

## НАТУРНЫЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ И РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМ АЭРОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

Фридзон М.Б.<sup>1</sup>, Ермошенко Ю.М.<sup>2</sup>, Терешонок Н.А.<sup>3</sup>, Болелов Э.А.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> – МГТУ ГА, г. Москва, Россия, markfr.36@mail.ru

<sup>2</sup> - ООО «Аэроприбор», г. Москва, Россия,

<sup>3</sup> – ФГБУ «Центральное УГМС», г. Москва, Россия,

<sup>4</sup> - МГТУ ГА, г. Москва, Россия

**Аннотация.** В настоящее время на аэрологической сети Росгидромета начали работать в оперативном режиме спутниковые радионавигационные системы зондирования ПОЛЮС, а также цифровые радиозонды. Анализ имеющихся материалов совместных выпусков радиозондов с помощью навигационной и радиолокационной (МАРЛ) систем радиозондирования показал, что наибольшие расхождения по температуре наблюдаются вблизи земной поверхности и на высотах 15 - 20 км и достигают  $(1,5 - 2)^{\circ}\text{C}$ . Расхождения по направлению ветра на уровне земли и высотах основных трасс полётов ВС ГА, как правило, увеличиваются и достигают 20 градусов и более. Расхождения в скорости ветра, незначительные на низких и средних высотах, систематически увеличиваются с высотой, достигая на высотах 20 и более км 15-20 м/с. В целом, сравнения систем зондирования подтверждают перспективность навигационной системы зондирования, естественно, при проведении дальнейших исследований и доработки отечественной радионавигационной системы радиозондирования атмосферы.

Ключевые слова: Радиолокационные и радионавигационные системы зондирования атмосферы.

1. Переоснащение аэрологической сети РФ спутниковыми радионавигационными системами и цифровыми радиозондами.

2. Разработка методики и Программы освоения новой измерительной аэрологической техники, заменяющей действующую на сети. Обеспечение единства измерений на аэрологической сети (Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об обеспечении единства измерений"). Аттестация (утверждение типа средства измерения (СИ) действующей и новой систем зондирования. Декларированная точность измерений. Официальные требования к точности аэрологических измерений

3. Анализ имеющихся материалов совместных выпусков радиозондов навигационными (ПОЛЮС) и радиолокационными (МАРЛ) системами радиозондирования.

*Спаренные выпуски на АЭ Смоленск 25 – 26.01.17г.* Высота полета испытуемой системы радиозондирования атмосферы ПОЛЮС отличается от стандартной системы зондирования на величину от 140 м до 1240м Полученный результат приводит к выводу о неприемлемо больших ошибках измерения высоты радионавигационной системой.

В дневном выпуске 25.01.17 расхождения по температуре колеблются от минус 1 до плюс  $1^{\circ}\text{C}$  В ночном выпуске 26.01.17 кроме первых 5-6 км полёта система ПОЛЮС температуру занижает от 0,5 до  $2,5^{\circ}\text{C}$ .

По влажности в дневном выпуске 25.01.2017 кроме первых 3-х км невязка составляет 20%. В дневном и ночном выпусках 26.01.17 наоборот на высотах полёта до 3-4-х км расхождения достигают 8% и затем стремятся к нулю. По направлению ветра средняя невязка не превышает 5 градусов, хотя в отдельных точках, в основном, на высоте трасс полётов ВС ГА (10–12 км) достигает 20-30 градусов. Особое беспокойство вызывают расхождения вблизи поверхности земли, достигающие 25 и даже 40 градусов, так как это уровень взлётно-посадочных полос (ВПП) аэродромов.

По скорости ветра, получаемой радиозондом непосредственно от СРНС, в большей части полётов средняя невязка составляет 1 м/с. При увеличении высоты выше 15 – 20 км величины скорости ветра начинают расходиться, достигая 4-8 м/с

4. Анализ представленных материалов, с точки зрения требований авиации, показывает, что наибольшие расхождения по температуре наблюдаются вблизи земной поверхности и на высотах 15 - 20 км и достигают  $(1,5 - 2)^{\circ}\text{C}$ . Расхождения по направлению ветра на уровне земли и высотах основных трасс полётов, как правило, увеличиваются и достигают 20 градусов и более. Расхождения в скорости ветра, незначительные на низких и средних высотах, систематически увеличиваются с высотой, достигая на высотах 20 и более км 15-20 м/с.

Столь заметные расхождения в результатах измерений температуры и ветра обусловлены, по видимому, недостаточным учётом влияния ионосферных, тропосферных и приземных факторов при вычислении координат радиозонда с помощью модуля, устанавливаемого на борту радиозонда.

5. Испытания на АЭ Рязань 21.03.17 показали аналогичные результаты. В частности, по направлению ветра разности вблизи 12 - 15 км и достигают 20, 30 и даже 40 градусов.

6. Приводятся комментарии к результатам обработки и корректировки данных сравнения по температуре радиозондов «RS41-SG» и «MP3-H1» (г Минск). Значения относительной влажности воздуха, показанные радиозондом «MP3-H1» значительно отличаются от данных «RS41-SG», использующих датчики собственного производства (HumiCap).

Результаты определения направления и скорости ветра показали, что практически по всей высоте данные радиозондов «RS41-SG» и «MP3-H1» практически не различаются, кроме приземного слоя (1000 – 950 гПа), где расхождения по направлению ветра составляют 10 градусов.

7. Заключение. Перспективность навигационных систем зондирования для отечественной аэрологической сети и обслуживания отечественной авиации обусловлена их принципиальной дешевизной, простотой устройства и эксплуатации в отличие от громоздких и сложных радиолокационных систем.

#### Литература

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 4, ч.3, Л. Гидрометиздат. РД 52.11.650-2003, 310 с.
2. Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об обеспечении единства измерений".

## FULL-SCALE COMPARATIVE STUDIES OF RADAR AND RADIO NAVIGATION SYSTEMS OF UPPER-AIR ATMOSPHERIC SOUNDING

Fridzon M.B.<sup>1</sup>, Yermoshenko Yu.M.<sup>2</sup>, Tereshonok N.A.<sup>3</sup>, Bolelov E.A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> - MSTU GA, Moscow, Russia markfr.36@mail.ru

<sup>2</sup> - LLC "Aeropribor", Moscow, Russia,

<sup>3</sup> - FSBI "Central UGMS", Moscow, Russia

<sup>4</sup> - MSTU GA, Moscow, Russia

**Abstract.** Analysis of available materials of joint radiosonde releases using domestic navigation (POLUS) and radar (MARL) atmospheric radiosonde systems.

Key words: Radar and radio navigation systems of atmospheric sensing.