

В.П. Галилейский, А.М. Морозов

ПАНОРАМНЫЙ ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Сообщается о разрабатываемом в Институте оптики атмосферы панорамном фотометрическом комплексе, предназначенном для наблюдения распределения по небосводу рассеянного в атмосфере солнечного излучения. Даются краткое описание действующего макета панорамного комплекса и некоторые результаты наблюдения.

Рассеянное в атмосфере солнечное излучение служит одним из важных источников информации об оптическом и физическом состоянии атмосферы [1]. Необходимость развития средств наблюдения состояния атмосферы, основанных на регистрации рассеянного в атмосфере солнечного света, и по сей день не потеряла актуальность. Особый интерес как для исследовательских целей, так для целей практической метеорологии и экологии представляют средства, позволяющие на основе углового распределения яркости по небосводу оперативно получать оценки оптического и физического состояний атмосферы с учетом вариаций их параметров как по углу места, так и во времени [2]. Именно такую цель преследовали авторы статьи при разработке панорамного фотометрического комплекса.

Основная идея, заложенная в схему разрабатываемого панорамного фотометрического комплекса, не нова и решалась в разное время исходя из доступной тогда технологии регистрации изображений. Еще в 40-х годах Гартлей (США) и А.И. Лебединский (Россия) [3,4] для фотографирования полярных сияний применяли светосильные сверхширокоугольные фотографические системы с полем зрения до 180° (<*all sky*>-камеры), главный оптический элемент которых – выпуклое или вогнутое сферическое зеркало. При достаточной кривизне и размерах этого зеркала в нем возникает мнимое (для вогнутых зеркал – действительное) изображение всей небесной полусферы, которое фотографировалось при помощи фотокамеры. Один из вариантов такой оптической схемы был использован при разработке штатных фотокамер С-180 и С-180S для съемки полярных сияний в рамках программы Международного геофизического года (1957 – 1958 гг.) [4]. Основные достоинства такой схемы заключены в возможности получить в одном кадре картину распределения яркости всего небосвода, в ее высокой светосиле, простоте реализации и надежности, в эксплуатации, возможности установить при необходимости как цветные, так и поляризационные светофильтры.

В панорамном фотометрическом комплексе в отличие от своих прототипов для регистрации изображения применена видеозапись. Переход от фотографии к видеотехнологии с фотодетекторами на базе ПЗС-матриц позволяет вести регистрацию изображения небосвода в цвете, увеличивает до трех порядков диапазон регистрируемых яркостей [5] и, что особенно важно, открывает возможность вводить в компьютер для обработки как текущие изображения неба и получать предварительные результаты уже в ходе наблюдений, так и записанные на видеопленку, выбирая интересующие исследователя атмосферно-оптические ситуации.

В разрабатываемом панорамном фотометрическом комплексе (ПФК) для регистрации и обработки изображений используются цветная видеокамера НІТАСНІ 600 ССD, видеомагнитофон и компьютер ІВМ 386/387, оснащенный платой видеоввода цветного и черно-белого изображений. Используемая плата видеоввода производит оцифровку видео-сигнала в стандарте PAL по всем трем цветовым каналам (*R, G, B*) с градацией яркости по 256 уровням при формате цветного кадра 480×288 точек. Формат черно-белого изображения 960×576 точек. Время ввода одного кадра не более 1,5с, что вполне приемлемо при наблюдении поля яркости небосвода.

Выбранная оптическая схема, чувствительность и разрешающая способность приемной видеокамеры и платы видеоввода данного комплекса позволяют наблюдать весь небосвод с

угловым разрешением примерно $0,6^\circ$ полный световой день, включая сумерки, при угле погружения Солнца за горизонт до 6° . Для устранения световой перегрузки видео-камеры и помех, вызванных прямым попаданием солнечного света на главное зеркало, используется подвижный солнечный экран, управление которым осуществляется дистанционно. Величина экранирования поля зрения оптической системы солнечным экраном и другими элементами конструкции приемного блока не превышает 3%.

Для обработки полученных изображений в настоящее время используется программный комплекс, позволяющий получать *R*-, *G*-, *B*- компоненты исходного изображения, оконтуривать области равной яркости, определять цветовой состав рассеянного света в различных точках небосвода. Специализированные программы обработки изображения, нацеленные на задачи атмосферной оптики, находятся в разработке.

Действующий макет ПФК установлен на крыше здания Института оптики атмосферы на восточной окраине г. Томска. Благодаря высокой точке размещения фотометра, достигается минимальное экранирование поля зрения окружающими строениями и деревьями. Расположение города в западной стороне относительно фотометрического комплекса, а леса – в восточной позволяет проводить сравнение оптических характеристик приземных слоев атмосферы над различными экологическими зонами.

На рис. 1, 2 и 3 приведены изображения небосвода, полученные в различных погодных условиях и в разное время суток, первоначально записаны на видеомэгнитофоне летом 1990 года. На изображениях в поле зрения устройства видны элементы конструкции приемного блока: видеокамера (в центре), штатив-тренога и подвижный солнечный экран. Направлению на зенит соответствует центр изображения неба. Компьютерная обработка этих изображений позволила выделить области равной яркости и определить их цветовой состав.

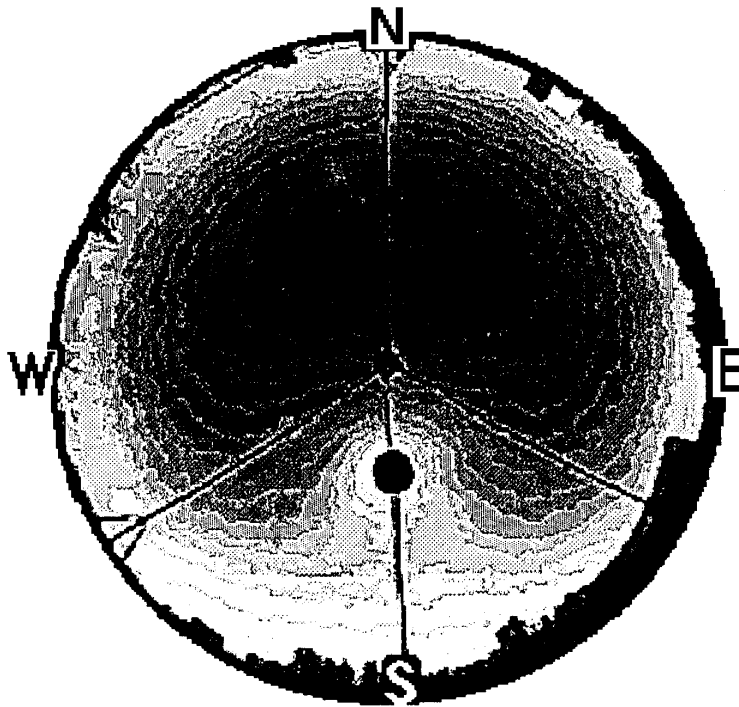


Рис. 1

Первое изображение (рис. 1) получено в полдень в условиях безоблачной атмосферы. Отчетливо видны околосолнечный ореол, область пониженной яркости в солнечном меридиане с противоположной стороны от зенита приблизительно в 90° от Солнца и общее увеличение яркости неба к горизонту. Второе изображение безоблачного небосвода (рис. 2.) получено на рассвете при угле погружения Солнца за горизонт около 3° . Зарегистрированная картина яркости для этих двух случаев в целом соответствует классическим представлениям о рассеянии

света в атмосфере [1, 6]. На рис. 3 представлено изображение небосвода в условиях разрывной облачности, полученное при высоте Солнца над горизонтом 3° .

