

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ ON-LINE ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Ибраимов И.К.

Научный руководитель – д.ф.-м.н. , проф. Панченко А.Ю.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. Проектирования и эксплуатации
электронных аппаратов, тел. (057) 702-14-94

e-mail: ilver.ibraimov@nure.ua

To assess the possibility of using microcontrollers for on-line evaluation of the error of remote measurement of air temperature, it is necessary to assess the complexity of the required algorithm and software. Errors of radio-acoustic temperature measurement are divided into 2 types of hardware and geophysical. The results of calculating the error in determining the temperature depending on the error in determining c and setting the sensing directions are presented. For the correct calculation of this correction, it is necessary to take into account the actual spatial distribution of the phases and amplitudes of the radio and sound radiation. Such experiments were not performed. Assessment of the complexity of the algorithm can be carried out on the basis of theoretical analysis.

Для оценки возможности применения микроконтроллеров для on-line оценки погрешности дистанционного измерения температуры воздуха необходимо оценить сложность требуемого алгоритма и программного обеспечения.

Погрешности радиоакустического измерения температуры [1] делятся на 2 вида – аппаратурные и геофизические. К аппаратурным погрешностям относятся:

1. Погрешности измерения скорости распространения звуковой волны. Они определяются точностью определения доплеровского сдвига частоты и стабильностью генераторов звукового и радиоизлучения. При отношении сигнал/шум больше 6 дБ точность измерения лучевой составляющей скорости звука, осредненной по нескольким минутам, способна достигать значения $\Delta c = \pm 0,06$ м/с, что показывает ошибку в измерении температуры $\Delta T = \pm 0,2^\circ\text{C}$.

2. Ошибки в установке направления зондирования. Практически достижимые точности установки направлений достаточно велики.

На рис. 1 представлены результаты расчета погрешности определения температуры в зависимости от ошибки определения c и установки направлений зондирования.

Из рис. 1 наблюдается, что при многолучевом зондировании для получения аппаратурной точности в $0,5^\circ\text{C}$ нужно, чтобы ошибка определения скорости звука не была больше значения $0,01$ м · с⁻¹, а также ошибка в определении угла зондирования по отношению к вертикали не

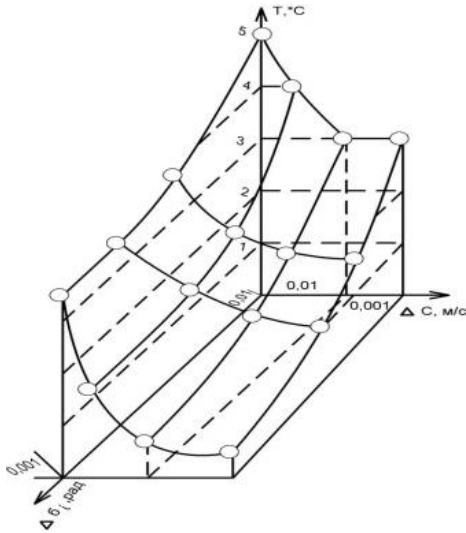


Рисунок 1 – Погрешности определения температуры

Такие эксперименты не производились. В некоторых системах РАЗ определялись лишь диаграммы направленности, поэтому расчет точности на бистатичность проблемный.

Геофизические погрешности связаны с измерением атмосферных параметров [2]:

1. Точность выполнения условия Брэгга, что находится в зависимости от формы огибающей принятого сигнала, которая характеризуется ветровым сносом сфокусированного пятна отраженного излучения, градиентами температуры, влажности, и способом настройки условия Брэгга при изменении температуры по вертикальному профилю зондирования. При настройке по средней температуре погрешность может достигать до 1°C.

2. При однолучевом вертикальном РАЗ исключение вертикальной составляющей скорости ветра возможна путем осреднения по некоторому числу звуковых посылок.

3. Точность определения коэффициента a в формуле Лапласа зависит от относительной влажности. Пренебрежение изменчивостью данного коэффициента может привести к ошибке в определении температуры до 1,5°C.

Оценка сложности алгоритма может быть проведена на основании теоретического анализа, показывает, что для решения задачи достаточно микроконтроллера средней производительности.

Список использованных источников

1. Каллистратова, М.А., Кон А.И. Радиоакустическое зондирование атмосферы – М.: Наука, 1985. – 198с.
2. Татарский В.И. Распространение волн в турбулентной атмосфере – М.: Наука, 1967. – 548с.

превышала значения 0,001 рад. Практически достижимые точности установки направлений достаточно велики.

3. Неточность поправки на бистатичность системы РАЗ, которую оценивают по формуле:

$$\omega_R = \omega_0 - 2kc \left[1 - \frac{\rho_0^2(1-Q_e^{-2})}{2r_0^2(1+Q_e^{-2})^2} + \frac{l_S^2}{l^2 + l_S^2} \right]$$

Для правильного расчета данной поправки нужно учитывать реальное пространственное распределение фаз и амплитуд радио и звукового излучения.