Методика дистанционного определения характеристик ветрового волнения: 1. Расчет радиояркостных контрастов взволнованной водной поверхности

И.Н. Садовский [1,2]

[1]*Институт космических исследований РАН*
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
E-mail: ilya_sadovsky@iki.rssi.ru
[2]*Владимирский Государственный Университет*
600026, Владимир, ул. Горького, 87
E-mail: ilya_nik_sad@mail.ru

Серия работ «Методика дистанционного определения характеристик ветрового волнения» посвящена вопросу создания методики нелинейной радиотепловой резонансной спектроскопии (НРРС). НРРС разрабатывается с целью дистанционного определения характеристик спектра гравитационно-капиллярных волн (ГКВ) на основе данных угловых радиополяриметрических измерений. В работах данной серии изложены теоретические основы используемого метода (предложенного Ю.Г.Трохимовским в 1997), особенности его программной и аппаратной реализации, представлен алгоритм проведения радиополяриметрических измерений, результаты апробации методики в рамках международного натурного эксперимента «CAPMOS'05», сравнения полученных результатов как с существующими моделями ветрового волнения, так и с данными контактных измерений, выполненных посредством струнного волнографа.

В настоящей работе представлена методика расчета радиояркостных контрастов взволнованной водной поверхности. Расчет вклада длинноволновых и коротковолновых компонент волнения выполняется отдельно, по методу Кирхгофа в приближении геометрической оптики и в соответствии с теорией «критических явлений» в приближении метода малых возмущений, соответственно. Показано, что в данной постановке вклад длинноволновых компонент волнения является функцией дисперсии их уклонов, а коротковолновые компоненты могут быть рассчитаны по известному пространственному спектру возвышений морской поверхности. Анализ данных модельных расчетов показал, что рассмотренные в работе модели ветрового волнения, в равной степени могут быть использованы для определения величины приращения яркостной температуры взволнованной морской поверхности. Расхождения в оценке величины радиояркостных контрастов измеренных экспериментально и рассчитанных в соответствии с моделями ветрового волнения, являются следствием отличия реальных условий волнообразования (имеющих место в ходе натурного эксперимента) от модельных (закладываемых в модели значений разгона и т.п.).

Пространственные характеристики ветрового волнения

Для полной характеристики квазистационарного волнения необходимо знать бесконечномерный закон распределения аппликат волновой поверхности, однако для практических целей обычно используются более простые вероятностные характеристики, описывающие квазистационарное волнение лишь приближенно. К таким характеристикам относятся двумерный спектр возвышений морской поверхности и функции распределения элементов волн.

В работе [1] показано, что в предположении гауссовости волнового процесса, статистические характеристики волновых аппликат достаточно полно описываются функцией спектральной плотности $S\left(\vec{K}\right)$ (пространственный спектр волн), аргументами которой являются в декартовой системе координат проекции K_X и K_Y волнового числа $\vec{K}$ на оси OX и OY, а в полярных координатах – волновое число K как радиус–вектор и полярный угол $\varphi = arctg\, K_X / K_Y$.

Функция спектральной плоскости $S\left(\vec{K}\right)$ нормируется согласно выражению:

$$\sigma_\xi^2 = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} S\left(K_x, K_y\right) dK_x dK_y = \int_{0}^{\infty}\int_{-\pi}^{\pi} S\left(K,\varphi\right) K dK d\varphi = \int_{0}^{\infty} S\left(K\right) dK,$$