

## Радиометрическая система дистанционного зондирования атмосферы

И.Н. Ростокин, Е.В. Федосеева, Е.А. Ростокينا

Муромский институт Владимирского государственного университета,  
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: arostokina@yandex.ru

*В данной работе приведено техническое описание и состав радиометрической системы, предназначенной для дистанционного зондирования атмосферы, а также первые результаты экспериментальных исследований.*

*In the given work the description and structure of the radiometric system intended for remote sounding of an atmosphere, and also the first results of experimental researches is resulted.*

### Введение

Радиометрическое исследование атмосферы представляет собой достаточно мощное средство, обладающее точностью и оперативностью, и позволяющее судить о количественном соотношении излучающих компонент в атмосфере. Получаемая информация необходима для исследования пространственной структуры и эволюции облаков в целях прогноза погоды, урожая и опасных явлений, а также для решения задач экологии, гидрологии и природопользования, что является одним из актуальных направлений дистанционного зондирования окружающей среды [1, 2].

Проведенные исследования показывают принципиальные возможности и перспективы развития методов и аппаратуры радиометрического исследования атмосферы.

Предлагаемая радиометрическая система позволяет проводить следующие виды измерений: абсолютный метод измерения (мощности радиотеплового излучения однородной атмосферы, величины радиояркого контраста метеообъекта); относительный метод измерения (угломестных разрезов для однородной атмосферы, азимутальных разрезов для метеообъектов, имеющих радиояркий контраст на фоне однородной атмосферы).

### 1 Состав измерительного комплекса

В состав измерительного комплекса входят: радиометрическая система, персональный компьютер, прикладное программное обеспечение.

Радиометр представляет собой радиометрический приемник трехсантиметрового диапазона длин волн, структурная схема представлена на рис. 1.

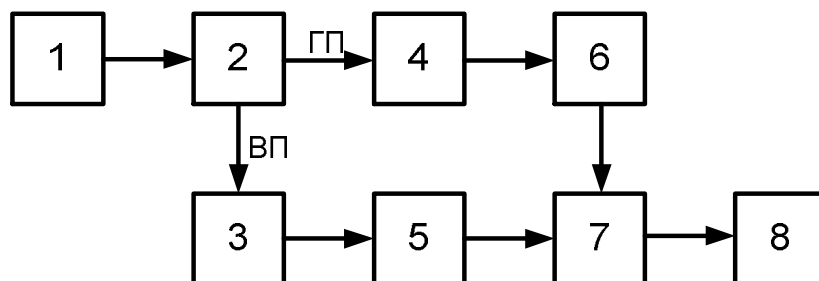


Рис. 1. Структурная схема радиометрической системы: 1 – облучатель, 2 – делитель поляризации, 3 – согласованная нагрузка, 4 – конвертер, 5 – датчик температуры, 6 – квадратичный детектор, 7 – блок сопряжения с ЭВМ, 8 – персональный компьютер, ГП – горизонтальная поляризация, ВП – вертикальная поляризация

При конструировании и изготовлении макета радиометрической системы было обращено особое внимание на стабильность и надежность всех элементов. В первую очередь были максимально возможно упрощены входные тракты, сведено к минимуму количество волноводных стыков и кабельных коммуникаций. Общий вид радиометрической системы, представлен на рис.2



Рис. 2. Общий вид радиометрической системы

Технические характеристики радиометрической системы приведены в таблице 1. Антенное устройство радиометрической системы создается на основе зеркальной параболической антенны, основные характеристики антенн приведены в таблице 2.

Таблица 1. Технические характеристики радиометрической системы

Характеристика	Значение
Центральная частота	11 ГГц
Полоса частот	1,2 ГГц
Коэффициент усиления по мощности	60 дБ
Коэффициент шума	0,4 дБ
Реализованная чувствительность	0,3 К
Облучатель	круглый волновод
Калибровка	согласованная нагрузка
Балансировка на ноль	ручная

Для лабораторных измерений используется зеркальная антенна диаметром 760 мм, а для натурных – 2500 мм. Параболическая зеркальная антенна диаметром 2500 мм на подвижной антенной колонке с электромеханическим приводом установлена на крыше здания МИ ВлГУ на расстоянии 20 метров от поверхности земли.

