

DAO ĐỘNG MỨC NƯỚC BIỂN VEN BỜ VIỆT NAM

TS. Phạm Văn Huấn

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia, Hà Nội

TS. Nguyễn Tài Hợi

Trung tâm Khí tượng Thủy văn Biển

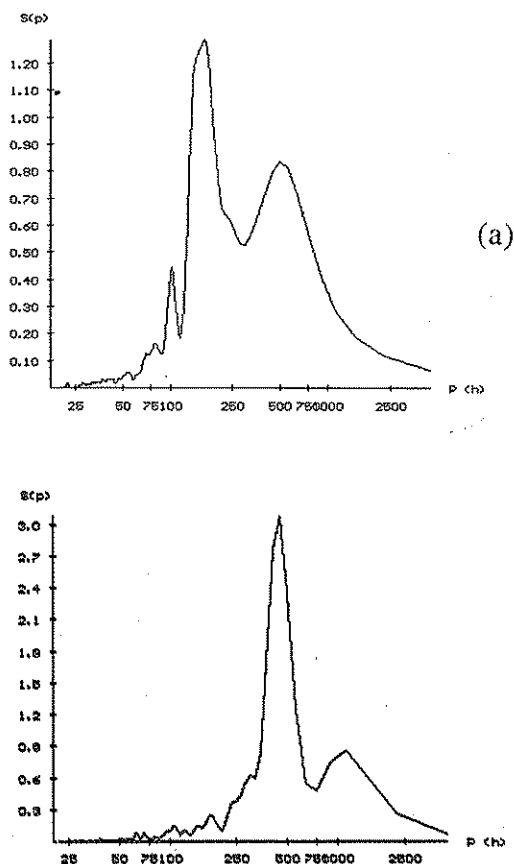
Khảo sát những đặc điểm dao động mực nước biển giúp hiểu các quy mô thời gian của dao động và ước lượng các biên độ dao động do những nguyên nhân phi triều trong thời tiết bình thường, trong gió mùa ổn định và trong các điều kiện cực trị khác như lũ và bão, gió mùa mạnh. Các đặc điểm dao động mực nước chu kỳ ngắn do những nhiễu động synop của khí quyển được khảo sát bằng phân tích phổ đối với các chuỗi mực nước giờ độ dài một năm (phần 1). Thống kê tần suất xuất hiện các cấp dao động mực nước từ các chuỗi mực nước quan trắc đã loại thủy triều sẽ cung cấp thông tin về cơ của các dao động dâng rút mực nước trong điều kiện thời tiết bình thường và trong gió mùa (phần 2). Phần 3 sẽ giới thiệu về kết quả phân tích cực trị đối với chuỗi mực nước lớn nhất hoặc nhỏ nhất năm nhằm mục đích rút ra những đặc trưng cực trị mực nước và chu kỳ lặp lại của các mực nước cực hiếm.

1. Phổ dao động ngắn hạn của mực nước các trạm ven bờ Việt Nam

Số liệu sử dụng để phân tích là những chuỗi mực nước quan trắc từng giờ tại các trạm ven bờ: Hòn Dấu (năm 1988, 1998, 1999, 2000), Hòn Ngự (năm 1998, 1999, 2000, 2001, 2002), Đà Nẵng (năm 1988), Quy Nhơn (năm 1988), Nha Trang (năm 1992), Vũng Tàu (năm 1988), Bạch Hổ (năm 1986, 2004) và Rạch Giá (năm 1987). Từ các độ cao mực nước thực đo h_i tại từng giờ i đã trừ đi mực thủy triều tính theo công thức độ cao thủy triều đầy đủ gồm 30 phân triều $h_{i, \text{thủy triều}}$ tại giờ tương ứng để nhận được độ cao mực nước không gồm thủy triều z_i :

$$Z_i = h_i - h_{i, \text{thủy triều}}, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

Trong đó: N - độ dài chuỗi mực nước. Ngoài ra, các độ cao mực nước thu được còn được lấy trung bình trượt bằng 25 giá trị tung độ để loại trừ tiếp những sai số của phép loại trừ thủy triều. Các thủ thuật lọc tần cao cũng được áp dụng trong khi tính phổ. Trên hình 1 là thí dụ về những đường cong phổ tại các trạm đã xét.



