

**Предварительные результаты исследований возможностей  
дифференциации вариаций восходящего излучения САП в  
оптическом диапазоне длин волн.**

**Е.М. Козлов**

В трудах пятой юбилейной Всероссийской Открытой конференции “Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса” представлены материалы, в которых предпринята попытка разделения вкладов коэффициентов спектральной яркости атмосферной дымки  $\rho_a(\lambda)$  и водной поверхности  $\rho_p(\lambda)$  с использованием спектрального подхода. Спектральный подход позволяет дифференцировать спектры вариаций  $S_r(\lambda_{r0}, \Omega)$ , которые сформированы образующими систему атмосфера-поверхность (САП) компонентами, различающимися характером их реакций взаимодействия с солнечным излучением  $r(\lambda)$  (далее, просто реакция), где  $\lambda_{r0}$  - идентифицирующий компоненты параметр (длина волны максимума реакции). В силу трансформирующих свойств системы, в действительности приходится иметь дело с наблюдаемыми реакциями  $rn(\lambda)$ , т.е. отягощенными преобразующими эффектами САП.

В настоящей работе, вниманию предлагаются результаты исследований достоверности восстановления наблюдаемых спектров дифференцированных вариаций  $S_m(\lambda_{m0}, \Omega)$ , поскольку от точности их восстановления напрямую зависит эффективность решения задачи разделения вкладов, в частности, коэффициентов спектральной яркости дымки  $\rho_a(\lambda)$  и поверхности  $\rho_p(\lambda)$ .

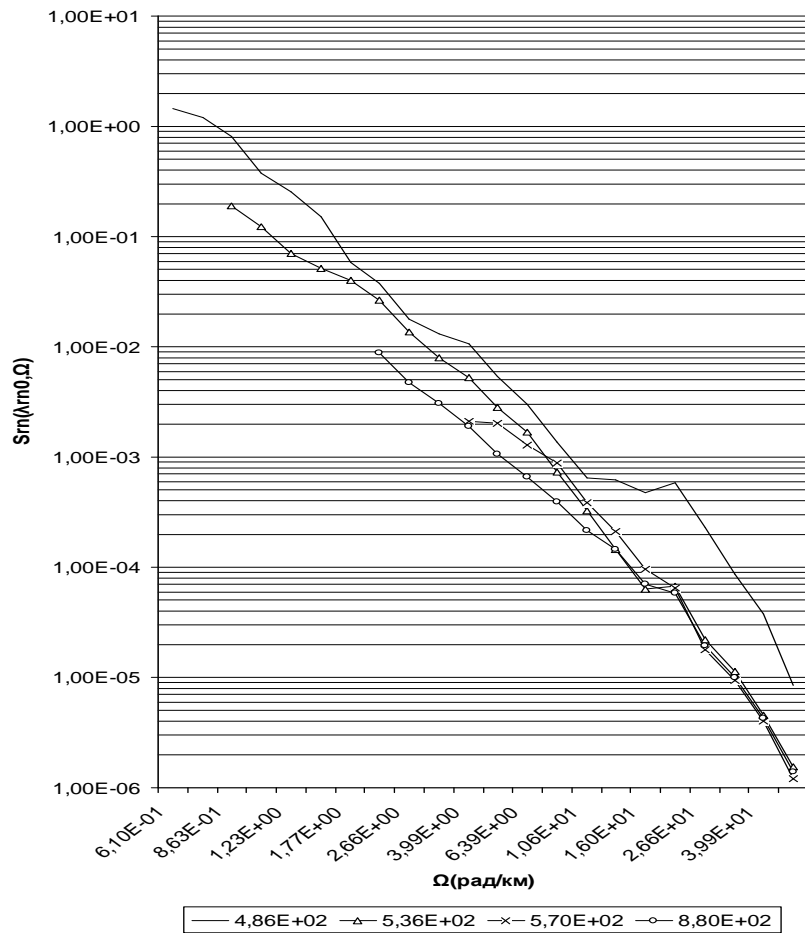
В качестве экспериментального материала использовались измерения нормированного на солнечную постоянную восходящего излучения САП  $I_\lambda(x)$  в двенадцати спектральных интервалах оптического диапазона  $\lambda$ , где  $x$  - горизонтальная координата наблюдений. Измерения проводились над акваторией залива Батабано вдоль трассы протяженностью 90 км с борта самолета-лаборатории на высоте 3 500 м аппаратурой МКС-М (блок БС) во время международного многоуровневого эксперимента "Карибэ-88".