Таблица 2 – Характеристики антенн радиометрической системы

Характеристика	Значение	Значение
Диаметр зеркала, мм	760	2500
Глубина зеркала, мм	130	515
Фокусное расстояние, мм	278	751
Отношение F/D	0.365	0.3
Ширина диаграммы направленности, $\Delta\theta_{0,5}$	2.426?	0.75°
Коэффициент усиления, дБ	37.95	48.29
Тип облучателя	круглый волновод	круглый волновод

Аналоговая информация о измеряемом шумовом сигнале, а также информация о температуре согласованной нагрузки от датчика температуры (ДТ) поступают на блок сопряжения с ЭВМ. Это устройство последовательно опрашивает пять входных каналов и преобразует аналоговый сигнал в цифровой код. Сигналы со всех измерительных каналов поступают на быстродействующий АЦП.

Программа регистрации данных радиометрических измерений обеспечивает функционирование радиометрической системы и поддерживает следующие режимы работы:

- предварительную подготовку к измерениям;
- проведение измерений;
- поддержание базы данных с результатами измерений;
- визуализацию, просмотр и документирование результатов измерений;
- программа обеспечивает визуализацию результатов в виде графиков;
- возможность распечатки результатов измерений.

Программа регистрации выполняет следующие функции:

- запуск процедуры синхронизации системных часов;
- запуск и обработка данных калибровки радиометра;
- запуск режима записи данных в файл.

Оперативное наглядное представление данных наблюдений в реальном времени является обязательной частью практически любой системы автоматизации научных исследований. Экран рабочей станции во время наблюдений представлен на рисунке 3.

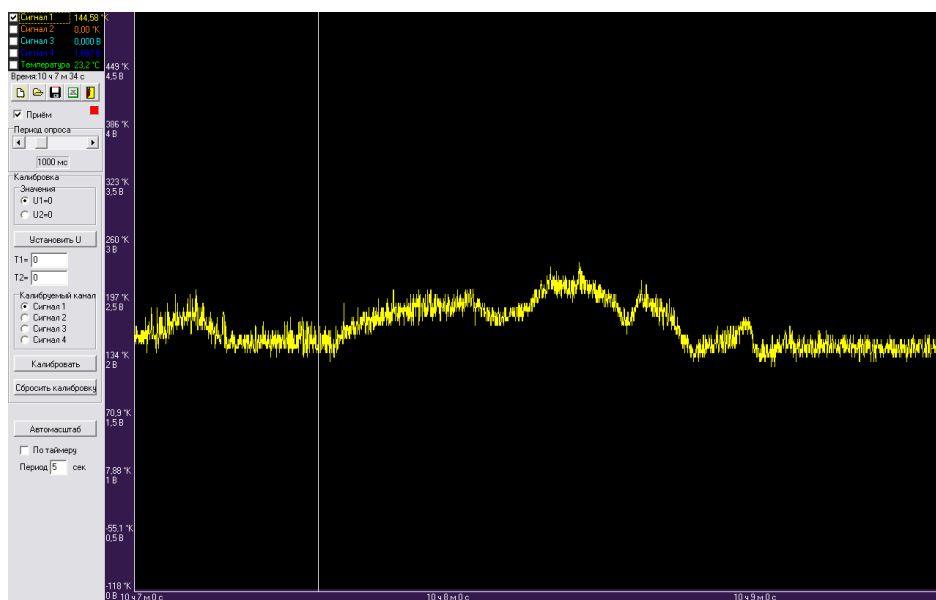


Рис. 3. Интерфейс программы регистрации радиометрических измерений

## 2 Результаты экспериментальных исследований

Исследование теплового микроволнового излучения облачной атмосферы проводилось с помощью предлагаемой радиометрической системы, которая принимала радиоизлучение при горизонтальной поляризации, на длине волны 3 см.

На рис. 4 приведена запись угломестных разрезов для однородной атмосферы, начало, и конец записи сопровождались калибровкой по согласованной нагрузке и поглотителю.

