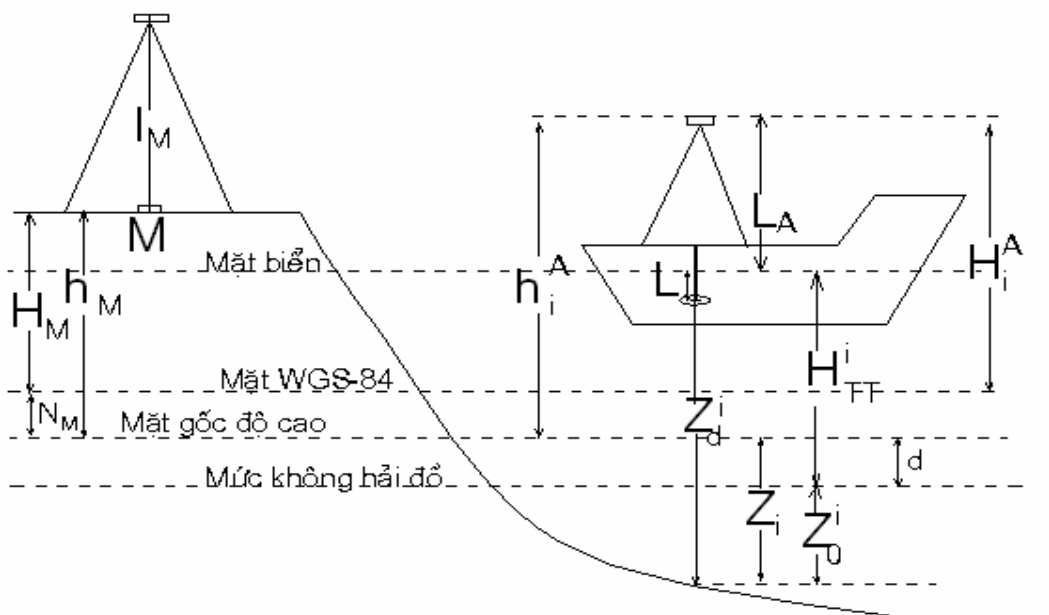
4.3.3. Quan trắc thủy triều bằng máy đo triều ký tự động

Khi đó độ sâu của địa hình đáy biển so với mức “0” hải đồ và được tính theo công thức:

$$Z_i = Z_{do}^i + L - h_{tk}^i - d \quad (4.4)$$

4.4. ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐO CAO GPS - RTK TRONG ĐO SÂU ĐỂ THAY THẾ SỐ HIỆU CHỈNH THỦY TRIỀU

Khi sử dụng công nghệ GPS - RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm để đo vẽ bản đồ địa đáy biển ven bờ, trạm base của máy thu GPS được đặt tại điểm khống chế nhà nước (điểm M - hình 4.5).



Hình 4.5 – Đo vẽ BĐ ĐHĐB ven bờ bằng công nghệ GPS-RTK và máy đo sâu hồi âm

Tại M đã biết tọa độ và độ cao trắc địa H_M , độ cao thủy chuẩn h_M , khi đó tính được dị thường độ cao tại điểm M theo công thức:

$$N_M = H_M - h_M \quad (4.5)$$

Ăng ten của trạm rover được cài đặt trên tàu đo sâu và ghép nối với máy đo sâu hồi âm, khi đó cần phải xác định độ cao của ăng ten đến mặt nước biển (L_A) và độ sâu của cần phát biến so với mặt nước biển L (hình 4.5). Sau khi quy chuẩn điểm trên bờ về hệ tọa độ và độ cao đang sử dụng trên bờ, tiến hành đo đạc sẽ thu được kết quả đo đạc tại thời điểm thứ i bao gồm: tọa độ điểm i (X_i, Y_i) và độ cao trắc địa H_i^A của đỉnh ăng ten. Nếu giả thiết rằng giá trị dị thường độ cao tại các điểm đo sâu thứ i là N_i xấp xỉ với giá trị dị thường độ cao tại điểm M là N_M (khi khoảng cách từ điểm trên bờ đến các điểm đo sâu < 10 km). Khi đó sẽ tính được độ cao của điểm đo i theo công thức:

$$h_i^A = H_i^A - N_M \quad (4.6)$$

Từ đó xác định được độ cao của điểm đo sâu:

$$Z_i = h_i^A - L_A - (Z_d^i + L) \quad (4.7)$$

Trong đó:

- Z_i : là độ cao của điểm đo sâu tính theo hệ độ cao lục địa;
- h_i^A : là độ cao của đỉnh ăng ten tại thời điểm đo i ;
- Z_d^i : giá trị độ sâu đo được bằng máy đo sâu hồi âm tại thời điểm i .

