

SENS ' 2 0 0 6

Second Scientific Conference with International Participation

SPACE, ECOLOGY, NANOTECHNOLOGY, SAFETY

14 – 16 June 2006, Varna, Bulgaria

INSTALLATION FOR RESEARCH OF THE BRIGHTNESS OF THE DIURNAL SKY

Stilian Stoyanov, Angel Manev*, Kunyo Palazov*, Stefan Spasov*

Space Research Institute – BAS, Sofia 1000, 6, Moskovska Str.

**Solar – Terrestrial Influences Laboratory – BAS, Stara Zagora*

Key words: research, brightness, diurnal sky

Abstract:

The necessity of scientific research of the bright characteristics of the scattered light of the diurnal sky in the optical scope of the sunny specter arouses from the fact that a limited number of experimental developments have been carried in this biologically active spectral scope.

Practically, there are few differential measurements of scattered radiation carried out in various optical situations of the Earth atmosphere. It is very necessary to note that the following factors contribute for significant mistakes when researching the brightness of the diurnal sky: lack of control of the optical properties of the atmosphere during the measurements, the Forbs effect (in the ultraviolet part of the specter), and the presence of scattered sky light at a big field of vision of the installation.

It is known that the diffusion radiation can be a source of information for reading the properties of the atmosphere. The opinion that the absorption of the ozone decreases the intensity of the ultraviolet radiation is established. Due to the presence of absorption, not only the brightness is changed, but also the degree of polarization of the sky.

Proceeding from the contemporary requirements for complex atmosphere experiment, the aim of the current work is construction and description of an installation for research of the diurnal sky at the territory of the Shumen plateau which is characteristic of the upper terrains of North-East Bulgaria.

A block scheme and the operation of the installation are presented.

Proceeding from the contemporary requirements for research of the brightness of the diurnal sky in various geophysical conditions, it is proposed that a complex atmosphere and optical experiment should be carried out with the possibility to include the installation complex in the composition of a mobile station.

Необходимость проведения исследований яркостных характеристик рассеянного света дневного безоблачного неба в ультрафиолетовой (УФ) и видимой диапазоне солнечного спектра вызвана тем, что в этом биологически активном спектральном диапазоне выполнено ограничение число экспериментальных работ. Практически не производились дифференциальные измерения рассеянной радиации в разнообразных оптических ситуациях в атмосфере Земли. Однако важно отметить, что в исследования яркость дневного неба существенные ошибки вносят следующие факторы:

- отсутствия контроля стабильности оптических свойств атмосферы во время измерений;

- эффект Форбса (в ультрафиолетовой части спектра);
- наличие рассеянного света в монохроматорах однократного разложения и попадания в прибор рассеянного света неба различной кратности из-за большого телесного угла аппаратуры.

Известно, что диффузная радиация может служить источником информации об оптических свойствах атмосферы. Это одно из важных направлений атмосферной оптики, которое развивалось целым рядом авторов [1, 2, 4, 5]. Однако утвердилось, что поглощение в озоне уменьшает интенсивность высоких порядков. Вследствие наличия поглощения меняется не только яркость, но и степень поляризации неба.

Исходя из современных требований комплексного атмосферно-оптического эксперимента, целью настоящей работы является сконструирование и описание аппаратного комплекса для исследования яркость дневного неба на территориях Шуменского плато, является характерном для горных теренах в Северо - Восточной Болгарии.

Блоковая схема аппаратного комплекса Представлена на фигуре 1.

Оптико-электронная часть включает в себе: входно-сканирующий тракт 1, оптическую систему (зеркальнэй объектив) 2, носитель с интерференчными фильтрами 3, фото-электронный умножитель (ФЭУ) 4, блок для обработки информации 5, микрокомпьютер 6, электро-механическую систему 7. Периферия микрокомпьютера включает в себе клавиатуру 8, монитор 9, принтер 10. Блок датчиков для опчитывания температур 12, индикатор влажности 13, цифровой барометр ФЭУ и на другие реальные геофизические условия окружающей среды.

Нормальный режим работы обеспечивается стабилизированным источником питания 16.

