

**Краткое описание выполненной работы
на соискание премии «Авиастроитель года»
в номинации «За успехи в создании систем и агрегатов для
авиастроения»**

Название работы: Опытно-конструкторская работа «Разработка радиовысотомерной системы с функциями измерения высоты и составляющих вектора скорости для малоскоростных летательных аппаратов».

Авторский коллектив соискателей:

- Макрушин Андрей Петрович, инженер 2 кат. ОАО «УПКБ «Деталь»;
- Пилипенко Алексей Игоревич, инженер 1 кат. ОАО «УПКБ «Деталь».

Годы проведения работы: 2012 – 2014 гг.

Основное содержание работы

Постановка задачи:

В настоящее время в состав комплексов бортового оборудования навигации, посадки и управления воздушным движением (ПНК) входят автономные радионавигационные системы:

- радиовысотомер (РВ);
- доплеровский измеритель скорости и угла сноса (ДИСС).

Данные системы позволяют измерять геометрическую высоту ЛА и параметры его вектора скорости в связанной либо в земной системе координат (при наличии информации от системы типа «курсовертикаль»).

Для измерения малых и сверхмалых ($0 \div 10$ м) высот применяют радиовысотомер с непрерывным излучением и линейной частотной модуляцией излучаемого сигнала (ЧМРВ) с точностью от $30 \text{ см} \pm 0,01 \text{ Н}$ в стандартном диапазоне эволюций ЛА, т.е. при кренах и тангажах (совместно) до $\pm 20^\circ$ и горизонтальных скоростях до 200 м/с . Одной из приоритетных задач является повышение точности, в том числе при больших углах крена и тангажа. Данная проблема разрешима при введении в алгоритм вычисления высоты априорной информации о скорости и угле крена ЛА, поступающей из контура ПНК от измерителя типа «ДИСС».

На сегодняшний день измерители ДИСС имеют сравнительно большие габариты и массу (масса ДИСС-28 равна 16 кг) и обладают низкой точностью измерения. Самым существенным недостатком ДИСС является невозможность правильной работы над гладкими поверхностями (вода) и в режиме висения вертолета и на очень малых скоростях, близких к висению. Кроме того, для измерения истинной высоты вертолѐта необходимо иметь на борту и радиовысотомер, отличающийся высокой

точностью измерения от других систем, позволяющих определять высоту полёта объекта.

Необходимость облучения земной поверхности под углом относительно вертикали с помощью антенн с узкой диаграммой направленности приводит, ввиду недостаточности запаса энергетического потенциала, к частым переходам в режим «память», особенно над водной поверхностью с малым волнением. Кроме того, ввиду особенности построения систем типа «ДИСС» (оценки разности доплеровских сдвигов частот по приемным каналам) они практически неработоспособны в области малых скоростей. Данные недостатки создают достаточно большие трудности для использования этих систем при построении ПНК малых летательных аппаратов и вертолетов, особенно при использовании вычисленных данных в контуре управления ЛА в режиме «висение».

В связи с этим остро встаёт необходимость высокоточного измерения параметров полёта на малых и особо малых высотах. В частности высокоточное измерение истинной высоты полёта, составляющих вектора скорости и угла сноса.

Существующие системы измерения этих параметров, за исключением радиовысотометров, разработанных ОАО «УПКБ «Деталь», вследствие недостаточной точности, малопригодны для использования в режиме скоростного экстремального пилотирования на малых и сверхмалых высотах полёта вертолёт.

На основании вышеизложенного, встает вопрос создания комплексированной системы, объединяющей в себе функции точного измерителя истинной высоты, составляющих вектора скорости и угла сноса.

Цель выполнения работы: Разработка малогабаритной радиовысотометрической системы (РВС) с функциями измерения высоты, составляющих вектора скорости малоскоростных летательных аппаратов типа вертолёт. С целью повышения точностных характеристик и расширения функциональных возможностей ЧМРВ (введение каналов измерения составляющих вектора скорости и угла сноса) для малоскоростных ЛА (в том числе, обеспечивая работу контура управления в режиме «висение») проведена разработка малогабаритной РВС, объединяющей функционал РВ и ДИСС.