Như vậy khi sử dụng công nghệ đo GPS - RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm có thể xác định được trực tiếp độ cao của địa hình đáy biển theo hệ độ cao lục địa mà không cần phải quan trắc thủy triều. Phương pháp đo đạc địa hình đáy biển ven bờ này cho phép nâng cao hiệu quả của công tác thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn.

Để đánh giá khả năng ứng dụng và độ chính xác của phương pháp cần dựa vào mô hình Geoid các vùng biển ven bờ của Việt Nam.

Phương pháp hiệu chỉnh như sau:

Dựa vào tọa độ và giá trị dị thường độ cao tại các mắt lưới của mô hình EGM 2008 (kích thước lưới là $1' \times 1'$) ta xấp xỉ độ cao Geoid bởi hàm song tuyến có dạng:

$$N_i = b_0 + b_1 x_i + b_2 y_i \quad (4.8)$$

Trong đó: x_i, y_i - là tọa độ của điểm mắt lưới nội suy,

Các tham số b_0, b_1, b_2 được xác định theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất từ hệ phương trình số hiệu chỉnh khi số điểm nội suy lớn hơn 3:

$$V_i = b_0 + b_1 x_i + b_2 y_i - N_i \quad (4.9)$$

Khi có các tham số b_i , tính được góc nghiêng θ_x, θ_y theo các trục tọa độ x và y :

$$\theta_x = b_1 \text{ (rad)}, \theta_y = b_2 \text{ (rad)} \quad (4.10)$$

Tính góc nghiêng toàn phần:

$$\theta_{\max} = \sqrt{\theta_x^2 + \theta_y^2} \quad (4.11)$$

Tính góc phương vị của hướng dốc nhất theo công thức:

$$\alpha_0 = \arctg(b_2 / b_1) - 180^\circ \quad (4.12)$$

Tính số hiệu chỉnh vào độ cao của điểm đo sâu:

$$\Delta N_{M-i} = \theta_{\max} D_{M-i} \cos(\alpha_{M-i} - \alpha_0) \quad (4.13)$$

Tính chênh cao giữa điểm trạm Base M và điểm đo sâu thứ i:

$$\Delta h_{M-i} = \Delta H_{M-i} - \Delta N_{M-i} \quad (4.14)$$

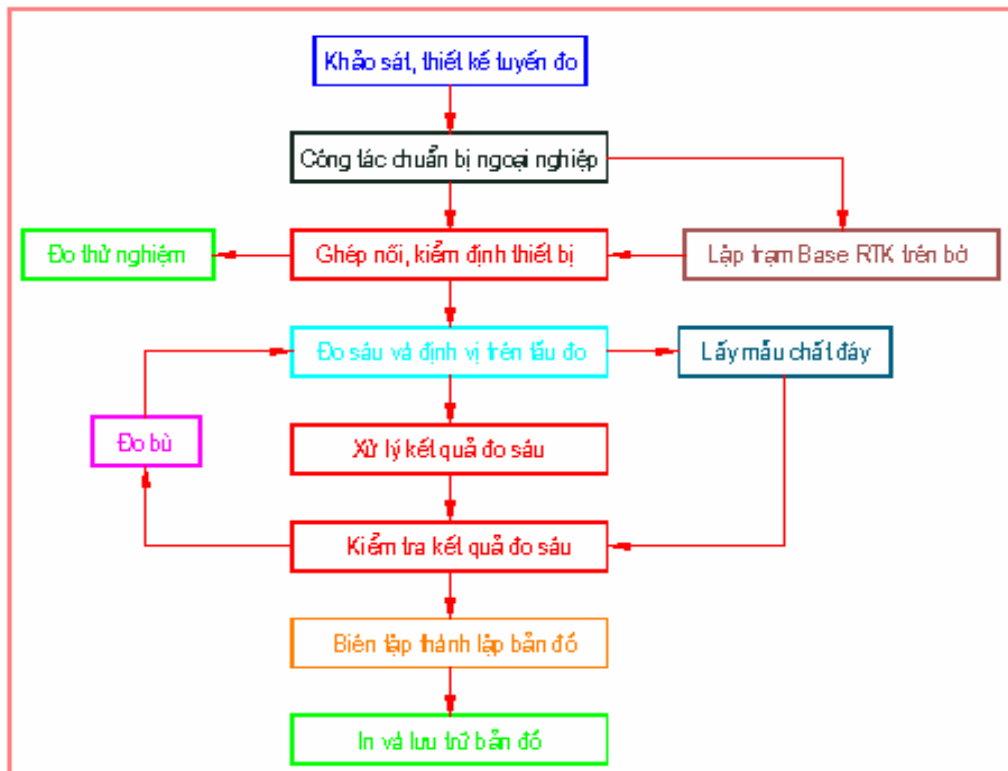
Trong đó: ΔH_{M-i} - là chênh cao trắc địa giữa điểm đo sâu thứ i so với trạm base M.