Hình 1. Phổ mực nước biển tại trạm Hòn Dấu (a), trạm Hòn Ngự (b)

Bảng 1. Các đỉnh phổ ứng với dao động chu kỳ synop

Trạm	Hòn Dấu	Hòn Ngự	Đà Nẵng	Quy Nhơn
Đỉnh phổ (ngày)	4; 7; 21	3-5; 7; 12; 22	3; 8; 20; 40	20; 40
Trạm	Nha Trang	Vũng Tàu	Bạch Hồ	Rạch Giá
Đỉnh phổ (ngày)	5; 8; 12; 20	20; 40	20	3-8; 20

Trên tất cả các đường cong phổ nhận thấy những đỉnh phổ tương ứng với chu kỳ dao động synop trong khí quyển (3 - 4, 7 - 8, 10 - 20, 40 ngày) (bảng 1)).

Phần đóng góp của mỗi dao động vào phương sai chung của dao động mực nước tại mỗi trạm có khác nhau. Tuy nhiên, các đỉnh phổ ứng với chu kỳ cỡ 20 ngày có phương sai lớn vượt trội ở tất cả các trạm (xem hình 1).

2. Tần suất của các dao động mực nước dâng, mực nước rút do gió

Các chuỗi mực nước từng giờ đã được loại trừ thủy triều theo công thức (1) được tiếp tục phân tích thống kê để tìm tần suất lặp lại của các dao động dâng hoặc rút mực nước vùng ven bờ do tác động của gió và những nguyên nhân khác.

Bảng 2. Tần suất (%) nước dâng, nước rút tại các trạm dọc bờ Việt Nam

Giới hạn dâng, rút mực nước (cm)		Trạm			
		Hòn Dấu	Hòn Ngự	Đà Nẵng	Quy Nhơn
Nước rút	> 50	0,2	0,6		
	40 ÷ 50	0,9	0,7		
	30 ÷ 40	3,0	2,0	0,4	0,4
	20 ÷ 30	8,2	6,1	7,9	3,2
	10 ÷ 20	19,2	13,5	15,6	15,5
	< 10	25,2	17,7	22,0	28,9
Nước dâng	< 10	24,7	21,1	32,8	33,2
	10 ÷ 20	13,0	18,2	16,0	14,3
	20 ÷ 30	4,1	11,3	3,6	3,2
	30 ÷ 40	1,1	5,9	0,9	1,1
	40 ÷ 50	0,2	2,0	0,5	0,1
	> 50	0,1	0,7	0,4	
		Nha Trang	Vũng Tàu	Bạch Hồ	Rạch Giá
Nước rút	> 50		0,2	0,7	
	40 ÷ 50		0,4	0,7	
	30 ÷ 40		1,3	1,1	0,1
	20 ÷ 30	0,2	5,6	3,4	2,0
	10 ÷ 20	8,8	15,8	13,0	13,9
	< 10	38,9	24,7	27,9	33,9
Nước dâng	< 10	43,0	28,6	32,9	34,5
	10 ÷ 20	8,3	15,6	14,9	12,2
	20 ÷ 30	0,8	5,9	3,9	2,6
	30 ÷ 40		1,5	1,1	0,5
	40 ÷ 50		0,3	0,4	0,1
	> 50			0,2	0,1

Kết quả thống kê được dẫn trong bảng 2. Tác động mực nước dâng, mực nước rút xảy ra với tần suất cao chỉ tập trung ở khoảng dưới 20cm. Những dao động dâng, rút với cỡ hơn nửa mét có tần suất khá hiếm, không vượt quá 1% ở tất cả các trạm và quá trình dâng, rút thường có tần suất xấp xỉ như nhau.

3. Dao động nhiều năm của mực nước và các mực nước ứng với tần suất hiếm

Những cực trị mực nước biển là đối tượng nghiên cứu nhằm nhiều mục đích. Các trị số lớn nhất, nhỏ nhất của mực nước biển và xác suất xảy ra chúng cần được tính đến trong thiết kế thủy công trình và công trình ven biển [8].

