

## Особенности учета вклада длинноволновых компонент волнения в приращение излучательной способности морской поверхности

И.Н. Садовский<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт космических исследований РАН  
117997 Москва, Профсоюзная 84/32

<sup>2</sup>Владимирский государственный университет,  
600026, Владимир, ул. Горького, 87  
E-mail: Ilya\_Nik\_Sad@mail.ru

В работе рассмотрены основные соотношения, используемые для оценки интенсивности собственного радио-теплового излучения морской поверхности в присутствии энергонесущих компонент ветрового волнения. Вид представленных соотношений позволяет упростить понимание основных этапов выполнения модельных расчетов: оценки излучения плоского фацета; расчета отклика радиометрического приемника в зависимости от ориентации приемной антенны; учета переотраженного излучения атмосферы; изменение эффективной площади излучения фацета; учета функции распределения уклонов взволнованной поверхности.

**Ключевые слова:** радиотепловое излучение, длинноволновые компоненты ветровых волн, излучение плоского фацета, эффект самозатенения, функция видимого распределения.

### Введение

Общая макроскопическая теория тепловых электромагнитных полей была развита М.Л. Левиным и С.М. Рытовым (Левин, Рытов, 1967). В строгом изложении флюктуационное (тепловое) поле в среде описывается системой неоднородных уравнений Максвелла с однородными граничными условиями. Однако решение конкретных краевых задач подобного рода наталкивается на известные математические трудности. Более простая схема расчета поля теплового излучения основана на обобщенном законе Кирхгофа.

Согласно основным положениям (Левин, Рытов, 1967), на основании теоремы взаимности или принципа детального термодинамического равновесия задача о приеме антенной теплового радиоизлучения сводится к дифракционной задаче о распределении в этой среде поля при работе антенны на передачу. В этом случае отклик антенны на тепловое радиоизлучение участка поверхности  $S_n$  определяется соотношением (Цейтлин, 1966; Разин, Цейтлин, 1962):

$$J = \frac{1}{P_n} \left\{ \oint_{S_n} T (\vec{P} \cdot \vec{n}') dS_n + \int_{V_c} \vec{P} \cdot \text{grad } T dV_c \right\} \quad (1)$$

где  $P_n$  – мощность, излучаемая антенной,  $\vec{P}$  – вектор Пойнтинга антенного поля внутри среды у ее поверхности;  $\vec{n}'$  - нормаль к поверхности, направленная внутрь среды;  $V_c$  – объем среды;  $T$  – температура среды.

В предположении постоянства температуры по поверхности среды и в пределах скин-слоя, а также равномерного облучения поверхности при  $S_n >> \lambda^2$ , когда краевыми эффектами можно пренебречь, из (1) следует выражение, характеризующее яркостную температуру  $T_\alpha$  и коэффициент излучения  $\chi^{S_n}$  участка  $S_n$  поверхности:

$$\begin{aligned} J &\cong \frac{T}{P_n} \int_{S_n} (\vec{P} \cdot \vec{n}') dS_n, T_{\alpha}^{S_n} \equiv J \cong T \cdot \chi^{S_n} \\ \chi^{S_n} &\cong \frac{P_c}{P_n}, P_c = \int_{S_n} (\vec{P} \cdot \vec{n}') dS_n. \end{aligned} \quad (2)$$