



УДК 621.398+629.5.058.76

© Д. О. Востров, К. С. Балыкин, А. В. Горев,
Е. А. Герасимов, А. В. Воронцов, Ю. В. Бочкарев, 2015

Система приёма информации, устанавливаемая на самолет Ил-114ЛЛ

Представлена система приёма информации на борт летающей лаборатории Ил-114ЛЛ и передачи команд в эфир по радиоканалам. Система конструктивно выполнена в виде моноблока и обеспечивает управление и контроль диаграммами направленности антенн в горизонтальной плоскости.

Ключевые слова: полосковая антенна, подвижный объект, телеметрическая информация, радиоканал.

Введение

Во время испытательных и боевых пусков крылатых ракет существует необходимость обмена с изделием информацией различного рода.

В рамках технического проекта «Оборудование самолета Ил-114ЛЛ в интересах натурных испытаний головки самонаведения крылатых ракет» в АО «ОКБ «Новатор» была разработана система, предназначенная для приёма телеметрической информации с крылатой ракеты на борт летающей лаборатории Ил-114ЛЛ, которая принадлежит НПП «Радар ММС», входящему в Концерн «Моринформ-система-Агат», по радиоканалам и передачи разовых команд в эфир.

Обсуждение

В настоящее время для обеспечения пусков крылатых ракет используется радиотехнический самолетный измерительный пункт Ил-20РТ, входящий в состав морской авиации Северного флота. Также используются вертолетные измерительные пункты Ми-8. Но они не всегда есть в наличии, и их использование ограничено метеоусловиями и запасом топлива.

Одновременное использование вертолетного измерительного пункта Ми-8 и летающей лаборатории Ил-114ЛЛ позволяет дублировать и резервировать информацию, повышая надёжность всей системы.

Приёмопередающий блок устанавливается на выдвижных салазках внешней гондолы борта самолета, крепится к ним с помощью четырёх болтов. Параметры блока: масса – 8 кг, высота – 600 мм, диаметр обтекателя – 350 мм, диаметр крепления – 450 мм.

Приёмопередающая система для Ил-114ЛЛ объединяет в себе возможности двух приёмопередающих систем, разработанных и эксплуатируемых в АО «ОКБ «Новатор»: ПУ-800 (приёмное устройство телеметрической

информации с крылатой ракеты, работающее на частоте 869 МГц) и МСПКУ (мобильная система передачи команд управления на крылатую ракету). Системы собраны в одном блоке, что создает более компактную и эргономичную систему.

Приёмопередающий блок (рис. 1) состоит из приёмопередающего модуля, двух полосковых антенн, поворотного устройства и обтекателя.

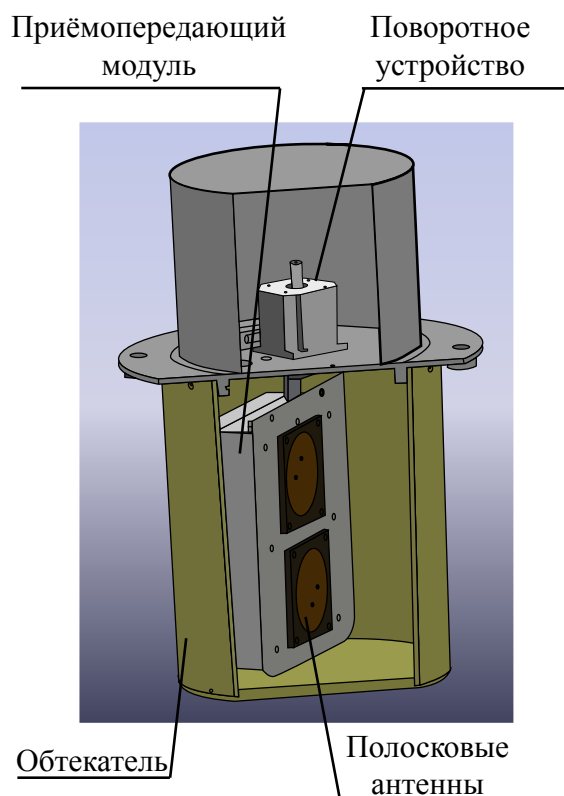


Рис. 1. Приёмопередающий блок в разрезе

Приёмопередающий модуль преобразует аналоговые сигналы, поступающие от антенн, в цифровой вид. Обмен информацией между приёмопередающим блоком и ПЭВМ возможен на расстоянии до 15 м. Для передачи сигнала на такое расстояние используется интерфейс RS-422, а перед вводом сигнала на ПЭВМ он переводится в USB-интерфейс.

Приём информации происходит в нелицензируемых международных диапазонах частот *ISN* на общедоступных частотах 433,7 МГц и 869 МГц.

Информация о фактической высоте и дальности до сопровождаемого объекта, векторе направления и направлении максимума диаграммы направленности (ДН) выводится на устройство визуального контроля принимаемой информации. Бортоператор на мониторе ПЭВМ в реальном времени отслеживает параметры летательного аппарата, его и свои координаты. Он также имеет возможность передавать в эфир разовые команды.

В приёмопередающей системе применяются антенны полоскового типа [1–7]. Благодаря плоской конструкции (рис. 2) масса и габариты системы меньше. Конструкция антенны обладает двумя взаимно ортогональными поляризациями – вертикальной и горизонтальной, дающими возможность осуществлять двухканальный приём, что также приводит к двойному резервированию информации и уменьшению общего шума и ошибок принимаемой информации. Сигналы с каждого из каналов проходят по разным, но идентичным по конструкции схемам приёма телеметрической информации с подвижного объекта. Опрос обоих каналов производится параллельно, получаемые данные записываются на ПЭВМ для дальнейшей их обработки специализированным программным обеспечением.

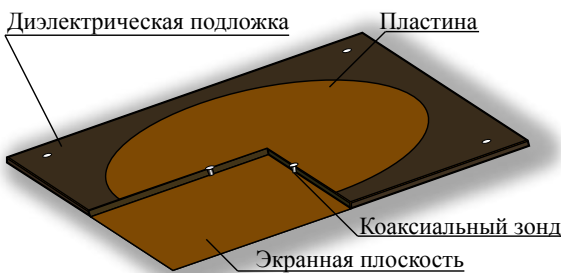


Рис. 2. Антенна полоскового типа для приёма телеметрической информации с подвижного объекта

Полосковая антенна представляет собой тонкую плоскую проводящую пластину, размещённую на диэлектрическом слое – подложке, ограниченной снизу проводящей экранной плоскостью больших, чем у пластины, размеров. