

УДК 551.521.593

В.Н. ГЛУШКО, П.Г. ЛЫСЕНКО

СПЕКТРАЛЬНАЯ ОБЛУЧЕННОСТЬ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Приводятся некоторые результаты прямых измерений спектральной облученности горизонтальной поверхности суммарной (прямой солнечной и рассеянной радиацией) и рассеянной солнечной радиацией при безоблачном небе в абсолютных энергетических единицах, с одновременным измерением спектральной оптической толщины атмосферы.

Для корректного учета влияния атмосферы Земли на формирование электромагнитного излучения, регистрируемого сенсором на спутнике, при дистанционном зондировании поверхности Земли необходимо знать оптические характеристики атмосферы. Одной из таких характеристик, определяющих передаточную функцию атмосферы, является облученность горизонтальной поверхности [1].

В настоящей работе приводятся некоторые результаты прямых измерений спектральной об-

лученности горизонтальной поверхности суммарной (прямой солнечной и рассеянной радиацией) и рассеянной солнечной радиацией при безоблачном небе в абсолютных энергетических единицах, с одновременным измерением спектральной оптической толщины атмосферы. Измерения проводились на горной обсерватории (1400 м над уровнем моря) фотометром с интегрирующим шаром. Величины альбедо подстилающей поверхности для обсерватории взяты из работы [2].

Внутренний диаметр шара 180 мм. Суммарная площадь двух отверстий шара (входного и выходного) составляет менее 0,5% от площади его внутренней поверхности. Для измерения облученности рассеянной радиации от небосвода фотометр снабжен затеняющим экраном. Угол затенения входного отверстия равен 90°. Диаметр прямой тени от экрана на 4 мм больше входного отверстия. Внутренняя поверхность шара покрыта специальной глубокоматовой эмалью АК-512 с высоким альбедо и изотропным отражением во всей измеряемой области спектра. Конструкция фотометра позволяет одновременно производить измерения оптической толщины атмосферы прямым методом Бугера. Для этой цели фотометр снабжен специальной насадкой с экраном, покрытым слоем материала с известными отражающими свойствами. Для контроля чувствительности и калибровки измерений в абсолютных единицах фотометр оборудован встроенным стабилизированным источником излучения с известным распределением энергии по спектру. Калибровка источника проводилась по внеатмосферному солнечному излучению методом линейной интерполяции бугеровских прямых к нулевой атмосферной массе по наблюдениям в оптически устойчивые (в отношении прозрачности) дни. Величины освещенности ($E_{0\lambda}$), создаваемой солнечным излучением на площадке, расположенной перпендикулярно к направлению падающего потока, вне атмосферы Земли брались из работы [3]. Измерения проводились с интерференционными светофильтрами, центрированными на длины волн $\lambda = 442; 462; 558; 592; 710; 950$ нм. Приемник излучения - ФЭУ-62. Контроль устойчивости прозрачности атмосферы по измерениям осуществлялся по измерениям солнечного ореола (4) в течение дня.

Для иллюстрации полученных результатов на рисунке 1 и 2 приведена зависимость спектральной облученности горизонтальной поверхности $E_{H+\odot}$ (10^{-5} вт/см²нм) от зенитного расстояния Солнца Z_{\odot} (в градусах) для двух длин волн $\lambda_1 = 442$ нм и $\lambda_2 = 710$ нм. Как видно из рисунков, наблюдается достаточно хорошее совпадение характера изменения $E_{H+\odot}$ от зенитного расстояния Солнца с данными, рассчитанными на основе таблиц [5,6].

