

Г.Я. Патрушев, А.П. Ростов, А.П. Иванов

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ АНЕМОМЕТР-ТЕРМОМЕТР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТУРБУЛЕНТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ

Приводится описание малогабаритного метеокомплекса для измерения метеопараметров (давления, влажности, скорости ветра, температуры) и турбулентных характеристик атмосферы. Он позволяет измерять скорость трения, турбулентный поток тепла, масштаб Обухова–Монина, структурные функции температуры C_T^2 и скорости ветра C_V^2 .

Ультразвуковые анемометры часто используются при исследовании турбулентных характеристик в приземном слое атмосферы, взаимодействия атмосферы и океана [1–5]. В этой связи уделяется большое внимание повышению точности проведения измерений путем учета влияния искажений, вносимых в турбулентный поток датчиками и конструкцией анемометра [6], пространственного усреднения, минимизации искажений в новых разработках [4–7].

Отсутствие движущихся частей, относительно малая постоянная времени, селективная чувствительность к требуемой компоненте скорости, возможность измерений флуктуаций температуры [4] делают этот прибор удобным и надежным для проведения исследований по распространению оптических и звуковых волн в атмосфере, поскольку флуктуация амплитуды и фазы волн, особенно акустического диапазона, сильно зависят от пространственного распределения флуктуаций полей метеозлементов: скорости ветра, температуры, влажности [8,9].

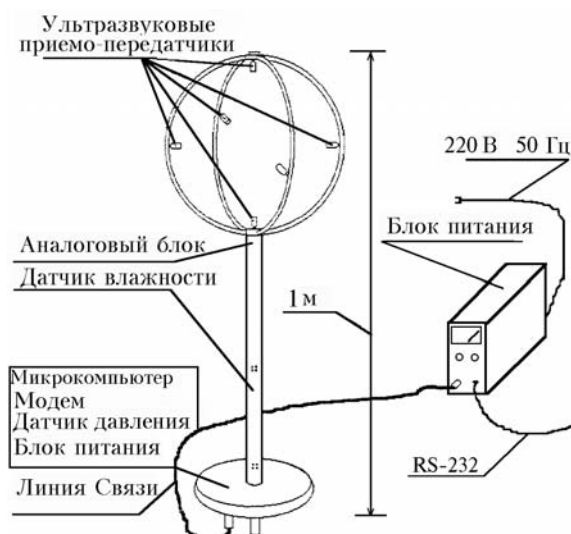
Для их измерений в ИОА РАН на основе опыта нескольких предшествующих разработок создан метеокомплекс на базе ультразвукового анемометра-термометра, позволяющий измерять средние и флуктуационные (турбулентные) характеристики скорости ветра, температуры, а также давление и относительную влажность воздуха. Внешний вид метеокомплекса приведен на рисунке.

Он имеет ортогональное расположение осей с базой $L = 24,5$ см, диаметр приемопередатчиков $d = 12$ мм, встроенные микрокомпьютер, датчики давления и влажности. Аналоговый блок помещен в трубу диаметром $\varnothing = 4$ см, которая сочленена с коробкой, имеющей аэродинамическую форму. В ней размещены микрокомпьютер, модем, датчик давления. Микропроцессор I 8085 фирмы <Intel> обеспечивает измерения, предварительную обработку и выдачу значения метеопараметров в двухзадачном режиме работы. Первая задача – основная – это измерение мгновенной скорости ветра по трем взаимно перпендикулярным направлениям и температуры с частотой измерений порядка 36 Гц. Вторая задача – измерение влажности и давления и выдача расчета метеопараметров через радиомодем по линии связи пользователю. Она запускается таймером или пользователем. Прибор имеет шесть режимов работы, из них пять рабочих и один режим – диагностический. В первом режиме частота выдачи пакета значений метеопараметров 10 Гц, во втором 1 Гц, в третьем 0,1 Гц, в четвертом режиме частота определяется пользователем, в пятом производится выдача значений температуры с частотой 20 Гц.

В диагностическом режиме осуществляются проверка и настройка всех систем прибора, режимов функционирования. Пакет метеопараметров состоит из 2-байтового заголовка, от 4 до 14 байт информации и 2-байтового циклического контрольного кода. Цена младшего разряда при измерении скорости эквивалентна 2 см/с, при измерении температуры цена младшего разряда 0,008°C, погрешность измерений относительной влажности воздуха не более 10%, давление воздуха ± 2 мм рт. ст. Потребляемая мощность 2 Вт, масса не более 3 кг. Прибор прошел полевые испытания, в ходе которых был проверен ряд тестов в том числе:

- учет затенения ветра ультразвуковыми датчиками измерителя (поправка на затенение);
- влияние влажности на точность определения флуктуаций температуры;

– определение структурных характеристик флуктуаций температуры C_T^2 и скорости ветра C_V^2 одним измерителем.



Результаты испытаний показали, что по своим метрологическим характеристикам прибор близок к известным моделям ДАТ-300 (фирмы Kaijo Denki Inc. Japan) и SWS 211/3K (фирма Appl. Tech. Inc., USA).

Работа выполнялась при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 94-02-03734, 94-05-16609), международной программы <Globwind> и программы КЭМС.

1. Hanafusa T., Fujitani T., Kobori Y., Matsuta Y. // Paper Meteorol. Geophys. 1982. V. 33. N 1. P. 1–19.
2. Tsukamoto O., Ohtaki E., Horiguchi M., Mitsuto Y. // J. Meteorol. Society Japan, 1990. V. 68. N 2. P. 203–211.
3. Fairall C., Edson J. // J. Atmosph. and Ocean. Technology. 1990. V. 7. N 3. P. 425–453.
4. Larsen S., Edson J., Fairall C., Mestayer P. // J. Atmosph. and Ocean. Technology. 1993. V. 10. N 3. P. 345–354.
5. Mc Aneny K., Baille A., Sappe G. // Boundary-Layer Meteorology. 1988. V. 42. N 2. P. 153–166.
6. Grant A., Watkins R. Boundary-Layer Meteorology. 1989. V. 46. N 2. P. 181–194.
7. Wyngaard J., Zhang, Shi-Feng // J. Atmosph. and Ocean. Technology. 1985. V. 2. P. 548–558.
8. Зуев В.Е., Банах В.А., Покасов В.В. // Лазерное излучение в турбулентной атмосфере. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 270 с.
9. Осташев В.Е. Распространение звука в движущихся средах. М.: Наука, 1992. 208 с.

Институт оптики атмосферы СО РАН,
г. Томск

Поступила в редакцию
1 июля 1994 г.

G. Ja. Patrushev, A. P. Rostov, A. P. Ivanov. **Automatized Ultrasonic Anemometer-Thermometer for Measuring Turbulent Characteristics Within Ground Atmospheric Layer.**

A description is presented of a compact meteorological device designed for measuring meteorological parameters (pressure, humidity, velocity of wind, and temperature) as well as the turbulent characteristics of the atmosphere. The device enables one to measure velocity of viscosity and turbulent flow of heat, Obukhov–Monin scale, structural functions of temperature C_T^2 and wind velocity C_V^2 .