ПРОГРАММА ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ БЕЗОБЛАЧНОГО НЕБА

Н.О. Раба, Н.И. Щербакова
НИИ комплексных испытаний оптико-электронных приборов и систем
г. Сосновый Бор, Ленинградская область
e-mail: rabnon@yandex.ru

Разработана программа для вычисления спектральной энергетической яркости неба в области спектра 0,3…3 мкм. Путем интегрирования яркости по небесной сфере программа вычисляет также спектральную облученность горизонтальной поверхности рассеянным солнечным излучением.

Имеющиеся в публикациях экспериментальные данные о яркости безоблачного неба имеются лишь для ограниченного набора длин волн и ряда конкретных угловых координат Солнца и точки небосвода. При этом не всегда указываются все условия, при которых проводились измерения (атмосферное давление, температура, влажность, метеорологическая дальность видимости, тип подстилающей поверхности). В то же время эти параметры заметно влияют на величину яркости неба и облученности земной поверхности, которую необходимо знать при оценке фонового излучения.

Представляемая здесь программа позволяет рассчитать для диапазона спектра 0,3…3мкм спектральную энергетическую яркость (Вт/м^2 мкм ср) безоблачного неба при наблюдениях с Земли и спектральную энергетическую облученность (Вт/м^2 мкм) от неба земной поверхности (в тени). В этом диапазоне спектра можно пренебречь собственным тепловым излучением атмосферы, поэтому рассчитывается яркость, обусловленная только рассеянным солнечным излучением. Энергетическая облученность горизонтальной поверхности вычисляется путем интегрирования яркости по небесной сфере.

В основе расчета лежит полуэмпирическая формула [1], согласно которой яркость дневного безоблачного неба представляется в виде суммы трех составляющих:

$$B = B_1 + B_M + B_{пов} \ ,$$

где B_1 – яркость однократно рассеянного излучения с учетом молекулярного поглощения для данной длины волны; B_M – яркость многократно рассеянного излучения, $B_{пов}$- яркость рассеянного излучения, отраженного земной поверхностью.

Окно программы показано на рисунке.

Входными данными при расчете являются координаты точки небосвода, зенитный угол Солнца, длина волны, атмосферное давление, метеорологическая дальность видимости, тип подстилающей поверхности, сезонно-климатические условия. В расчетах используются спектральные зависимости оптической толщи атмосферы, усредненные по интервалу длин волн 0,02мкм, для 5 климатических моделей [2]:тропики, лето и зима средних широт, субарктическое лето и субарктическая зима. В качестве подстилающей поверхности могут быть выбраны лес хвойный, почвы черноземные и супесчаные, пустыня (песок), лес хвойный, лес лиственный или трава зеленая, лес или поля осенью, снег свежевыпавший и снег старый сырой.