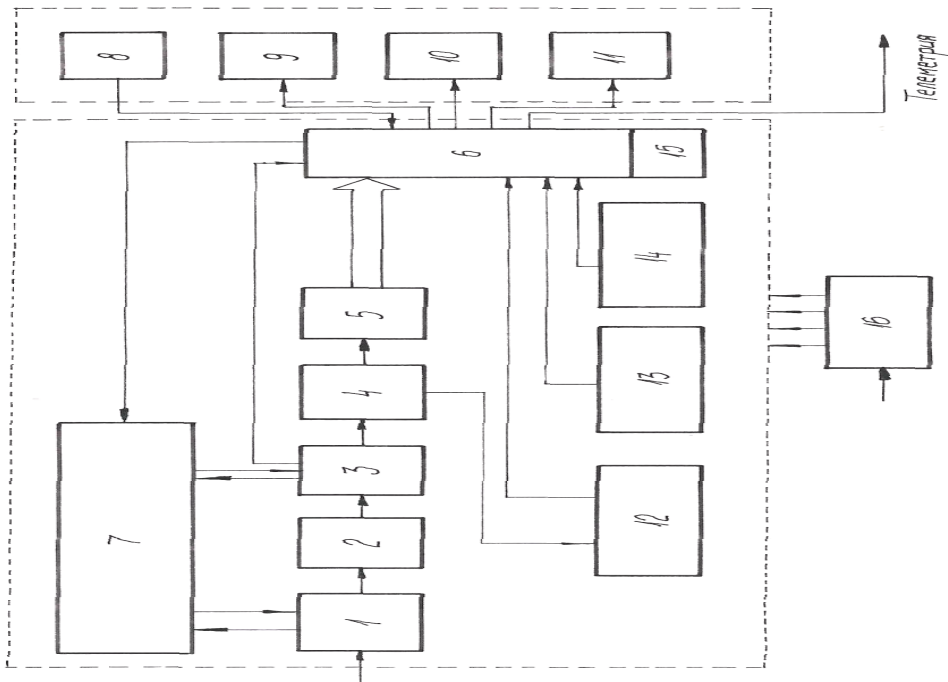
Действие аппаратного комплекса состоит в том:

Направление под определенным высотным углом с целью зенитного и горизонтального сканирования осуществляется входной-сканирующей системой 1. (фиг. 1). Информационный сигнал из зеркально-линзового объектива 2 в виде параллельного пучка лучей переходит через один из четырех интерференчных фильтров ($\lambda_1 = 311\text{нм}$; $\lambda_2 = 311\text{нм}$; $\lambda_3 = 314\text{нм}$; $\lambda_4 = 317\text{нм}$) 3 и регистрируется в ФЭУ 4. Обработанный электрический сигнал из блока 5 переходит в цифровом виде в микрокомпьютер 6. При помощи периферии 8 ... 10 вводится и выводится информация о параметрах, относящихся к яркости дневного неба.

В табулированной информации об оптических параметрах, относящихся к яркости дневного неба, включается и информация, которая вводится вручную или автоматически блоками 12, 13, 14, 15.

Дату и время отчитывает таймер 15, которого можно синхронизировать с внешними часами.

Изменение местонахождения носителя с интерференчными фильтрами 3 как и точность позиционирования осуществляется электромеханической системой 7.



Шуменское плато отличается высокой степенью прозрачности атмосферы. Плато расположено у города Шумена. На востоке к западе горизонт открыт до $Z \sim 62 \dots 63^\circ$. Аэрозоли промышленных выбросов до уровня плато еще не поднимаются. Летом реже во второй половине дня формируются облака, однако значительно число дней с устойчивой ясной погодой. Наблюдения в таких равнохарактерных по метеорологическим условиям местностях позволят получить общие закономерности и оценить границы действия предлагаемой методики.

Схема и порядок экспериментальной работы определяются характером поставленной задачи. Спектральная прозрачность атмосферы определяется методом Бугера, который сводится к измерения интенсивности прямого солнечного света при различных зенитных расстояниях Солнца.

Аналитическое выражение закона Бугера имеет вид:

$$(1) \quad \Phi_{\Theta\lambda} = \Phi_{\Theta\lambda}^o P_{\lambda}^{m\Theta},$$

где: $\Phi_{\Theta\lambda}^o$ - поток лучистой энергии Солнца, падающий на верхнюю границу атмосферы;

$\Phi_{\Theta\lambda}$ - поток прямого излучения, прошедшего через атмосферу;

$m\Theta$ - атмосферная масса в направлении на Солнце.

Коэффициент прозрачности атмосферы P_{λ} представляет долю лучистого потока длины волны λ , прошедшего через атмосферы в вертикальном направлении и связан с оптической толщиной экстинкции τ_{δ} соотношением:

$$(2) \quad P = e^{-\tau_{\delta}}.$$

Формула для определения величины яркости имеет вид:

(3)

$$\beta_{\lambda} = \frac{n_H}{n_3} \frac{A_{\lambda}}{\pi} S_{o\lambda} P^{m\odot},$$

где: n_3, n_H - сумарные отчеты прибора в трех положениях аппаратуры наблюдаемой точки неба;

A_{λ} - спектральное альбедео;

$S_{o\lambda}$ - спектральная солнечная постоянная.



