

Ш.А. Ахмедов

**СТРУКТУРА ПОЛЯ ОТРАЖЕННОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА ПО ДАННЫМ ИСЗ «ИНТЕРКОСМОС-21»**

В статье рассматриваются статистические характеристики спектральной структуры отраженной радиации в области 0,415–0,822 мкм. Данные получены со спутника «Интеркосмос-21» с помощью аппаратуры МКС над некоторыми районами СССР.

Вариации спектральной яркости системы «поверхность–атмосфера» даже в условиях высокой прозрачности атмосферы оказываются довольно значительными и носят случайный характер [1, 2]. Для изучения спектральной структуры поля солнечной радиации указанной системы необходимо применение статистических методов.

Некоторые возможности в этом направлении представляют материалы измерений спектральной яркости в диапазоне  $\lambda = 0,415 - 0,822$  мкм, полученные со спутника «Интеркосмос-21» с помощью измерительной аппаратуры МКС. Обработывались спектры отраженной солнечной радиации над некоторыми участками АзССР, ГрузССР, над Красноярским краем и Тихим океаном.

Для изучения статистических характеристик яркостей  $J_i(\lambda_k)$ , рассматриваемых как 13-мерные случайные векторы ( $k = 1, 2, \dots, 13, i = 1, 2, \dots, N$  – номер реализации вектора, который менялся от 43 до 64 для исследуемых районов), помимо средних спектральных распределений яркости  $\bar{J}(\lambda_k)$  и среднеквадратических отклонений  $\sigma_J(\lambda_k)$ , для каждого района вычислялись автокорреляционные матрицы  $B_{JJ}(\lambda_k, \lambda_l)$ , коэффициенты корреляции  $R_{JJ}(\lambda_k, \lambda_l) = B_{JJ}(\lambda_k, \lambda_l) / \sigma_J(\lambda_k)\sigma_J(\lambda_l)$ .

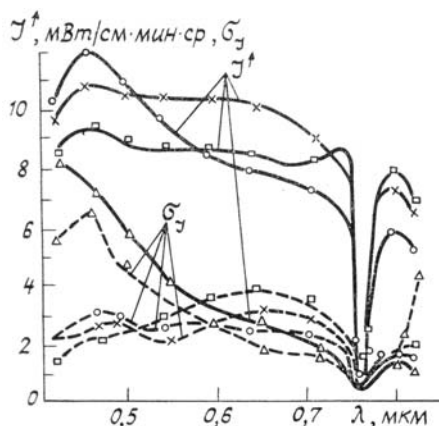


Рис. 1. Среднее спектральное распределение яркости  $\bar{J}(\lambda_k)$  системы «поверхность–атмосфера» (сплошные линии) и среднеквадратические отклонения  $\sigma_J(\lambda_k)$ :  
 ○ – Красноярск;    □ – ГрузССР;    × – АзССР;  
 △ – Тихий океан

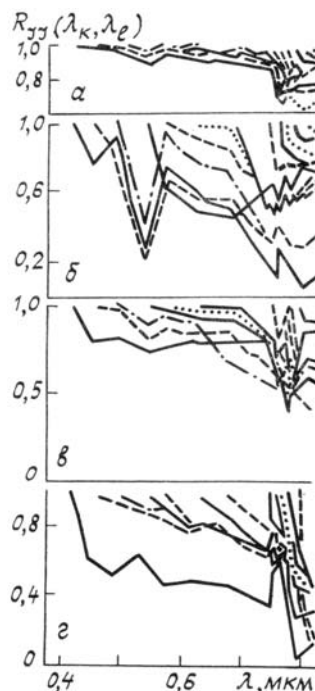


Рис. 2. Коэффициенты корреляции  $R_{JJ}(\lambda_k, \lambda_l)$ ,  
 а – Красноярск; б – АзССР; в – ГрузССР; г – Тихий океан

На рис. 1 показаны средние распределения яркости  $\bar{J}(\lambda_k)$  и среднеквадратические отклонения  $\sigma_J(\lambda_k)$ . Как видно из рисунка, спектральный ход  $\bar{J}$  над сушей и над водой существенно отличается.