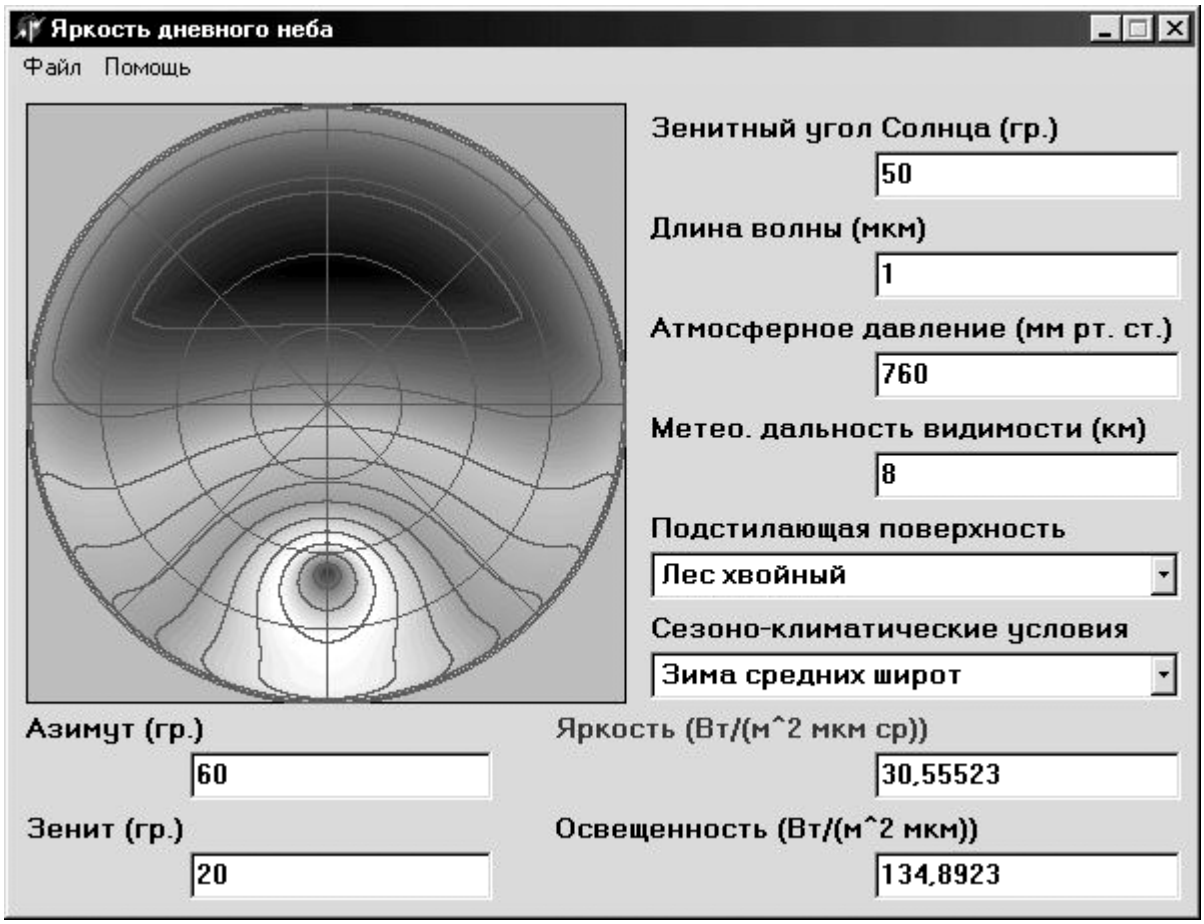

Рис. Окно программы.

Выходные данные представлены как в виде диаграммы, так и в виде чисел. Диаграмма дает наглядное представление о распределении спектральной энергетической яркости излучения по всей небесной сфере (до зенитных углов 85 град). Изменения яркости иллюстрируются цветом, меняющимся при уменьшении яркости от красных тонов до фиолетовых. Кроме того, на диаграмме отображаются изофоты. При движении стрелки мыши по диаграмме в верхней строке окна программы высвечиваются значения координат точки неба и энергетической яркости неба в точке нахождения стрелки мыши. В правом нижнем углу окна программы для заданных входных параметров отдельными строками выводятся числовые значения энергетической яркости и энергетической облученности горизонтальной площадки рассеянным солнечным излучением.

Программа может работать в любых операционных системах Windows (98,2000,XP) и занимает около 600 КБ.

Сравнение рассчитанных по программе значений яркости с экспериментальными данными [3-6] дает удовлетворительное соответствие (в видимой области спектра для зенитных углов Солнца 57…76 градусов – 30%).

1. Лившиц Г.Ш., Федулин И.А. Приближенная формула яркости безоблачного неба.// Изв.АН СССР. Физика атмосферы и океана, т.7, №9, с.925,1971.
2. McClatchey R.A., Fenn R.W., Selby J.E.A., Garing J.S. Optical properties of the atmosphere. - Air Forse Cambridge Res. Lab., Bedford, 1970.

3. Kjeldstad B., Thorseth T.M. Ground-based ultraviolet radiation-measerements in Trondheim, SPIE, v.5156, p.101, 2003.
4. Глушко В.Н., Павлов В.Е. и др. Яркость и поляризация безоблачной атмосферы.- Алма-Ата: Наука, 1979.
5. Яркость дневного безоблачного неба. Экспериментальные данные// Ред.Кушпиль В.И.-Л.: Изд.Гос.Опт.Института,1971.-164с.
6. Кузнечик О.П., Захарич М.П. Статистические характеристики яркости неба в области 0,5 - 12,0 мкм. - Минск, 1980. Деп. ВИНИТИ, рег.№ 2495 – 80.