

УДК 621.356

ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ, ОТРАЖЕННЫХ ОТ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ПРИ УЗКОПОЛОСНОМ И ШИРОКОПОЛОСНОМ ЗОНДИРОВАНИИ

К.С. МОСОЯН, О.Б. ПЕТРОСЯН

Научно-производственный институт "Комета"

(Поступила в редакцию 5 июля 2003 г.)

Представлены результаты экспериментальных измерений характеристик отражения от морской поверхности при зондировании сигналами с широким и узким спектрами. Проведено сравнение величин высокочастотных флуктуаций отражённого сигнала при частотном и временном усреднении. Экспериментально показано, что временное и частотное усреднение одинаково сказывается на сглаживании высокочастотных флуктуаций.

В последние годы возрос интерес к зондированию протяжённых объектов сигналами с широким спектром, что обеспечивает более точное определение среднего значения эффективной поверхности рассеяния [1,2].

В настоящей работе приводятся результаты исследований сравнительных характеристик отражения морской поверхности (МП), проведенных нами с помощью совмещённого радиометра-скаттерометра в двухсантиметровом диапазоне волн. Зондирование МП осуществлялось попеременно простым радиоимпульсом длительностью 1 мкс (ширина спектра 1 МГц) и широкополосным шумовым радиоимпульсом той же длительности с шириной спектра 40 и 80 МГц.

Экспериментальные работы проводились на комплексном радиогидрофизическом стенде. Стенд размещался на морской платформе (глубина моря 30 м), удалённой от берега на 500 м. Антенна располагалась на центральной опоре морской платформы на высоте 27 м от уровня моря и могла вращаться по азимуту на 240° и углу места 70° . Измерения проводились при вертикальной поляризации с установкой антенны против ветра, перпендикулярно направлению ветра и по направлению ветра при углах скольжения 4 и 8° (от горизонтали).

На регистрограммах, приведённых на рис.1, на дорожке 1 фиксировались сигналы с выхода амплитудного детектора при ширине спектра $\Delta f = 40$ и 80 МГц, а на дорожке 2 – при ширине спектра 1 МГц и времени накопления $\tau = 0,01$ и $0,02$ с. Сравнение двух частей записи сигнала на дорожке 1 показывает, что величина дисперсии отражённых сигналов (ширина флуктуа-

ционной дорожки) возрастает в $\sqrt{2}$ раза (рис.1а) при уменьшении ширины спектра Δf в 2 раза и остаётся постоянной (рис.1б) при сохранении значения произведения $\Delta f\tau$. Последнее указывает на одинаковую эффективность частотного и временного накопления.

Для количественной оценки эффективности расширения спектра при зондировании МП сопоставлялись значения ширины флуктуационной дорожки Δp при использовании широкополосного сигнала (дорожка 1) с шириной дорожки Δh при излучении простого радиоимпульса. Величина отношения $\Delta h/\Delta p$ оказалась зависимой от длины интервала оценки τ_0 . При малых значениях τ_0 (менее 1,2 с) разброс $\Delta h/\Delta p$ (рис.2) увеличивался за счёт непредставительности выборки, а при больших τ_0 (более 2 с) разброс увеличивался за счёт низкочастотных флуктуаций отраженных сигналов, которые не подавляются при расширении спектра. Графики показывают, что на величину $\Delta h/\Delta p$ практически не влияют ни скорость приповерхностного ветра, ни направление антенны относительно ветра. Она зависит только от угла наблюдения α , так как при его изменении меняется размер облучаемого участка.