Lý thuyết về phân tích cực trị được áp dụng vào hải văn với những đặc điểm phân bố khác nhau trong chuỗi quan trắc của các yếu tố khí hậu, thủy văn. Những khái niệm chính của những phương pháp này đã giới thiệu trong nhiều chuyên khảo (thí dụ xem [6],[7],[8]).

Với trường hợp chuỗi quan trắc mực nước không đủ dài để áp dụng công cụ phân tích của lý thuyết về cực trị, điều này thường gặp trong nghiên cứu tìm kiếm thiết kế ở đới bờ và cửa sông, người ta có thể sử dụng mực nước cực trị lý thuyết gây bởi nguyên nhân thủy triều thuần túy [6].

Trong thực tế, mực nước lý thuyết thấp nhất được chấp nhận làm số không độ sâu ở các biển có triều. Mực nước này, được tính bằng cách lấy độ cao mực nước trung bình trừ đi giá trị cực đại có thể có của biên độ triều xuống theo các điều kiện thiên văn. Ở một số nước giá trị này, được xác định bằng cách phân tích

độ cao triều trong chuỗi độ cao nhiều năm (lý tưởng nhất là 19 năm) dự tính theo các hằng số điều hoà thủy triều, tức người ta chọn lấy độ cao mực nước ròng thấp nhất trong số tất cả các độ cao dự tính trong chu kỳ đó. Ở Nga mực nước lý thuyết thấp nhất được xác định bằng phương pháp quen thuộc của Vladimírsky. Phương pháp Vladimírsky cho phép giải chính xác bài toán theo các hằng số điều hoà của 8 phân triều chính. Những phân triều còn lại chỉ được tính đến một cách gần đúng. Ngày nay, thao tác tính toán có thể thực hiện nhanh trên máy tính, việc ước lượng các độ cao cực trị của thủy triều có thể thực hiện theo những sơ đồ chi tiết hơn và có khả năng nâng cao độ chính xác bằng cách đưa vào tính toán một số lượng bất kỳ các phân triều (xem [2],[7],[8]).

Công tác quan trắc mực nước biển dọc bờ Việt Nam chủ yếu được thực hiện bởi hệ thống trạm Khí tượng Hải văn ven bờ và hải đảo của Trung tâm KTTV Quốc gia. Cho đến nay, nói chung số trạm ghi mực nước thuộc vùng bờ biển nước ta không nhiều và số năm quan trắc chưa đủ dài [1]. Diễn biến của mực nước nói chung và tính toán thực nghiệm cực trị mực nước nói riêng mới được đề cập rất ít.

Trong các công trình lẻ tẻ [2],[3],[4] có thông báo về kết quả phân tích biến động mực nước và đánh giá xu thế mực nước biển dâng lên ở một số trạm ven bờ Việt Nam trên cơ sở phân tích các chuỗi đo mực nước biển dài vài chục năm [1]. Theo tính toán phổ [3], thấy rằng ngoài chu kỳ năm và nửa năm, tại hầu hết các trạm có mặt dao động mực biển với chu kỳ khoảng 6 - 10 năm và dài hơn nữa.

Bảng 3. Tốc độ dâng lên của mực biển tại một số trạm dọc bờ Việt Nam

Trạm	Toạ độ	Thời kỳ quan trắc	Xu thế dâng (mm/năm)
Hòn Dấu	20°40'B-106°49'Đ	1957-1994	2,1
Cửa Cấm	20°45'B-106°50'Đ	1961-1992	2,7
Đà Nẵng	16°06'B-108°13'Đ	1978-1994	1,2
Quy Nhơn	13°45'B-109°13'Đ	1976-1994	0,9
Vũng Tàu	10°20'B-107°04'Đ	1979-1994	3,2

Bảng 3 dẫn kết quả ước lượng sự dâng lên của mực biển theo phân tích xu thế với số liệu mực nước trung bình tháng [3 - 5], cho thấy hiệu ứng tổng cộng của sự ấm lên của trái đất và thăng giáng nền đáy vùng ven bờ Việt Nam gây nên tốc độ dâng mực biển khoảng 1 đến 3mm/năm.

