

## Спектральные особенности формирования глобального крупномасштабного радиотеплового излучения растительных покровов Земли в дециметровом диапазоне

А.Г. Гранков, А.А. Мильшин, Н.К. Шелобанова, Е.А. Чубарева

*Фрязинский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук  
Пл. Ак. Введенского, д.1, г. Фрязино Московской области 141190  
[amilshin@list.ru](mailto:amilshin@list.ru)*

*Модель глобального радиотеплового излучения земной поверхности используется для исследования крупномасштабной пространственно-временной динамики растительного покрова и лесов. Моделирования интегрального поглощения, коэффициента прохождения и радиотеплового излучения растительного и лесного полога выполнено на волнах 10, 15, 21, 30, 43, 50, 60, 75 и 100 см с пространственным разрешением по широте и долготе  $4^\circ \times 5^\circ$ . Анализируются пространственные, временные и спектральные особенности глобального радиоизлучения лесов.*

*The global model of natural microwave emission of a terrestrial surface is used for research of large-scale spatial - temporary dynamics of radioradiation of wood zones. Modeling opacity, attenuation and forest canopy brightness temperature on waves 10, 15, 21, 30, 43, 50, 60, 75, and 100 cm with the spatial resolution on latitude and longitude  $4^\circ \times 5^\circ$  is executed. The spatial, temporary and spectral features of global natural microwave emission of wood areas are analyzed.*

При наблюдении климатических процессов и глобальных изменений методами СВЧ - радиометрии представляет интерес исследования отклика радиотеплового излучения земной поверхности на глобальные изменения на пространственных масштабах, принятых при изучении климата. В СВЧ - радиометрии глобальное моделирование применяется при исследовании крупномасштабной пространственно-временной динамики радиоизлучения Земли на сетке  $4^\circ \times 5^\circ$  [1]. Эти исследования важны для анализа потенциала перспективных спутниковых радиометров L - и P - диапазонов (15 - 100 см) с низким пространственным разрешением в климатологических задачах, для создания и проверки универсальных алгоритмов глобального мониторинга влажности почв в рамках проекта европейского космического агентства SMOS российского проекта Зонд-ПП и для совместного использования технологий моделирования (ГИМС) и СВЧ - данных.

Для расчета интегрального поглощения в работе используется соотношение [2]:

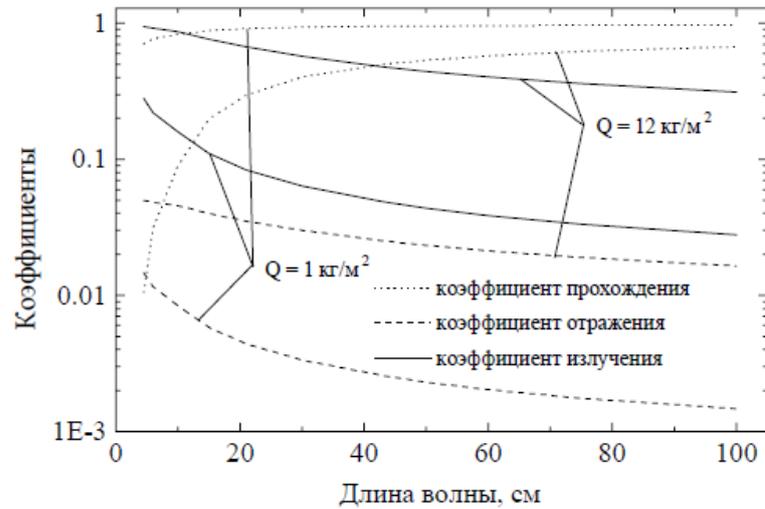
$$\tau_c(\lambda) = \gamma(\lambda)L,$$

где  $\gamma(\lambda)$  - погонное ослабление радиоволн растительностью на волне  $\lambda$ ,  $L$  - модельная высота лесного полога. Использовалась следующая эмпирическая модель зависимости погонного ослабления  $\gamma$  (дБ/м) от частоты  $f$  (МГц) в виде соотношения  $\gamma = Af^C$  для разных типов лесов в диапазоне частот 30 – 9000 МГц. Результаты моделирования представлены на рис.1. Данные о высоте лесного полога были получены в экспериментальных работах ISLSCP (International Land Surface Climatology Project). При моделировании интегрального ослабления учитывались следующие типы леса: широколиственные вечнозеленые леса, широколиственные леса, смешанные хвойные и широколиственные леса, хвойные леса, высокоширотные лиственные леса.