Спектральный ход  $\bar{J}$  для исследуемых районов суши почти одинаков и имеет один глубокий минимум в области полосы поглощения молекулярного кислорода  $\lambda = 0,76$  мкм. Среднеквадратические отклонения  $\sigma_f(\lambda_k)$  для яркости составляют в среднем 30% над сушей, достигая 70% над морской поверхностью. То обстоятельство, что дисперсия вариаций  $J_i(\lambda_k)$  здесь более чем в два раза превосходит дисперсию над сушей, свидетельствует о существенных вариациях аэрозоля над Тихим океаном.

На рис. 2 представлены коэффициенты корреляционной матрицы  $R_{JJ}(\lambda_k, \lambda_l)$ . Видно, что в этих матрицах отличаются их характерные области. Например, для АзССР, ГрузССР и Красноярского края в области спектра  $\lambda = 0,500 - 0,550$  мкм корреляция падает (для АзССР это падение очень резкое). Пониженные значения корреляции в области  $\lambda > 0,700$  мкм связаны с поглощением молекулярного кислорода и низкой спектральной чувствительностью прибора в участке 0,794 мкм.

Матрица Тихого океана показывает, что общий уровень корреляции на длине волны  $\lambda = 415$  мкм значительно отличается своими низкими значениями от других. Коэффициенты отражения воды в области длин волн  $\lambda < 0,500$  мкм увеличиваются и, следовательно, вклады отражения и рассеяния сравниваются. Этим и можно объяснить малые значения  $R_{JJ}$  на длине  $\lambda = 0,415$  мкм для Тихого океана.

Влияние подстилающей поверхности на перераспределение ролей рассеяния и ослабления восходящей радиации в конечном итоге проявляется в поведении статистических характеристик поля спектральной яркости. Этим, возможно, и определяется более изменчивый характер корреляционных связей для данного уровня измерений и наличие экстремумов в отдельных спектральных интервалах.

Представления о структуре информации, содержащейся в вариациях спектров отраженной радиации, можно получить на основе анализа собственных векторов  $\varphi_m(\lambda_k)$ , а также собственных значений  $\mu_m$  [3]. Анализ этих характеристик показывает, что  $\varphi_1(\lambda_k)$  на всем протяжении спектра положителен и отражает в основном спектральный ход дисперсий яркости, а  $\varphi_2(\lambda_k)$  и  $\varphi_3(\lambda_k)$  имеют один или два перехода через нуль. Притом во всех случаях второй собственный вектор пересекает ось вблизи  $\lambda_k \sim 0,48 - 0,55$  мкм. Для Тихого океана в сравнении со случаями АзССР, ГрузССР и Красноярским краем  $\varphi_2(\lambda_k)$  меняется местами с  $\varphi_3(\lambda_k)$ , что можно объяснить резким минимумом воды при  $\lambda \approx 0,4$  мкм и спадом почти до нуля в  $\lambda > 0,55$  мкм.

Во всех исследуемых районах три первых собственных вектора улавливают основные закономерности распределения потоков радиации по спектру и обеспечивают представление измеренных спектров яркости с ошибкой 15–20%, а первые пять — с 7–10%.

1. Малкевич М. С., Истомина Л. Г., Ховис В. //Изв. АН СССР. ФАО. 1977. Т. 13. № 2. С. 153.
2. Малкевич М. С., Истомина Л. Г. Физические аспекты дистанционного зондирования системы «океан–атмосфера». М.: Наука, 1981. С. 99.
3. Обухов А. М. //Изв. АН СССР. Сер. Геофиз. 1960. № 3.

Научно-производственное объединение космических исследований,  
Баку

Поступило в редакцию  
19 декабря 1988 г.

**S h . A . A k h m e d o v . The Reflected Sun Radiation Field Structure in Visible Spectral Region from «Inter-  
cosmos-21» Satellite Data.**

The statistical characteristics of spectral structure of reflected radiation in the 0,415–0,822  $\mu\text{m}$  range are considered in this paper. These data have been obtained from «INTERCOSMOS-21» satellite by means of MKS apparatus over some areas of the USSR.