Việc tính toán cực trị mực nước công phu và khá đầy đủ đã được thực hiện trong [1]. Trong báo cáo này lần đầu tiên đã thống kê những chuỗi số liệu mực nước trung bình, cực đại và cực tiểu tháng cho tất cả các trạm dọc bờ Việt Nam đến giữa những năm chín mươi. Việc phân tích cực trị với số liệu bổ sung thêm ở đây được thực hiện theo các dạng hàm tiệm cận khác nhau của phân bố xác suất các cực trị được giới thiệu tỉ mỉ trong [6]. Đối với những

trạm quan trắc ngắn hơn việc phân tích quy về phân tích các độ cao cực trị của thủy triều. Quy trình tính toán chi tiết của phương pháp có thể xem trong [2], [7].

a. Mực thủy triều cực trị lý thuyết ở những trạm hải văn có bộ hằng số điều hoà đầy đủ

Đối với những trạm hải văn ven biển quan trắc mực nước được thực hiện bằng các loại máy ghi triều, có thể dùng chuỗi quan trắc mực nước từng giờ trong một năm hoặc hai năm để tính ra bộ hằng số điều hoà đầy đủ (từ 30 phân triều trở lên). Muốn nhận được các độ cao mực cực trị lý thuyết của thủy triều chúng tôi đã dự tính thủy triều trong chu kỳ 20 năm (1980 - 2000) theo công thức độ cao triều đầy đủ. Từ đó chọn ra các độ cao nhỏ nhất và lớn nhất (bảng 4).

Bảng 4. Cực trị lý thuyết của mực triều tại một số trạm dọc bờ Việt Nam

Trạm	Toạ độ	Mực trung bình (cm)	Mực cực trị lý thuyết (cm)	
			Thấp nhất	Cao nhất
Hòn Dấu	20°40'B-106°49'Đ	185	-10	397
Cửa Gianh	17°42'B-106°28'Đ	107	-16	201
Đà Nẵng	16°06'B-108°13'Đ	93	11	175
Quy Nhơn	13°45'B-109°13'Đ	160	74	248
Nha Trang	12°15'5B-109°11'5Đ	121	8	227
Vũng Tàu	10°20'B-107°04'Đ	258	-26	412
Rạch Giá	10°00'B-105°05'Đ	5	-48	90

b. Mực thủy triều cực trị lý thuyết tính theo phương pháp Peresipkin

Với những trạm không có quan trắc hệ thống về mực nước, có thể tận dụng những chuỗi đo mực nước từng giờ dài một số ngày để tính ra các hằng số điều hoà của những phân triều chính (tùy theo độ dài chuỗi, có thể dùng phương pháp Franko, phương pháp Darwin hoặc phương pháp bình phương nhỏ nhất). Sau đó, từ các hằng số điều hoà hạn chế

này, sử dụng phương pháp gần đúng của Peresipkin (xem [2]) để nhận những đặc trưng cực trị của mực thủy triều.

Kết quả phân tích được ghi trong bảng 5, đồng thời cũng ghi những cực trị thủy triều nhận được theo dự tính trong chu kỳ 20 năm để so sánh. Thấy rằng trong trường hợp có ít hằng số điều hoà (11 phân triều) kết quả tính theo hai cách rất giống nhau.

Bảng 5. Kết quả tính cực trị mực nước triều tại một số trạm theo phương pháp Peresipkin

Trạm	Mực nước triều trung bình (cm)	Phương pháp Peresipkin		Tính theo chu kỳ 20 năm	
		Cực tiểu	Cực đại	Cực tiểu	Cực đại
Cửa Ông	215	0	472	2	470
Cô Tô	204	-10	454	-7	454
Kiến An	98	-14	215	-14	214
Đông Xuyên	91	-14	206	-13	204
Định Cư	58	-47	176	-46	174
Kinh Khê	133	57	214	58	214
Phủ Lễ	41	-97	171	-97	169
Như Tân	83	3	166	4	166
Ba Lạt	6	-108	126	-107	125
Mũi Đá	81	-64	207	-64	206
Vàm Lau	30	-119	92	-117	107

c. Các mực nước thiết kế dựa trên chuỗi quan trắc mực nước thấp nhất, cao nhất năm

Trong mục này sử dụng những chuỗi mực nước gồm các giá trị nhỏ nhất, lớn nhất tháng của mực nước tại một số trạm có nhiều năm quan trắc mực nước để ước lượng các cực trị mực nước với chu kỳ lặp lại khác nhau. Cách lập các mẫu thực nghiệm ở đây là trong mỗi năm lấy ra một mực nước cao nhất (hoặc thấp nhất). Đã tính thử cho những trạm có khoảng 15 năm quan trắc trở lên.