Оценкой достоверности восстановления  $S_m(\lambda_{rn0}, \Omega)$  служило отношение сигнал/шум

$$osh_m(\lambda_{rn0}, \Omega) = S_m(\lambda_{rn0}, \Omega) * \Pi_\Omega / \sigma_m^2(\lambda_{rn0}, \Omega)$$

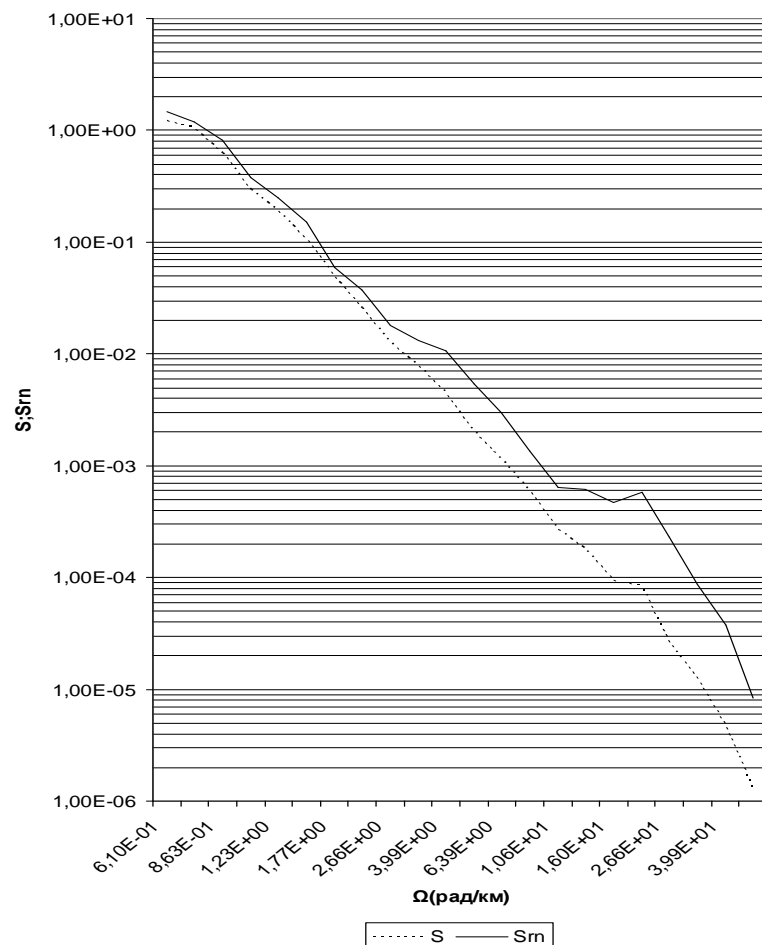
где -  $S_m(\lambda_{rn0}, \Omega)$  спектральная плотность вариаций яркости, дифференцированных по характеру реакции  $rn(\lambda)$  в анализируемой полосе частот  $\Pi_\Omega$ , центрированной около  $\Omega$ ;  $\sigma_m^2(\lambda_{rn0}, \Omega)$  - дисперсия восстановления вариаций (шум, помеха).

Спектры дифференцированных вариаций спектральной яркости  $S_m(\lambda_{rn0}, \Omega)$  для реакций  $rn(\lambda)$ , centered around  $\lambda_{rn0} = 486, 536, 570$  and  $880$  nm.



- 1. Characterized by values of spectral density  $S_m(\lambda_{rn0}, \Omega)$  in the interval  $1,20e-06 - 1,46e-00$ .
- 2. Manifested not in all spatial frequencies  $\Omega$ .
- 3. Detect structural features.