Интенсивность излучения лесного полога  $T_C^{BT}(\lambda)$  определяется температурой полога  $T_C$ , коэффициентом прохождения  $t(\lambda)$  и коэффициентом отражения  $r(\lambda)$ :

$$T_c^{BT}(\lambda) = T_c(1 - t(\lambda) - r(\lambda)) = T_c(1 - \exp(-\tau_c(\lambda)) - r_0(1 - \exp(-\tau_c(\lambda))),$$

где  $r_0$  - альbedo полубесконечного слоя растительности, равное приблизительно 0.05.

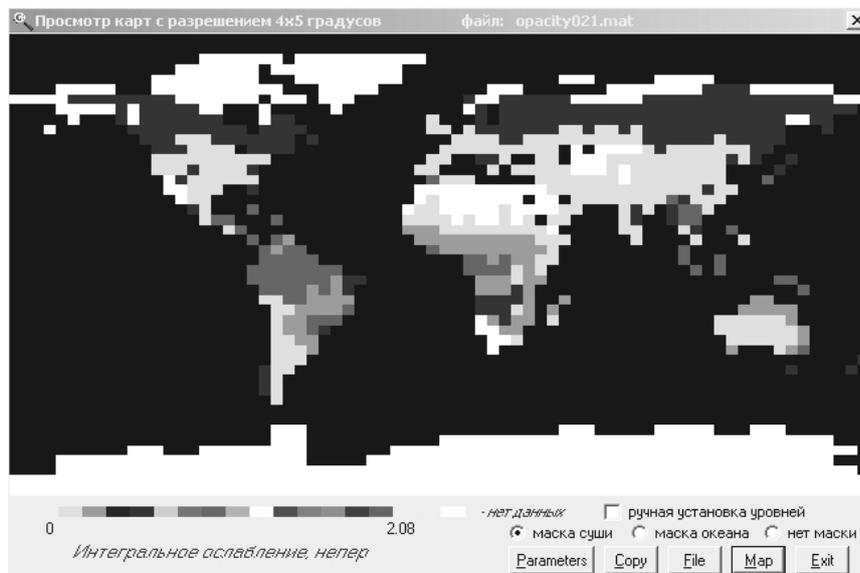


**Рис. 1.** Спектральная зависимость коэффициента прохождения, отражения и излучения листового лесного полога при изменении запаса фитомассы от 1 до 12 кг/м<sup>2</sup>.

При глобальном моделировании эффективная яркостная температура (ЯТ) в пространственной ячейке  $T_p^{BT}$  зависит от пространственного распределения (мозаичности) ЯТ:

$$T_p^{BT} = \sum_{j=1}^N f_j T_j^{BT},$$

где  $f_j, T_j^{BT}$  - соответственно, относительные площади и ЯТ  $j$ -го типа поверхности (открытой почвы, почвы с растительностью, водной поверхности и т.п.) в ячейке.



**Рис.2.** Карта интегрального поглощения радиоизлучения растительными покровами Земли на волне 21 см.

На рис. 2-4 представлены примеры пространственного распределения интегрального поглощения, коэффициента прохождения и ЯТ для шести типов лесов на волне 21 см в июне 1992 г.