Результаты работы:

- разработаны принципиально новые алгоритмы получения оценок высоты и составляющих вектора скорости ЛА, обеспечивающие высокую точность измерений;
- разработан, изготовлен и испытан экспериментальный образец РВС, обладающий существенно лучшими ТТХ по сравнению с традиционными ДИСС;

- оформлены заявки на получение патентов РФ на инновационные технические решения, найденные в рамках создания данной РВС;
- принципы построения РВС и основные достигнутые результаты опубликованы на научно-технической конференции «Радиолокация, навигация, связь - 2013», г. Воронеж, а также на четвертой Всероссийской научно-технической конференции «Радиовысотометрия - 2013» г. Каменск-Уральский.

Общий вид моноблока РВС измерения высоты и составляющих вектора скорости (рисунок 1).

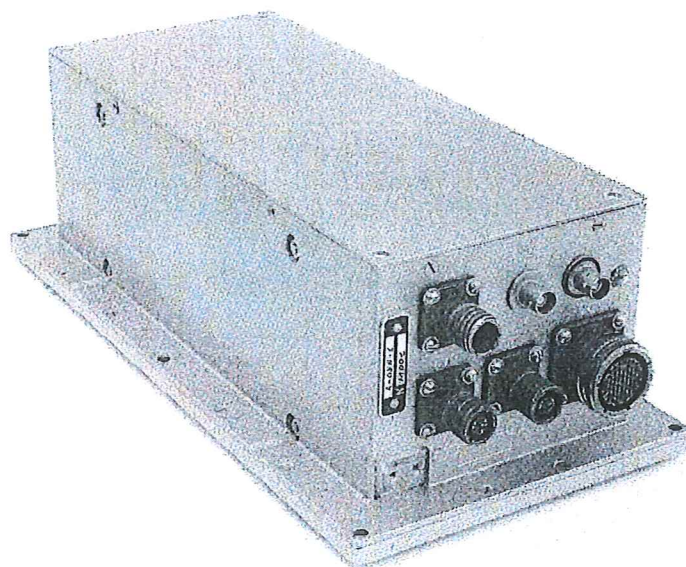


Рисунок 1

Достигнутые тактико-технические характеристики РВС измерения высоты и составляющих вектора скорости представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение параметра
1	2
Модуляция передатчика	частотная
Режим генерации	непрерывный
Диапазон частот излучаемого сигнала, МГц	от 4200 до 4400 включ.
Диапазон измерения высоты, м	от 0 до 1500
Погрешность измерения и выдачи в системы объекта высоты над гладкой ровной поверхностью при углах крена и тангажа в пределах ± 20 град должна быть (с вероятностью 0,95), м, не более	$\pm (0,45 + 0,01H)$

Продолжение таблицы 1

1	2
<p>Диапазон измерения составляющих вектора скорости должен быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для продольной составляющей – V_x, м/с - для поперечной составляющей – V_z, м/с - для вертикальной составляющей – V_y, м/с 	<p>от минус 20,0 до минус 0,4; от 0,4 до 100,0. от минус 25,0 до минус 0,4; от 0,4 до 25,0. от минус 30 до плюс 30.</p>
<p>Погрешность измерения и выдачи в системы объекта продольной и поперечной составляющих вектора скорости при углах крена и тангажа в пределах ± 10 град., (с вероятностью 0,95), м/с, не более</p>	<p>$\pm (0,5 + 0,005V_{\text{пут}})$.</p>
<p>Погрешность измерения и выдачи в системы объекта вертикальной составляющей вектора скорости V_y при углах крена и тангажа в пределах ± 10 град (с вероятностью 0,95) не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в диапазоне высот менее 100 м, м/с - в диапазоне высот более 100 м, м/с 	<p>± 1; ± 5.</p>
<p>Потребляемая мощность, Вт, не более</p>	<p>85</p>
<p>Температура окружающего воздуха в месте установки приёмопередатчика, °С</p>	<p>от минус 40 до плюс 55</p>
<p>Время полета, час</p>	<p>8</p>
<p>Габаритные размеры моноблока, мм</p>	<p>290x140x100</p>
<p>Масса изделия, кг, не более</p>	<p>4,5</p>

Выдача информации в системы объекта осуществляется по МКИО по ГОСТ Р 52070-2003 либо в виде последовательного двоичного трехуровневого кода по ГОСТ 18977-79 и РТМ 1495-75 изм. 2 или изм. 3.

 А.П. Макрушин

 А.И. Пилипенко

