



УДК 535; 551.510
ББК 22.3

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ НА СОЛНЦЕ ДЛЯ СОЛНЕЧНОГО ФОТОМЕТРА

Савченко Игорь Валериевич

Магистрант кафедры лазерной физики
Волгоградского государственного университета
dariasavchenko91@gmail.com
Проспект Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Ключевые слова: аэрозольная оптическая толщина атмосферы, фотометр, солнечный трекер, спектр поглощения, парниковые газы, ПЗС приемник.

Введение

В настоящее время является уже установленным фактом, что средняя температура Земли возрастает. Среди различных факторов, вызвавших это изменение температуры, значительную роль играют парниковые газы такие, как CO_2 , CH_4 , O_3 , окислы азота, фреоны и др. Рост содержания в атмосфере углекислого газа рассматривается сейчас как главный фактор происходящего потепления климата [1].

При учете аэрозоля, радиационный форсинг имеет большие неопределенности [3]. Это обусловлено тем, что аэрозоль существенно менее слабо изучен, крайне недостает данных наземных измерений на региональном уровне. Особенно это касается территории России. В настоящее время интенсивно развивается сеть наблюдений за АОТ в Западной Сибири [2]. В центральном регионе ближайшие точки наблюдения находятся в Звенигороде и Москве, а также в Екатеринбурге. Эти измерения проводятся с использованием многоканального солнечного фотометра, который позволяет проводить измерения АОТ в широком спектральном диапазоне 0.3–2 мкм, что позволяет получить детальную информацию об аэрозоле и существенно дополняет информацию, получаемую со спутников. В настоящее время NASA располагает широкой сетью аналогичных приборов, число которых достигает более 100, расположенных в различных точках мира.

Данные, полученные с этих приборов, послужили основой для создания аэрозольных моделей, используемых для обработки спутниковых измерений со сканирующего радиометра MODIS [4]. Однако данные спутниковых наблюдений над территорией суши позволяют получить лишь АОТ на длине волны 0.55 мкм и параметр Ангстрема в очень узком спектральном интервале. Одних этих данных явно недостаточно, чтобы получать информацию о радиационном форсинге. По этой причине необходимо развивать региональные наблюдения за аэрозолем, на что обращается внимание в оценочном докладе об изменениях климата [1]. Территория вблизи г. Волгоград представляет значительный интерес для организации постоянного поста наблюдений за АОТ не только в связи с тем, что здесь отсутствуют подобные наблюдения, но и в связи с его региональными особенностями и большим количеством солнечных дней.

Цель настоящей работы состоит в разработке устройства слежения за солнцем, работающего в комплексе с SPM фотометром и автоматизации измерений фотометра, что позволит обеспечить процесс непрерывных измерений, повысить их точность.

Солнечные фотометры Cimel сети AERONET

Одними из наиболее распространенных фотометров являются фотометры фирмы

Cimel (франц.). Солнечный фотометр Cimel SE-318 состоит из сенсорной головки, электронного блока с микропроцессором и модулем памяти, а также роботы. Сенсорная головка этого инструмента имеет полное поле зрения 1.2° , два коллиматора длиной 33 см для уменьшения паразитной засветки и два кремниевых детектора для измерения прямого солнечного излучения и яркости неба.

Восемь интерференционных фильтров установлены на диске перед детекторами и вращаются при помощи шагового двигателя. Сенсорная головка управляется азимутальным и зенитным шаговыми двигателями с точностью 0.05° . Наведение и слежение за Солнцем осуществляются роботом под управлением микропроцессора, который вычисляет положение Солнца на основе времени, долготы и широты места, где проводятся измерения.

Точность вычисления и наведения сенсорной головки на Солнце составляет около 1° . Для более точного наведения и слежения используется четырехквadrантный детектор, встроенный в сенсорную головку. Электронный блок состоит из двух микропроцессоров для сбора информации и управления движением в режиме реального времени. Данные из модуля памяти солнечного фотометра могут быть перенесены на PC или через систему сбора данных на один из геостационарных спутников: GOES, METEOSAT или GMS и затем ретранслируются на соответствующую наземную принимающую станцию.

Робот выполняет наведение на солнце и слежение за ним. Солнечный фотометр Cimel SE-318 измеряет прямую солнечную радиацию на 8 длинах волн видимого спектра: 340, 380, 440, 500, 670, 870, 940 и 1020 нм.

Суммарная ошибка измерения спектральной аэрозольной оптической толщины изменяется от ± 0.01 до ± 0.02 и спектрально зависит от больших ошибок в УФ области спектра. Полное содержание водяного пара в атмосфере (в см осажженной воды) совпадает в пределах $\sim 10\%$ с измерениями радиозондом или микроволновым радиометром.