При исследовании спектральных характеристик источников небольшой интенсивности с помощью монохроматора обычно фотоприемник охлаждается с целью уменьшения темнового тока.

Предложена методика исследования спектров источника излучения небольшой интенсивности, в чей основе заложен набор оптических фильтров, каждый из которых обладает определенной спектральной характеристикой. Метод исследования заключается в последовательном чередовании фильтров между исследуемым источником излучения и фотоприемником. Широкая полоса пропускания одного фильтра, по сравнению с монохроматором, обеспечивает высокую чувствительность метода.

Обработка полученной информации осуществляется в следующей последовательности: ток, зарегистрированный на выходе фотоприемника, может быть представлен в следующем виде

(4)

$$Y_i = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I(\lambda) K(\lambda) ci(\lambda) d_{\lambda},$$

где: $I(\lambda)$ - спектральная характеристика источника;

$K(\lambda)$ - спектральная характеристика фотоприемника;

λ_1, λ_2 - предельные стойности диапазона чувствительности фотоприемника;

$ci(\lambda)$ - спектральная характеристика i -того фильтра.

В случае $\lambda_1 \leq \lambda_i \leq \lambda_2$. Получается система линейных уравнений относительно спектральной характеристики источника $I(\lambda)$:

$$(5) \quad D_i = Y,$$

где:

$$(6) \quad D_i = K(\lambda_i)ci(\lambda_i).$$

Для вычисления спектральной характеристики $I(\lambda)$ используется сингулярное разложение [6] (используется программа, реализующая разложение на произвольных матрицах), причем получается:

$$(7) \quad UQV^T I = U \text{ или } QF = Z,$$

где: $F = V^T I$;
 $Z = U^T Y$;
 T – транспонирование.

Так как Q – диагональная и положительно определяющая матрица, то чтобы найти F , принимается метод регуляризации [3], причем получается:

$$(8) \quad (Q^2 + \alpha E)F = QZ,$$

где: E – единичная матрица
 α – параметрическая регуляризация,
откуда

$$(9) \quad F_i = \frac{Q_i Z_i}{(Q_i^2 + \alpha)},$$

следовательно $I = VF$

Оптимальная величина α выбирается путем измерения источника с известной спектральной характеристикой. При изменении α в (8) точнее и быстрее определяется реальное распределение известной характеристики калибрующего источника.

Осуществленные исследования показывают, что для постоянного набора фильтров при использовании определенного фотоприемника, α слабо зависит от источника света.

В заключение следует отметить, что посредством использования набора интерференционных фильтров обеспечивается исследование спектра отдельной линии с источника небольшой интенсивности, а одновременно с этим посредством комбинации нескольких интерференционных фильтров – исследование спектральной полосы. Необходимо отметить тоже, что условие доведения темного тока фотоприемника до минимальной стойности остается.

Исходя из актуальных требований исследовать яркость дневного неба в разнообразных геофизических условиях, в будущем мы предполагаем произвести

комплексный атмосферно - оптический эксперимент с возможностью включения аппаратного комплекса в состав мобильной станции.

Литература:

1. Гецов П., Г. Мардиросян, Ж. Жеков. Институт за космически изследвания при БАН – с лице към практическите екологични проблеми. Сб. научни трудове част III “Научна конференция 2000”. ВВУАПВО. Шумен, 2000, с. 49-53.
2. Жеков Ж., Г. Мардиросян, И. Христов, Д. Иванова. Абсорбционный ультрафиолетовый озонметр. Бълг. Геофиз. Сп. Т. XXIII № 3-4, 1998, с. 50-54.
3. Калиткин Н Н., Численные методы, М., Наука, 1978.
4. Манев А., К. Палазов, Ж. Жеков, С. Райков, В. Иванов. Аномалия в температурата на повърхността на Черно море и облачността. Сб. доклади от Научна конференция на Съюза на учените. Стара Загора, 2003, т. IV с. 140-145.
5. Палазов К., А. Манев, Ж. Жеков, П. Пенев. Проект Интербол, Ултравioletов спектрофотометър УФСИПС, резултати по данни от бордовия компютър. Сб. трудове НВУ “В. Левски”, факултет “Артилерия, ПВО и КИС”, Шумен, 2003, с. 253-259.
6. Форсайт Д., Мальком М., Моулер К. Машинные методы математически вычислений/ Пер с англ. Под ред. Х. Д. Искрамова/, М., Мир, 1980.
7. Christov I., J. Jekov, G. Mardirossian, D. Ivanova. Satellite Absorption Ozonometer. Aerospace Research in Bulgaria № 15, 1999, p. 27-32.