4.5. GIẢI PHÁP THU TÍN HIỆU GPS - RTK TRÊN TÀU ĐO

Để thu được tín hiệu GPS - RTK trên tàu đo, phải sử dụng phần mềm chuyên dụng cài đặt dữ liệu đầu ra của trạm rover với định dạng NMEA. Với định dạng dữ liệu này cho phép ghép nối dữ liệu GPS - RTK với dữ liệu đo sâu theo nguyên tắc đồng bộ thời gian.

4.6. QUY TRÌNH THÀNH LẬP BDDHĐB VEN BỜ TỶ LỆ LỚN

Quy trình công nghệ đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn bằng các thiết bị đo đạc tiên tiến biểu diễn theo sơ đồ nêu ở hình 4.10.



Hình 4.10 - Quy trình công nghệ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn

Chương 5

PHẦN THỰC NGHIỆM

5.1. THỰC NGHIỆM KHẢO SÁT ĐỘ CHÍNH XÁC ĐỊNH VỊ MẶT BẰNG CỦA THIẾT BỊ THU GPS

5.1.1. Mục đích thực nghiệm

Nội dung thực nghiệm nhằm mục đích nghiên cứu về độ chính xác của các phương pháp định vị Gc-GPS để từ đó rút ra kết luận về khả năng ứng dụng trong việc định vị phục vụ công tác thành lập BĐĐHĐB ven bờ tỷ lệ lớn ở Việt Nam.

5.1.2. Tổ chức đo đạc thực nghiệm

5.1.2.1. Đo đạc thực nghiệm tại cảng Vũng Áng - Hà Tĩnh

5.1.2.2. Đo đạc thực nghiệm tại cảng Sihanouk Ville - Campuchia

5.1.2.3. Đo đạc thực nghiệm tại cảng Dung Quất - Quảng Ngãi

Từ các kết quả thực nghiệm coi tọa độ của các điểm đã biết là một trị đo, sử dụng công thức đánh giá sai số trung phương trị đo kép để tính toán sai số trung phương xác định vị trí mặt bằng điểm đo GPS của thiết bị C-Nav như sau:

$$m_p = \sqrt{\frac{[dd]}{2n}} = \pm 0.079m$$

Nhận xét: Từ kết quả đánh giá độ chính xác, so sánh với độ chính xác định vị trên biển theo các tiêu chuẩn hiện hành có thể rút ra kết luận: Với độ chính xác đạt được, công nghệ GPS hiệu chỉnh toàn cầu Gc-GPS đáp ứng yêu cầu độ chính xác định vị mặt bằng phục vụ công tác thành lập BĐĐHĐB ven bờ tỷ lệ lớn.

5.2. THỰC NGHIỆM KẾT NỐI VÀ KIỂM ĐỊNH HỆ THỐNG GPS VÀ MÁY ĐO SÂU

5.2.1. Mục đích thực nghiệm

- Kết nối thiết bị GPS và máy đo sâu hồi âm (máy đơn tia và đa tia) trên tàu đo.

- Cài đặt các thông số kỹ thuật cho hệ thống định vị GPS và máy đo sâu hồi âm.

- Kiểm định và hiệu chỉnh các nguồn sai số không tránh khỏi khi lắp đặt và khi tiến hành đo đạc như: tốc độ truyền âm, sai số phương vị, độ trễ định vị, sai số lắc dọc, lắc ngang.

5.2.2. Thực nghiệm kết nối hệ thống GPS với máy đo sâu hồi âm đơn tia

Để thực hiện kết nối và thu nhận dữ liệu, tác giả đã thực hiện ghép nối hệ thống thu nhận dữ liệu vệ tinh GPS, phương pháp đo GPS-RTK, phương pháp thu Beacon và máy đo sâu Echotrac MKIII trên sông Hồng vào tháng 5 năm 2014.