SPM фотометр

Фотометр SPM, использующийся в данной работе, предназначен для измерений спектральной прозрачности атмосферы с целью

последующего определения аэрозольных оптических толщ (далее – АОТ) и общего содержания водяного пара. Процесс измерений автоматизирован – результаты измерений спектральной солнечной радиации (вместе с координатами, временем замеров, давлением и температурой) накапливаются в цифровом виде во flash-памяти прибора и затем могут быть переданы на персональный компьютер для обработки и анализа.

В комплект поставки фотометра входят следующие основные части:

- собственно фотометр SPM;
- блок питания / зарядное устройство;
- пакет программного обеспечения для обработки данных.
- встроенный GPS-навигатор (измеритель точных координат и времени);
- встроенный цифровой метеодатчик (измеритель атмосферного давления и температуры);
- увеличенная flash-память прибора для накопления измеренных данных.

Оптическая схема фотометра многоканальная, безлинзовая. Фотоприемные устройства включают усилители постоянного тока и три типа фотодиодов, работающих в УФ диапазоне (ФД-УФ1), коротковолновой области (ФДУК-13у) и ИК диапазоне (G8373-01). Для спектральной селекции используются интерференционные фильтры. Управление фотометром и регистрация сигналов осуществляется цифровым блоком, в состав которого входят: RISC-микроконтроллер ATmega-128, flash-память объемом 512 Кбайт, 14-разрядный 16-канальный АЦП и часы реального времени с автономным источником питания. Все электронные платы установлены в корпусе фотометра.

Для поддержания постоянства чувствительности фотоприемников внутри фотометра установлен термостат, который запитывается от блока питания. Термостатирование прибора предохраняет также входное окно от запотевания.

Для поддержания готовности к измерениям фотометр должен быть постоянно подключен к блоку питания. На время измерений фотометр отключается от блока питания, но термоизоляция обеспечивает сохранение температуры внутри корпуса прибора в течение

5–10 минут необходимых для проведения замеров. После окончания измерений, фотометр снова подключается к блоку питания.

Разработки системы автоматического слежения за солнцем

Измерения спектральной прозрачности атмосферы при помощи SPM фотометра проводятся оператором из положения “с руки”, а это значит, что при каждом измерении фотометр необходимо наводить на солнце вручную. Целью данной работы стоит разработка системы слежения за солнцем, которое обеспечит более точное наведение измерительной части фотометра на солнечный диск и слежение за ним в течение всей серии измерений. Для достижения заданной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- разработка устройства слежения за солнцем, которое обеспечит точное наведение измерительной части фотометра на солнечный диск и слежение за ним в течение всей серии измерений;

- автоматизация работы разработанного устройства и обеспечение его работы в условиях облачной погоды (например, если солнце какое-то время будет скрыто облаком);

- апробация устройства и всех его функций.

Механика устройства будет реализована на базе камеры слежения серии ПТУ, в качестве оптического приемника системы наведения будет использована ПЗС-

матрица от web-камеры, движение механической части обеспечат 2 шаговых двигателя – для поворота следящей части и фотометра в сагиттальной и меридиональной плоскостях. Работа будет выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 13-05-97065 р_поволжье_a, 13-07-97056 р_поволжье_a.

Заключение

Разрабатываемое устройство, помимо автоматизации процесса измерений АОТ атмосферы с помощью солнечного фотометра, повысит их точность, скорость, а также значительно упростит их выполнение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М., 2008.

2. Сакерин, С. М. Система сетевого мониторинга радиационно-активных компонентов атмосферы. Часть I. Солнечные фотометры / С. М. Сакерин // Оптика атмосферы и океана. – 2004. – № 04 – Т. 17. – 354 с.

3. Hansen, J. Efficacy of climate forcing, J. Geophys. Res., vol. 110, (D18), D18104, doi:10.29/2005JD005776.

4. MODIS Atmosphere: MOD04_L2 (Aerosol Product) – Electronic text data. – Mode of access : http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/MOD04_L2/index.html. – Title from screen.

DEVELOPMENT OF THE SUN TRACKER SYSTEM CONSTRUCTION FOR SUN PHOTOMETER

Savchenko Igor Valerievich

Master Student, Laser Physics Department,
Volgograd State University
dariasavchenko91@gmail.com
Prospect Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Key words: aerosol optical thickness of the atmosphere, the photometer, the solar tracker, the absorption spectrum, greenhouse gases, CCD receiver.