Сравнение спектров вариаций  $S_m(\lambda_{m0} = 486\text{нм}, \Omega)$   
дифференцированных по характеру реакций и  
суммарных спектров  $S(\lambda = 486\text{нм}, \Omega)$  .



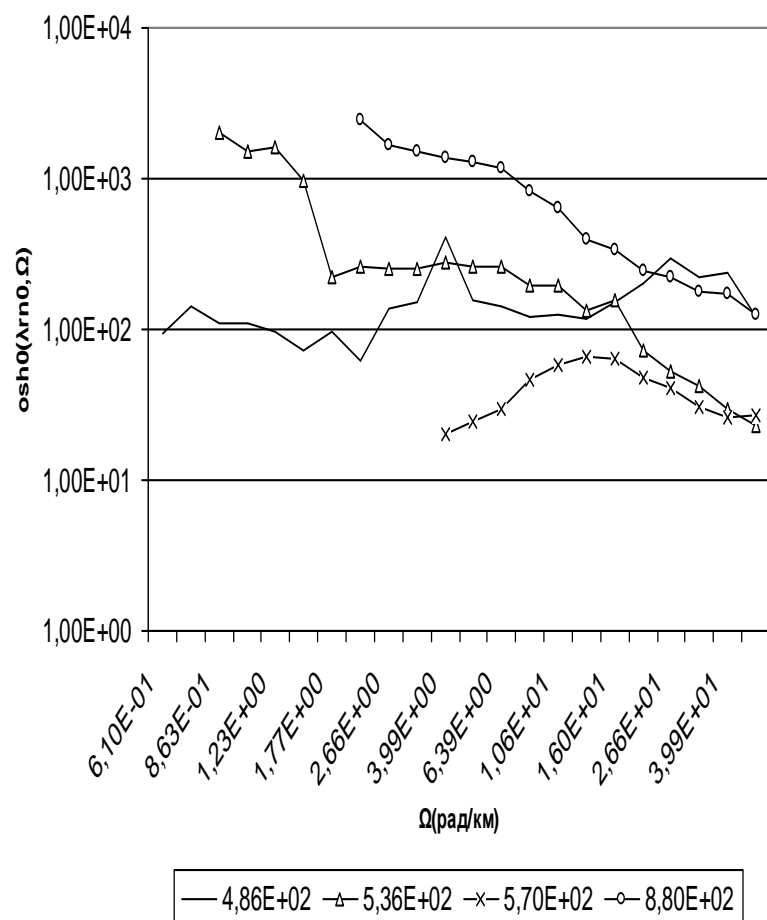
- обнаруживает более контрастно выраженные структурные особенности восстановленных спектров  $S_m(\lambda_{m0} = 486\text{нм}, \Omega)$  по сравнению с суммарными  $S(\lambda = 486\text{нм}, \Omega)$

Спектры дифференцированных вариаций  $S_m(\lambda_{m0}, \Omega)$  отягощены ошибками восстановления.

Источниками ошибок являются:

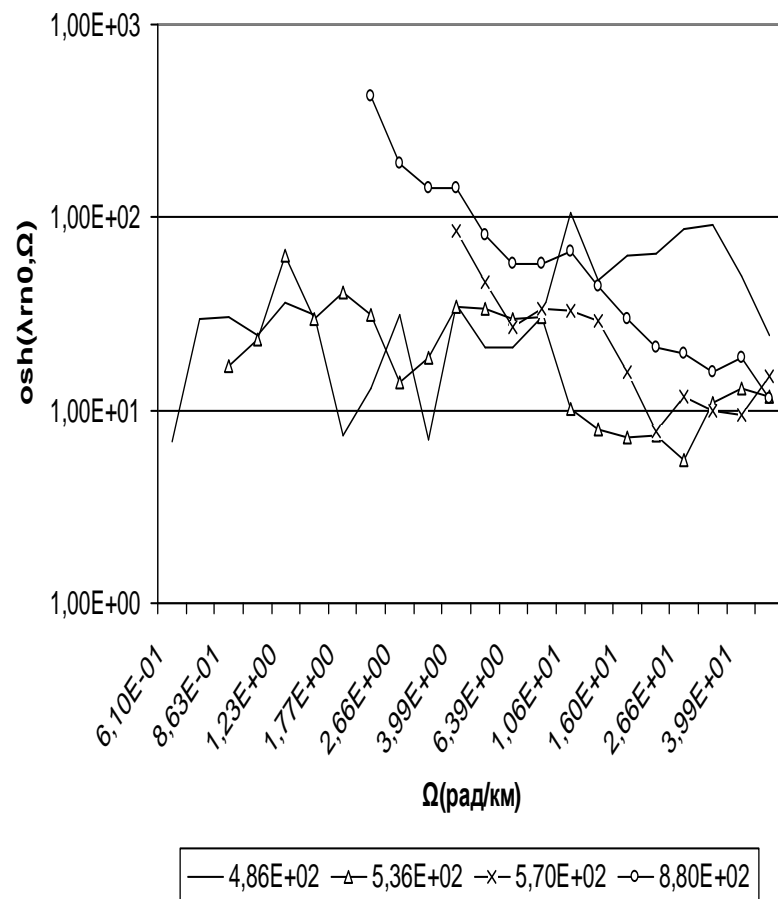
- - шумы измерительных трактов;
- - эффекты, связанные с одновременной регистрацией вариаций, принадлежащих различным компонентам САП;
- - корректность учета эффекта Шенона для дискретно-заданных значений спектральной яркости;
- - степень нелинейности систем регистрации излучения и пр.

Отношение сигнал/(шум измерительного тракта)  
 $osh0(\lambda_{m0}, \Omega)$  для рассматриваемых вариаций  
 ( $\lambda_{rn0} = 486, 536, 570$  и  $880$ нм).



- Характеризуются максимальными значениями в интервале от  $6,63e+01$  ( $\lambda_{rn0} = 570$ нм;  $\Omega=13,3$  рад/км) до  $2,47e+03$  ( $\lambda_{rn0} = 880$ нм;  $\Omega=2,13$  рад/км) , что свидетельствует о высоких измерительных свойствах аппаратуры.

Отношение сигнал/(ошибки восстановления)  $osh_m(\lambda_{m0}, \Omega)$   
 спектров дифференцированных вариаций  $S_m(\lambda_{m0}, \Omega)$  .



- Отображают структуру  $osh_m(\lambda_{m0}, \Omega)$  для различных дифференцированных вариаций в зависимости от пространственной частоты  $\Omega$ .
- Характеризуются значениями в интервале от  $5,53e+00$  ( $\lambda_{m0} = 536\text{нм}$ ,  $\Omega=22,6\text{рад/км}$ ) до  $4,27e+02$  ( $\lambda_{m0}=880\text{нм}$ ,  $\Omega=2,13\text{рад/км}$ ) и
- максимальными величинами:  $1,07e+02$  ( $\lambda_{m0} = 486\text{нм}$ ,  $\Omega=10,6\text{рад/км}$ );  $6,41e+01$  ( $\lambda_{m0} = 536\text{нм}$ ;  $\Omega=1,23\text{рад/км}$ );  $8,48e+01$  ( $\lambda_{m0} = 570\text{нм}$ ;  $\Omega=3,99\text{рад/км}$ );  $4,27e+02$  ( $\lambda_{m0} = 880\text{нм}$ ;  $\Omega=2,13\text{рад/км}$ ).



# Заключение

- Таким образом, проведенные исследования показывают, что при высоких измерительных свойствах спектрометра МКС-М (блок БС), ошибки восстановления спектров дифференцированных вариаций, имеют вполне удовлетворительные величины, которые характеризуются интервалом максимальных значений  $osh_m(\lambda_{m0}, \Omega)$  от  $6.41e+01$  до  $4,27e+02$ . Т.е. восстановленные спектры  $S_m(\lambda_{m0}, \Omega)$  имеют достаточно высокую степень достоверности. Особенно это относится к вариациям с координатами максимумов наблюдаемой реакции центрированных около  $\lambda_{m0}=486$  и  $880$  нм .