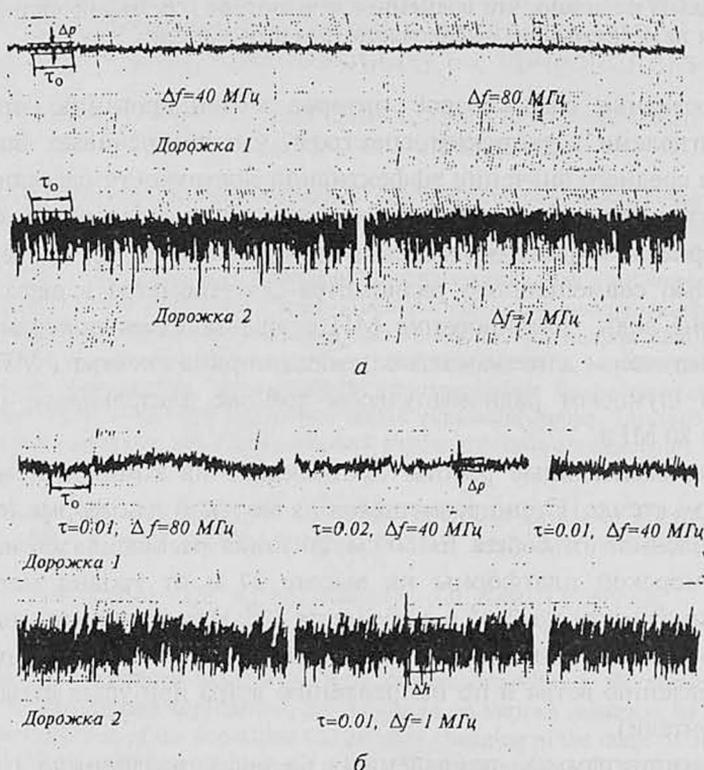


Рис.1. Регистрограммы отражённых от МП сигналов при широкополосном (дорожка 1) и узкополосном (дорожка 2) зондировании: а – при постоянном значении времени накопления $\tau = 0,01$ с; б – при различных значениях τ и Δf .

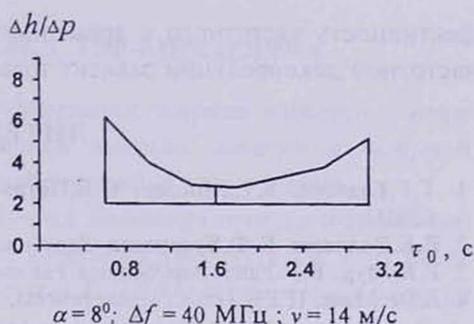
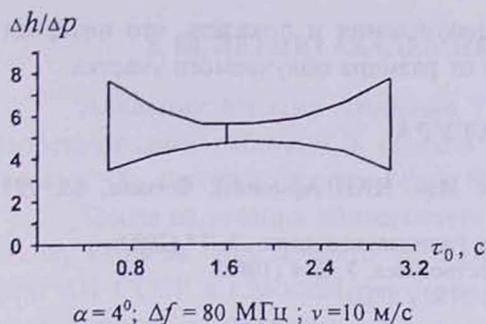
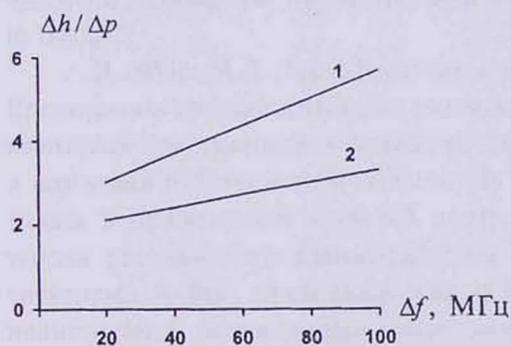


Рис.2. Графики зависимостей эффективности частотного накопления от длительности интервала оценки параметров наблюдения и скорости ветра.

Зависимости значений $\Delta h / \Delta p$ при $\alpha = 4$ и 8° приведены на рис.3. Значения получены путем усреднения величины $\Delta h / \Delta p$ по набору из 20 кривых и взяты в той области, где разброс наименьший, т.е. при $\tau_0 = 1,6$ с

Исходя из общепринятой двухмасштабной модели радиолокационных отражений и релейского характера амплитуд огибающих отраженных сигналов следует, что эффективность частотного (или временного) накопления определяется числом независимо накапливаемых отсчетов. При расширении полосы с 1 до 80 МГц ширина дорожки уменьшается соответственно в \sqrt{N} раз. При этом N_{80} определяется как отношение ширины спектра сигнала Δf к интервалу частотной декорреляции Δf_k [3,4].