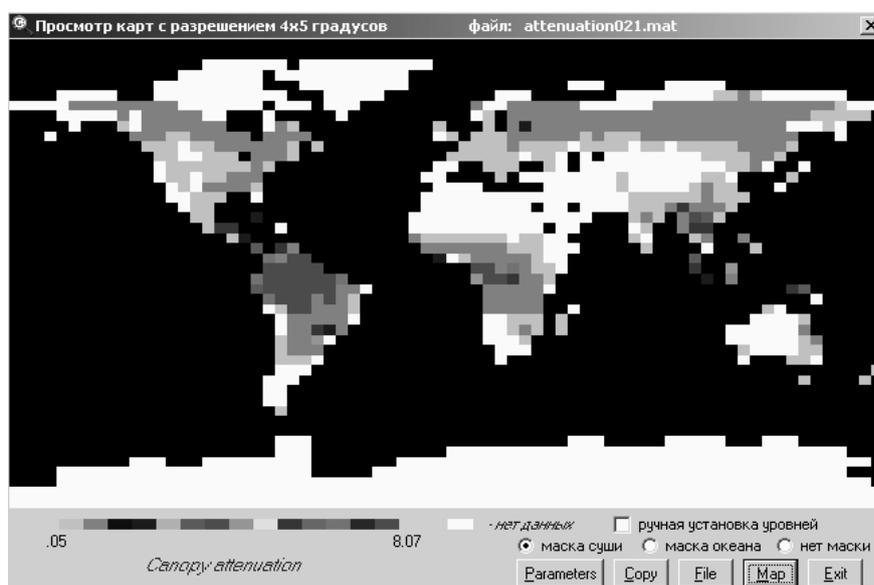


Рис.3. Карта ослабления радиоионизлучение растительных покровов Земли на волне 21 см.

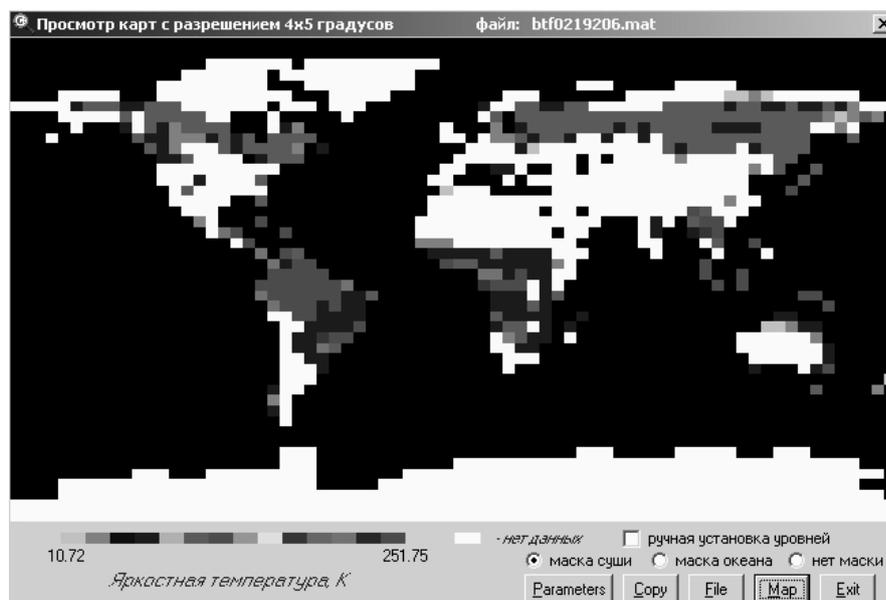


Рис.4. Карта собственного радиоионизлучение лесов Земли на волне 21 см.

### Литература

1. Галкин Ю.С., Гранков А.Г., Мильшин А.А., Шмаленюк А.С. Моделирование ослабления радиоволн лесным пологом в глобальной модели радиоионизлучения земной поверхности в L- и P- диапазонах // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. Вып.2 (51). 2007. С.90-99.
2. Гранков А.Г., Мильшин А.А., Чухланцев А.А. Экспериментальные оценки ослабления радиоволн кронами деревьев в мм, см и дм диапазонах // Исследование Земли из космоса, 2005, № 2, С.20-26