5.2.3. Thực nghiệm kết nối hệ thống GPS với máy đo sâu hồi âm đa tia

Để kiểm định cho phần lý thuyết, trong luận án đã tiến hành thực nghiệm kết nối và kiểm định hệ thống cho một số dự án khảo sát địa hình đáy biển ven bờ tại cảng Hải Phòng thành phố Hải Phòng và dự án đo vẽ địa hình đáy biển ven bờ tại thành phố Vũng Tàu.

Sau khi kết nối, tiến hành các công tác kiểm định hệ thống GPS và máy đo sâu hồi âm.

5.2.3.1. Kiểm định độ lắc dọc của tàu đo sâu (Roll)

5.2.3.2. Kiểm định độ lắc ngang của tàu đo sâu (Pitch)

5.2.3.3. Kiểm định độ nâng hạ của tàu đo sâu (Heading)

5.3. THỰC NGHIỆM ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐO CAO GPS-RTK TRONG ĐO SÂU ĐỂ THAY THẾ SỐ HIỆU CHỈNH THỦY TRIỀU

5.3.1. Giới thiệu chung

Vị trí thực nghiệm được tiến hành tại vùng biển Vũng Tàu (khu nghỉ dưỡng Long Cung Resort).

5.3.2. Mục đích thực nghiệm

Thực nghiệm kiểm tra khả năng ứng dụng và độ chính xác đạt được của công nghệ đo cao GPS - RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm trong đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ. Xử lý đồng thời 2 kết quả so sánh đối chiếu để đưa ra kết luận khi ứng dụng công nghệ đo cao GPS-RTK thay thế số hiệu chỉnh thủy triều.

5.3.3. Số liệu gốc để tính toán thực nghiệm

Bảng 5.4 - Số liệu gốc để tính toán đo đạc thực nghiệm

Tên điểm	X	Y	HTĐ	hTC	Ghi chú
659486	1144558.303	727769.459	4.802	5.740	Đặt trạm Base 1
659487	1149635.020	733809.885	1.221	2.115	Điểm kiểm tra
P1	1147461.005	732869.015	5.351	6.245	Đặt trạm Base 2
Hệ tọa độ VN 2000- Kinh tuyến trục 1070 45', múi chiếu 30					

Số liệu quan trắc thủy triều trong thời gian đo thực nghiệm được lấy từ trạm hải văn cố định tại Vũng Tàu. Số liệu quan trắc thủy triều tại trạm được ghi theo tần suất 1 giờ/lần.

5.3.4. Tổ chức đo đạc thực nghiệm

5.3.4.1. Phân kết nối thiết bị

Công tác đo đạc thực nghiệm được tiến hành độc lập với dự án đo sâu đường cáp ngầm Quốc tế của Tập đoàn viễn thông quân đội Viettel. Máy đo sâu đơn tia ECHOTRAC MKIII được chúng tôi sử dụng với mục đích so sánh kết quả đo sâu của máy đa tia được dùng trong dự án.

Trên tàu khảo sát lắp đặt hệ thống trạm Rover, máy đo sâu đơn tia, đa tia, hệ thống xử lý độc lập gồm phần mềm Hydro và phần mềm QINSy (phần mềm Hydro xử lý số liệu định vị GPS – RTK).

5.3.4.2. Thu tín hiệu RTK trên tàu đo

Khởi động trạm Base số 2 trên bờ và Rover trên tàu đo sâu, cài đặt định dạng dữ liệu thu. Tiếp theo khởi động chương trình Hydro để thu nhận lưu số liệu, file kết quả đo được lưu tự động trong Project

Từ kết quả đo cao GPS- RTK nhận được X, Y, H, thời gian, thứ tự điểm, bằng việc đồng bộ thời gian với kết quả đo sâu thay vào các công thức (4.4) và (4.8) với các trị đo thực nghiệm là: $\Delta H = 288 \text{ cm}$; $d = 58 \text{ cm}$; $L\ddot{a}ngten = 385\text{cm}$.

Kết quả đo đạc được xử lý theo 2 phương pháp:

Kết quả tính toán sai số trung phương đo sâu địa hình đáy biển của phương pháp đo sâu ứng dụng công nghệ đo cao GPS-RTK so với phương pháp đo sâu truyền thống sử dụng số liệu đo thủy triều đạt giá trị: $m = \pm 5,6$ cm.