Trong công trình [1] đã xây dựng các đường cong phân bố thực nghiệm bằng phương pháp đồ thị cho 24 trạm ven bờ Việt Nam. Đối với những trạm này đã chọn được các số liệu mực nước thấp nhất và cao nhất năm trong khoảng từ 15 đến 35 năm. Kết quả khảo sát cho thấy rằng các đường cong phân bố thực nghiệm phù hợp khá tốt hàm tiệm cận thứ nhất (hàm Gumbel). Từ đó đã tính các giá trị mực nước cực trị ứng với một loạt tần suất hiếm.

Bảng 6 là thí dụ do chúng tôi tính lại chi tiết hơn với việc sử dụng nhiều phương pháp ước lượng khác nữa do T. Farago và M. Lakatos giới thiệu trong [6]. Đã thực hiện phân tích như vậy, với tất cả những trạm ven bờ Việt Nam có

từ 15 năm quan trắc trở lên. Với mỗi trạm các mực nước thiết kế được tính theo 9 phương pháp ước lượng khác nhau. Sau đó 9 giá trị được lấy trung bình và được tổng hợp lại trong bảng 7.

d. Một số nhận xét về phương pháp và kết quả phân tích mực nước cực trị

1) Đối với những trạm có bộ hằng số điều hoà không đầy đủ (bằng hoặc dưới 11 phân triều) việc xác định độ cao triều cực trị lý thuyết theo phương pháp dự tính thủy triều trong 20 năm và phương pháp tính gần đúng của Peresipkin cho kết quả gần như trùng nhau (so sánh các bảng 4 và 5).

Chú ý rằng việc dự tính thủy triều liên tục cho 20 năm tốn nhiều thời gian máy tính, trong khi phương pháp Peresipkin cho phép tính toán nhanh hơn nhiều. Vì vậy, trong thực tế khảo sát tìm kiếm ở những vùng biển chưa có trạm mực nước hoạt động, ta có thể thực hiện quan trắc mực nước từng giờ trong một số ngày để nhận được những hằng số điều hoà của các phân triều chính. Từ đó dùng phương pháp gần đúng của Peresipkin có thể nhận được các mực nước triều cực trị lý thuyết có giá trị ứng dụng thực tiễn nhất định.

Bảng 6. Thí dụ phân tích cực trị bằng các phương pháp khác nhau cho mực nước cực đại Hòn Dấu (năm 1964 - 1994)

Phương pháp phân tích	Độ cao (cm) ứng với chu kỳ lặp lại		
	20 năm	50 năm	100 năm
Các phương pháp hai tham số (Gumbel):			
Phương pháp các mômen (lý thuyết) – Method of moments (theoretical)	406	419	428
Phương pháp các mômen (thực nghiệm) – Method of moments (empirical)	409	422	432
Phương pháp phân vị – Method of quantils	412	426	436
Phương pháp ước lượng tuyến tính phi Baies – Linear unbiased estimates	411	424	435
Phương pháp xác suất tỉ trọng – Method of probabiliy – weighted	418	435	448
Phương pháp xác suất cực đại – Maximum likelihood	410	424	434
Các phương pháp 3 tham số (Jenkinson):			
Phương pháp phân vị – Method of quantils	404	413	419
Phương pháp xác suất tỉ trọng – Method of probabiliy – weighted	414	424	434
Phương pháp xác suất cực đại – Maximum likelihood	404	413	419
Trung bình theo các phương pháp	410	422	431

2) Có thể cho rằng khác nhau giữa các mực nước cực trị chu kỳ lặp lại 20 năm và mực nước triều cực trị lý thuyết nằm trong phạm vi sai số phân tích trong trường hợp dung lượng mẫu hạn chế.