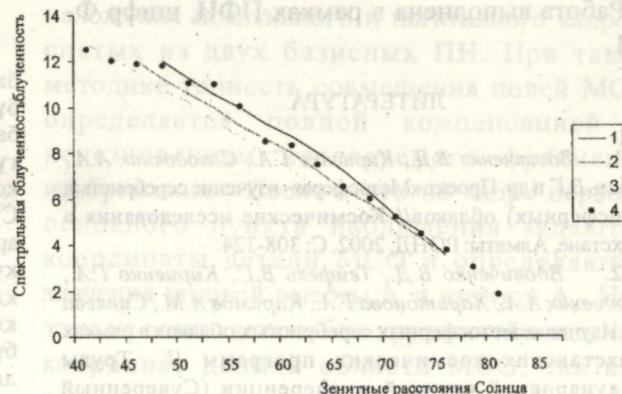


Рисунок 1. Зависимость спектральной облученности горизонтальной поверхности суммарной солнечной радиацией от зенитного расстояния Солнца для $\lambda = 442$ нм. Сплошные линии – результаты расчетов (1 - $\tau = 0,2$; $q = 0,2$ [5]. 2 - $\tau = 0,4$; $q = 0,2$ [5]. 3 - $\tau = 0,492$; $q = 0,06$ [4]), точки – экспериментальные данные.

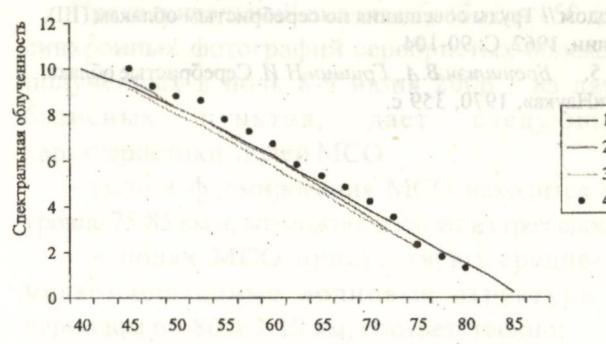


Рисунок 2. Зависимость спектральной облученности горизонтальной поверхности суммарной солнечной радиацией от зенитного расстояния Солнца для $\lambda = 710$ нм. Сплошные линии – результаты расчетов (1 - $\tau = 0,1$; $q = 0,2$ [5]. 2 - $\tau = 0,2$; $q = 0,2$ [5]. 3 - $\tau = 0,193$; $q = 0,25$ [4]), точки – экспериментальные данные.

На рисунках 3 и 4 приведены графики зависимости спектральной облученности горизонтальной поверхности только рассеянной радиацией E_H от зенитного расстояния Солнца Z_{\odot} для двух длин волн $\lambda_1 = 442$ нм и $\lambda_2 = 710$ нм. Для сравнения здесь же приведены величины, полученные на основе теоретических расчетов [4,5]. В данном случае наблюдается значительное расхождение в характере зависимости $E = f(Z_{\odot})$ между экспериментом и расчетом. Экспериментально полученная кривая зависимости $E = f(Z_{\odot})$ имеет более пологий вид. Абсолютные величины E для $Z_{\odot} < 60^\circ$ при близких по значению основных параметрах атмосферы, практически совпадают с расчетными.

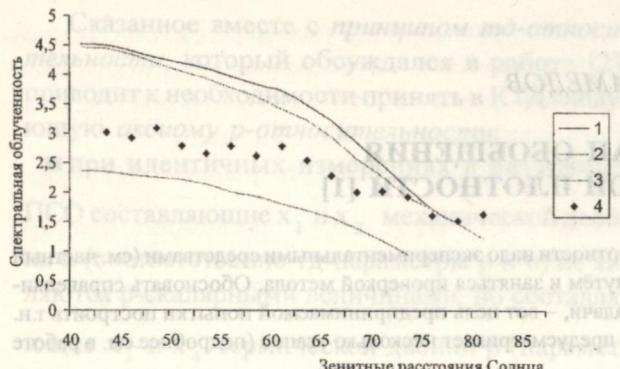


Рисунок 3. Зависимость спектральной облученности горизонтальной поверхности рассеянной радиацией от зенитного расстояния Солнца для $\lambda = 442$ нм. Сплошные линии – результаты расчетов ($1 - \tau = 0,2; q = 0,2$ [5]. $2 - \tau = 0,4; q = 0,2$ [5]. $3 - \tau = 0,492; q = 0,06$ [4]), точки – экспериментальные данные.