Với kết quả thu được trong trong phần thực nghiệm có thể đi đến các nhận xét:

- Để đảm bảo độ chính xác thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn phục vụ khảo sát thiết kế các công trình ven biển cần phải tiến hành ghép nối và kiểm định hệ thống định vị vệ tinh GPS và máy đo sâu hồi âm.

- Kết quả đo đạc thực nghiệm cho thấy: độ chính xác xác định độ sâu giữa 2 phương pháp đo sâu tương đương nhau, tuy nhiên phương pháp hiệu chỉnh số liệu đo sâu theo quan trắc số liệu thủy triều rất phức tạp, tốn kém chi phí, tiềm ẩn nhiều nguồn sai số và độ chính xác còn tùy thuộc vào từng vùng biển do biên độ thủy triều ven bờ ở nước ta thay đổi lớn từ 3 ÷ 5 m, trong khi đó phương pháp đo cao GPS-RTK thực hiện thuận lợi và có tính linh hoạt hơn.

- Có thể sử dụng phương pháp đo cao GPS - RTK để tiến hành đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn phục vụ khảo sát thiết kế các công trình ven biển. Phương pháp này còn rất hiệu quả khi đo đạc bản đồ địa hình đáy biển ven bờ vùng cửa sông, vùng biển có hiện tượng dòng chảy đổi lưu.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ và thiết bị hiện đại dùng cho đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ lớn phù hợp với điều kiện và tiêu chuẩn

kỹ thuật của Việt Nam là rất cần thiết. Từ những kết quả nghiên cứu lý thuyết và đo đạc thực nghiệm có thể rút ra một số kết luận như sau:

1. Để đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn nên ứng dụng kết quả nghiên cứu của luận án về chỉ tiêu độ chính xác và quy trình công nghệ đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn phục vụ khảo sát thiết kế các công trình ven biển ở Việt Nam.

2. Do các thiết bị GPS và máy đo sâu hồi âm là các thiết bị tách biệt nhau nên trong hoàn cảnh cụ thể đo đạc BĐĐHĐB ven bờ tỷ lệ lớn ở Việt Nam, để đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật đặt ra cần phải kết nối, kiểm định hệ thống GPS và máy đo sâu hồi âm theo quy trình phù hợp đã trình bày trong luận án.

3. Có thể ứng dụng phương pháp đo cao GPS - RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm trong đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn. Kết quả nghiên cứu này sẽ cho phép nâng cao độ chính xác và tính hiệu quả trong công tác khảo sát thiết kế phục vụ thi công xây dựng các công trình ven biển ở Việt Nam, giảm được công việc xây dựng các trạm nghiệm triều và quan trắc thủy triều trong đo sâu.

KIẾN NGHỊ

Hiện nay, ở nước ta có rất nhiều công trình trên biển đã, đang và sẽ triển khai không chỉ trong phạm vi ven bờ mà cả ngoài khơi cách xa đất liền hàng trăm hải lý. Vì vậy mà cần phải:

1. Tiếp tục nghiên cứu ứng dụng công nghệ đo đạc tiên tiến trên biển nhằm nâng cao hiệu quả công tác đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ở nước ta.

2. Tiếp tục nghiên cứu và hoàn thiện các chỉ tiêu kỹ thuật và quy trình thành lập BĐ ĐHĐB ven bờ tỷ lệ lớn ở Việt Nam.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

1. Phạm Văn Quang (2008), “*Ứng dụng kỹ thuật đo GPS động tức thời (RTK) trong bố trí các công trình dạng tuyến*”, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, (số 22 – 4/2008).
2. Phạm Văn Quang, Diêm Công Trang (2014), “*Nghiên cứu máy đo sâu hồi âm đa tia và khả năng ứng dụng trong công tác khảo sát công trình ở Việt Nam*”, Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng, (số 3/2014).
3. Phạm Văn Quang (2015), “*Nghiên cứu đánh giá khả năng ứng dụng một số phương pháp định vị trên biển bằng công nghệ GPS trong việc thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ ở Việt Nam*”, Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, (số 24 – 6/2015).
4. Trần Viết Tuấn, Phạm Văn Quang, Hoàng Ngọc Thê (2015), “*Nghiên cứu ứng dụng công nghệ RTK thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn*”, Tạp chí Tài nguyên và Môi trường, (số 21 – 11/2015).
5. Trần Viết Tuấn, Phạm Văn Quang, Nguyễn Minh Thê (2016), “*Nghiên cứu ứng dụng công nghệ đo cao GPS để thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn*”, Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, (số 27 – 3/2016).