3) Các mực nước triều cực trị lý thuyết có thể phần nào phản ánh các mực nước cực trị. Thí dụ, theo bảng 4, mực thấp nhất trạm Hòn Dấu trong chu kỳ 20 năm bằng -10cm, mực triều cao nhất bằng 397cm. Theo kết quả ước lượng mực nước cực trị nhận được các giá trị mực nước với chu kỳ lặp lại 20 năm tương ứng là -6 và 410cm (bảng 7). Với chu kỳ lặp lại 50 năm và 100 năm các cặp giá trị đó tuần tự là (-14; 422) và (-20; 431). Thấy rằng các mực nước thấp nhất không chênh nhau nhiều, chỉ khoảng 10cm. Trong khi đó các mực cao nhất chênh nhau tới 30cm, phản ánh các đỉnh lũ và hiệu ứng dâng do gió. Tuy nhiên, nếu chú ý tới sự tản mạn của kết quả ước lượng theo các

phương pháp phân tích cực trị, thì sự chênh lệch này vẫn nằm trong phạm vi sai số. Thí dụ, đối với trạm Hòn Dấu, trong [1] ước lượng các mực nước thiết kế theo một phương pháp đồ thị nhận được: chu kỳ 20 năm: (-11; 435), 50 năm: (-19; 451), 100 năm: (-25; 462). Với cách lấy trung bình theo 9 phương án ước lượng mà chúng tôi đã thực hiện, nhận được những cặp giá trị tương ứng là: chu kỳ 20 năm: (-6; 410), 50 năm: (-14; 422), 100 năm: (-20; 431) (bảng 7). Những sai khác ở đây đã đạt tới khoảng 20 đến 30cm. Giữa các phương án ước lượng khác nhau có thể cho kết quả khác nhau nhiều hơn nữa đối với những trạm dung lượng mẫu nhỏ.

Chú ý rằng với trạm Hòn Dấu các mực nước cực trị theo số liệu mực nước thấp nhất, cao nhất năm được ước lượng tin cậy hơn cả, vì trạm này có chuỗi các cực trị năm dài tới 35 năm. Như vậy, việc ước lượng các mực nước

và lấy trung bình kết quả là cách tốt nhất để tránh mạo hiểm nhận các giá trị thiết kế vượt

trội quá mức trong điều kiện số liệu phân tích hạn chế.

Bảng 7. Kết quả phân tích cực trị mực nước (lấy trung bình theo các phương pháp)

Trạm	Số năm quan trắc	Các mực nước thiết kế (cm) ứng với các chu kỳ lặp lại					
		20 năm		50 năm		100 năm	
		Cực đại	Cực tiểu	Cực đại	Cực tiểu	Cực đại	Cực tiểu
Cửa Ông	32	480	-2	491	-14	499	-22
Cô Tô	35	467	-14	481	-25	491	-32
Hòn Gai	31	452	-14	464	-27	473	-37
Cửa Cấm	33	440	17	452	7	460	-1
Hòn Dấu	35	410	-6	422	-14	431	-20
Ba Lạt	33	178	-179	192	-188	203	-194
Hoàng Tân	26	284	-163	319	-170	347	-176
Lạch Sung	25	207	-136	230	-147	248	-155
Cửa Hội	32	221	-182	238	-194	250	-202
Hòn Ngự	25	393	-7	409	-21	421	-31
Hồ Đô	27	237	-132	262	-138	281	-142
Cam	32	242	-98	272	-104	300	-108
Nhượng							
Cửa Gianh	31	163	-148	186	-153	204	-157
Đồng Hới	33	192	-144	217	-152	236	-158
Cửa Việt	17	313	-1	357	-5	396	-7
Đà Nẵng	15	287	9	323	3	349	-3
Hội An	18	350	-34	401	-38	441	-41
Quy Nhơn	16	290	27	299	20	306	15
Phú Quý	14	324	64	331	58	335	53
Vũng Tàu	15	434	-46	440	-55	445	-61
Vàm Kinh	15	150	-325	168	-337	182	-345
Chợ Lạch	15	202	-161	207	-168	210	-173
Cà Mau	16	151	-61	168	-64	181	-67
Phú An	16	152	-253	157	-264	161	-272
Rạch Giá	16	126	-61	136	-64	144	-66

thiết kế bằng nhiều phương pháp khác nhau

4) Qua những nhận xét so sánh trên thấy rằng những mực nước thiết kế nhận được ở đây có mức độ tin cậy khác nhau. Với những trạm có số năm quan trắc khoảng 30 năm trở lên, các mực nước thiết kế trong bảng 7 có thể

tạm chấp nhận được, vì kết quả ước lượng theo các cách khác nhau không khác nhau nhiều (xem bảng 7). Đối với những trạm với số năm quan trắc dưới 20 năm, nhất là những trạm cửa sông có ảnh hưởng lớn của lũ, những con số nhận được cần được tiếp tục kiểm tra khi chúng ta thu thập thêm những chuỗi số liệu đo

dài hơn.