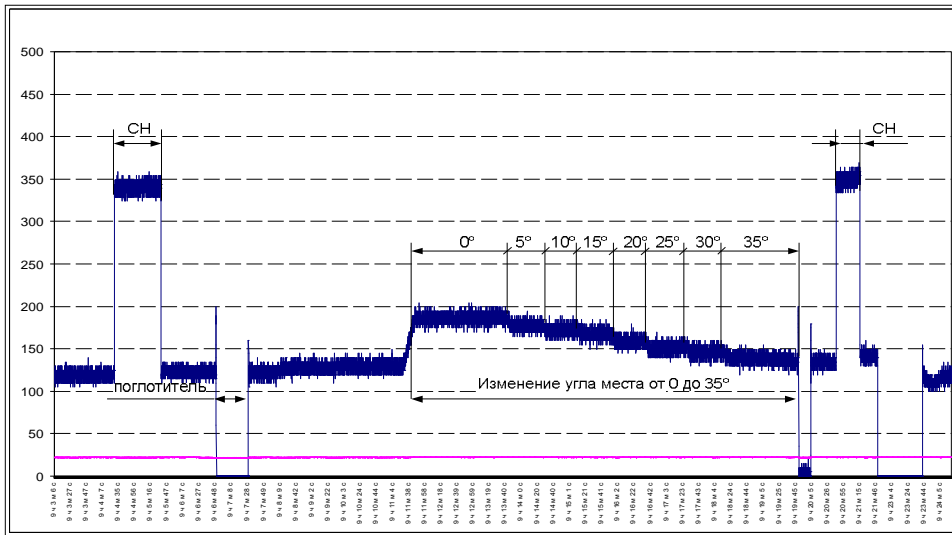


Рис. 4. Угломестная зависимость теплового излучения атмосферы

Радиометрическое зондирование проводилось таким образом, чтобы можно было рассматривать облачные системы как излучающие объекты в целом. С этой целью радиояркие температуры измерялись в режиме вертикального зондирования от момента пересечения облаком диаграммы направленности до конца его перемещения над пунктом наблюдения. На рис.5. представлен временной ход радиотеплового излучения облачной атмосферы.

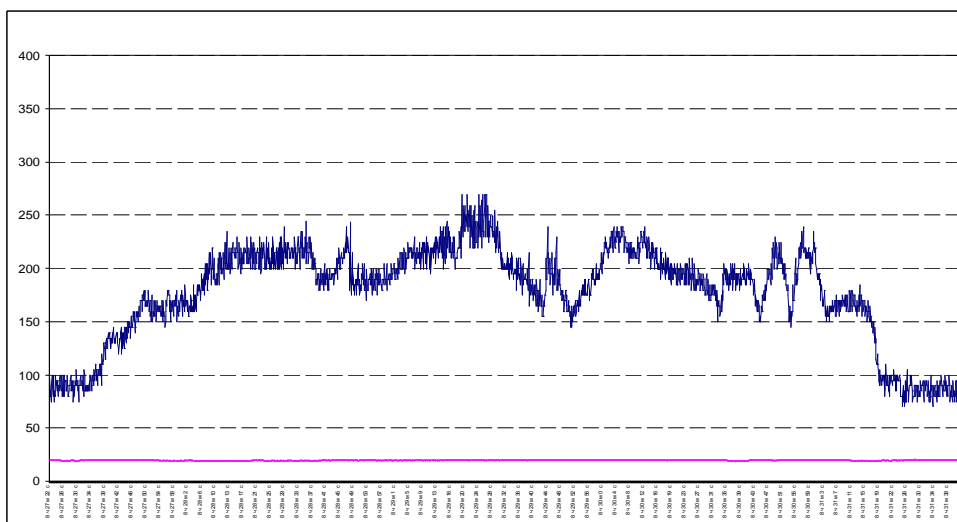


Рис. 5. Временной ход радиотеплового излучения облачной атмосферы

## Литература

1. Степаненко В.Д., Шукин Г.Г. и др. Радиотеплолокация в метеорологии - Л.: Гидрометеоздат, 1987. - 283 с.
2. Фалин В.В. Радиометрические системы СВЧ. - М.: Луч, 1997. - 440с.