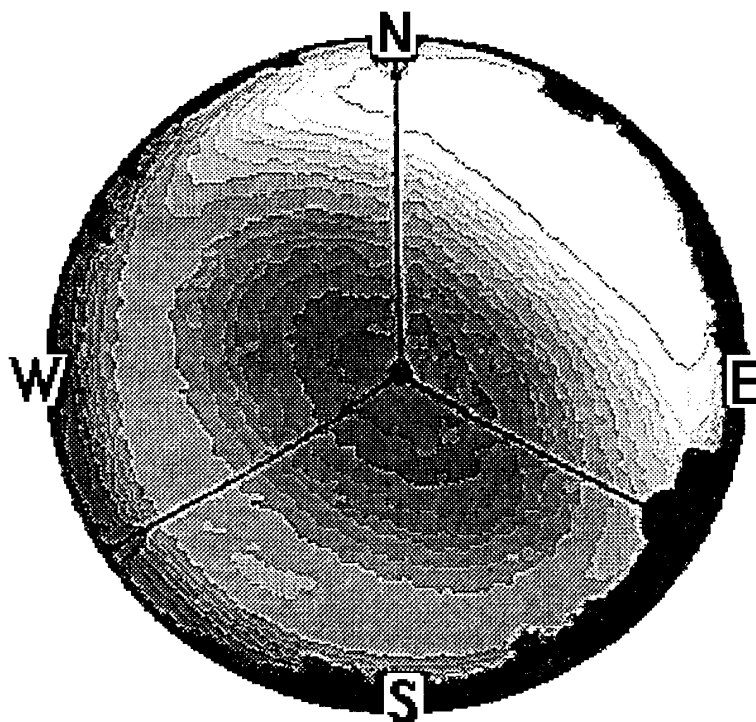


Рис. 2

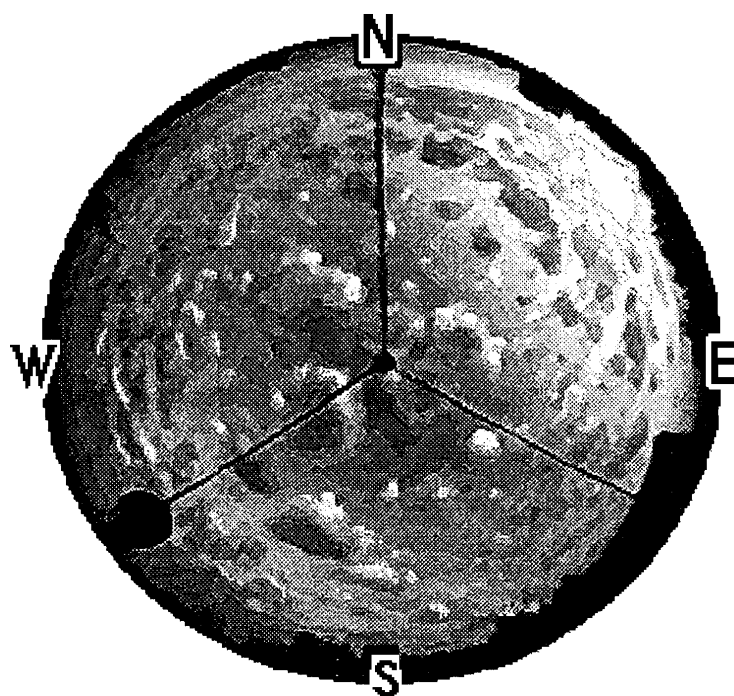


Рис. 3

Как показали проведенные наблюдения, по цветному изображению на экране монитора несложно выявить наличие облачности, оценить балл и тип. Сравнение ряда последовательных изображений облачного поля, возможность которого предоставляется ускоренным про-

смотром видеозаписи, позволяет надежно проследить его эволюцию и направление перемещения.

Изображения небосвода, полученные в ясную и малооблачную погоду с применением поляризационного фильтра, показывают четко выраженное распределение степени поляризации рассеянного света. При углах рассеяния около 70° величина поляризации резко возрастает и падает при углах более 110° ; достигая наибольших значений в 90° (вблизи зенита) от Солнца, она медленно падает к горизонту. Отмеченное в наблюдениях распределение степени поляризации хорошо согласуется с существующими в настоящий момент представлениями [1].

При практическом использовании ПФК важной характеристикой может стать размер контролируемого пространства. Для явлений, протекающих в атмосфере на высотах от 0,1 до 10 км, контролируемая горизонтальная дальность при высокой прозрачности может достигать несколько десятков километров. Это позволяет использовать ПФК в метеорологическом и экологическом мониторингах в масштабах крупного города.

1. Зуев В.Е., Кабанов М.В. Оптика атмосферного аэрозоля. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 254 с.
2. Галилейский В.П., Морозов А.М., Ошлаков В.К. // Оптика атмосферы. 1990. Т. 3. N11. С. 1229 – 1231.
3. Никанорова И.Н. Развитие методов астрономических исследований. М.-Л.: Изд. ВАГО при АН СССР, 1979. С. 211 – 222.
4. Лебединский А.И. // ДАН СССР. 1955. Т. 102. N3. С. 473 – 475.
5. Эклз М., Сим Э., Триттон К. Детекторы слабого излучения в астрономии. М.: Мир, 1986. 200 с.
6. Розенберг Г.В. Сумерки. М.: Физматгиз, 1963. 380 с.

Институт оптики атмосферы СО РАН,
Томск

Поступила в редакцию
10 июня 1993 г.

V.P. Galileiskii, A.M. Morozov. **Panoramic Photometry Complex.**

This paper presents a discription of a panoramic photometry complex being developed at the Institute of atmospheric optics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Tomsk. The complex is intended for facilitating observations of a distribution of seattered solar radiation over the sky. Also given in this paper are a description of a model of such a panoramic photometer and a discussion of some preliminary results obtained using it.