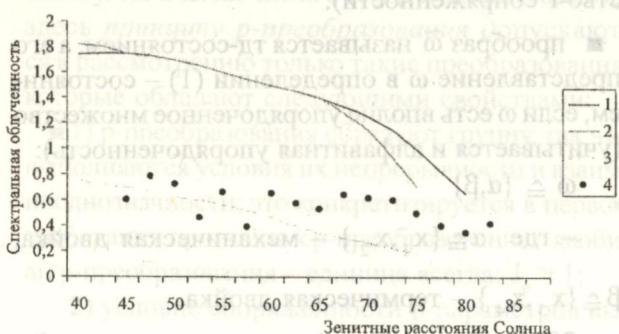


Рисунок 4. Зависимость спектральной облученности горизонтальной поверхности рассеянной солнечной радиацией от зенитного расстояния Солнца для $\lambda = 710$ нм. Сплошные линии – результаты расчетов ($1 - \tau = 0,1; q = 0,2$ [5]. $2 - \tau = 0,2; q = 0,2$ [5]. $3 - \tau = 0,193; q = 0,25$ [4]), точки – экспериментальные данные.

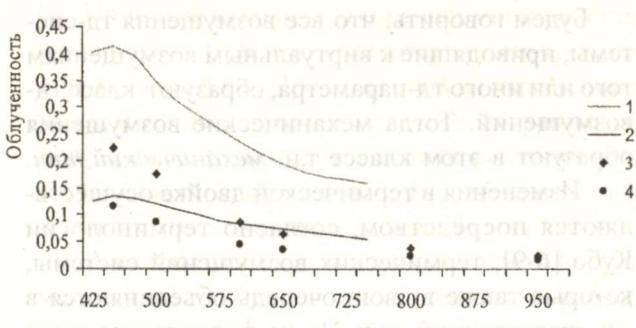


Рисунок 5. Спектральная зависимость облученности горизонтальной поверхности рассеянной радиацией. Сплошные линии – результаты расчетов: $1 - Z_{\odot} = 50^{\circ}$, $2 - Z_{\odot} = 80^{\circ}$; точки – экспериментальные данные: $3 - Z_{\odot} = 50^{\circ}$, $4 - Z_{\odot} = 80^{\circ}$.

На рисунке 5 показана спектральная зависимость облученности горизонтальной поверхности только рассеянной радиацией. Здесь наблюдается наибольшее расхождение между результатами прямых измерений и расчетов (5,6), что необходимо учитывать при расчетах передаточной функции атмосферы.

Работа выполнена в рамках ПФИ, шифр Ф-0351.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малкевич М.С. Некоторые вопросы интерпретации поля уходящей радиации Земли. // Труды ГГО. 1964. Вып. 166. С. 102-116.
2. Глушко В.Н., Иванов А.И., Лившиц Г.Ш., Федулин И.А. Рассеяние инфракрасного излучения в земной атмосфере. // Изд. «Наука». Алма-Ата. 1974. С. 210.
3. Макарова Е.А., Харитонов А.В. Распределение энергии в спектре Солнца и солнечная постоянная. Изд. «Наука», М. 1972. с.266-268.
4. Пясковская-Фесенкова Е.В. Исследование рассеяния света в земной атмосфере. Изд. АН СССР М. 1957. с. 185-199.
5. Болотников Р.В., Гельберг М.Г. Спектральная облученность наклонных поверхностей. «Гидрометеоиздат» Л. 1969, с. 33.50.51.
6. Фейгельсон Е.М., Малкевич М.С., Коган С.Я., Коронатова Г.Д., Глазова К.С., Кузнецова М.А. Расчет яркости света в атмосфере при анизотропном рассеянии. // «Труды ИФА» 1958, с. 49.53.

Резюме

Атмосфераның бұлтсыз аспап арқылы абсолют энергетикалық бірліктеріндегі косынды (тік Күн мен шашыраған радиациялармен) және шашыраған Күн радиацияларымен оның горизонталь бетінін спектрлік сөулеге түсірілуінің тік өлшемдері, олардың кейбір нәтижелері мен оның бір мезгілде алынған спектрлік оптикалық қалындығының өлшемдері көлтіріледі. Алынған эксперименттік есептеулер мәліметтермен салыстырылады.

Summary

Some results of direct measurements spectral light exposure a horizontal surface total (direct solar and absent-minded radiation) and absent-minded solar radiation are resulted at the cloudless sky in absolute power units, with simultaneous measurement spectral OPTICAL THICKNESS of an atmosphere. The received experimental data are compared with settlement.

Астрофизический институт,
Институт космических исследований

Поступила 10 апреля 2007 г.