Đối với trường hợp dung lượng mẫu thực nghiệm nhỏ, người ta còn có những chỉ dẫn thực tế khi chọn mẫu như trong mỗi năm không chỉ lấy một mực cực tiểu (hoặc cực đại), mà có thể lấy vài giá trị nhỏ nhất (hoặc lớn nhất) để tăng dung lượng mẫu. Theo chúng tôi, nếu có trong tay chuỗi quan trắc mực nước từng giờ thì có thể nên chọn những mực nước thấp nhất năm theo mùa kiệt, còn những mực nước cao nhất năm theo những con lũ đối với những trạm ven bờ, cửa sông.

Kết luận và kiến nghị

Trên cơ sở khai thác dữ liệu tương đối đầy đủ về mực nước quan trắc được tại các trạm dọc theo bờ Việt Nam bằng các phương pháp phân tích thống kê hiệu quả đã nêu ra những đặc điểm biến động mực nước trên các quy mô thời gian khác nhau, đưa ra một số đặc trưng

thống kê khá tin cậy về chế độ dao động mực nước biển ven bờ Việt Nam.

Những đặc điểm đã rút ra có ý nghĩa định hướng về phương pháp luận quy hoạch mạng lưới quan trắc và phương pháp bố trí quan trắc định kỳ tại hệ thống đài trạm hải văn cũng như khảo sát tìm kiếm, bởi vì một chuỗi quan trắc hiệu quả cần phủ kín những chu kỳ dao động thường gặp ở khu vực nghiên cứu. Tương ứng với mỗi dạng quan trắc là hệ thống các phương pháp xử lý thích hợp sẽ mang lại hiệu quả.

Các đặc trưng thống kê về sự dâng lên của mực nước trong chu kỳ dài, các giá trị ước lượng mực nước cực trị được chứng minh là có thể đáng tin cậy được và có thể sử dụng trong thực tiễn. Công việc cần thực hiện trong thời gian tới là thu thập những chuỗi số liệu dài hơn để chính xác hóa thêm các đặc trưng đã tính toán.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Văn Huấn. *Tính toán trong hải dương học*. Nxb ĐHQGHN, Hà Nội, 2003.
2. *Nghiên cứu sự biến thiên và tương quan của mực nước các trạm dọc bờ Việt Nam và khả năng khôi phục các chuỗi mực nước ở một số trạm quan trắc*. Báo cáo thực hiện chuyên mục do Nguyễn Ngọc Thụy, Phạm Văn Huấn, Bùi Đình Khước thực hiện / Đề tài cấp nhà nước KT-03-03, 1995.
3. Nguyễn Ngọc Thụy. *Về xu thế nước biển dâng ở Việt Nam*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật biển, số 1, Hà Nội, 1993.
4. *Xác định thêm về xu thế mực nước biển tại một số điểm ven bờ biển Việt Nam*. Báo cáo thực hiện chuyên đề do Bùi Đình Khước thực hiện / Đề tài cấp nhà nước KT-03-03, 1993.
5. Tibor Farago, Richard W. Kats. *Extremes and design values in climatology*. WCAP-14, WMO/TD. No 386, World Meteorological Organization, 1990.
6. Nguyen Tai Hoi. *Report on tidal characteristics (Sub. A5). Design water levels (Sub. A13)*. Marine Hydro - Meteorological Center. Vietnam VA Project, Hanoi, 1995.
7. Пересыпкин В. И. *Аналитические методы расчета колебаний уровня моря*. Гидрометеиздат, Ленинград, 1961.
8. *Руководство по расчету гидрологических характеристик для исследований и изысканий в береговых зонах и эстуариев*. Наука, Москва, 1973.