Для экспериментальной оценки Δf_k были сопоставлены величины $\Delta h / \Delta p$ при $\alpha = 4; 8^\circ$ и $\Delta f = 40; 80$ МГц (см. таблицу и рис.3) и найдены $\Delta f_k = \Delta f / N = \Delta f / (\Delta h / \Delta p)^2$. Заметим, что при зондировании узкополосным сигналом с облучаемого участка получается одна выборка, так как ширина спектра этого сигнала заведомо меньше Δf_k .



показатели	угол наблюдения	
	$\alpha = 4^\circ$	$\alpha = 8^\circ$
	для $\Delta f = 80 \text{ МГц}$	
$\Delta h / \Delta p$	5	3,2
N_{80}	25	10
$\Delta f_k, \text{ МГц}$	3,2	7,8
	для $\Delta f = 40 \text{ МГц}$	
$\Delta h / \Delta p$	3,45	2,23
N_{40}	12	5
$\Delta f_k, \text{ МГц}$	3,3	7,6

Рис.3. Зависимость эффективности частотного накопления от ширины спектра:
1) $\alpha = 4^\circ; v = 10 \text{ м/с}$, 2) $\alpha = 8^\circ; v = 10 \text{ м/с}$.

Таким образом, экспериментально удалось подтвердить равную эф-

фективность частотного и временного накопления и показать, что интервал частотной декорреляции зависит только от размера облучаемого участка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г.Г.Бахшян, К.С.Мосоян, О.Б.Петросян. Изв. НАН Армении, Физика, 36, 295 (2001).
2. В.К.Волосюк, В.Ф.Кравченко. Зарубежная Радиоэлектроника, 2, 37 (2002).
3. Р.К.Мур, В.Р.Уайт. Зарубежная Радиоэлектроника, 7, 244 (1968).
4. A.De Maio. IEEE Trans., signal process, 50, 2152 (2002).

ԾՈՎԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻՑ ԱՆԴՐԱԴԱՐՁԱԾ ՌԱԴԻՈԱԶԴԱՆՇԱՆՆԵՐԻ
ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ ՆԵՂՇԵՐՏ ԵՎ ԼԱՅՆՇԵՐՏ ՋՈՆԴԱՎՈՐՄԱՆ ԴԵՊՐՈՒՄ

Կ.Ս. ՄՈՍՈՅԱՆ, Հ.Բ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

Ներկայացված են ծովի մակերևույթից անդրադարձող ալիքների փորձնական չափումների բնութագրերը, երբ ծովի մակերևույթը զոնդավորվում է նեղշերտ և լայնշերտ սպեկտր ունեցող ռադիոազդանշաններով: Կատարված անդրադարձող ռադիոազդանշանների բարձր հաճախությունների ֆլուկտուացիաների մեծությունների հաճախակային և ժամանակային միջինացումների համեմատություն: Փորձականորեն ցույց է տրված, որ ժամանակային և հաճախակային միջինացումները միանման են անդրադառնում բարձր հաճախակային ֆլուկտուացիաների հարթեցման վրա:

CHARACTERISTICS OF THE SIGNALS REFLECTED FROM A SEA SURFACE AT NARROW-BAND AND BROADBAND SOUNDING

K.S. MOSOYAN, H.B. PETROSYAN

Results of experimental measurements of characteristics of reflection from a sea surface at sounding by signals with wide and narrow spectra are presented. Comparison of high-frequency fluctuations of the reflected signal at frequency and time averagings is made. It is shown experimentally that the time and frequency averagings have an identical effect on smoothing of high-frequency fluctuations.

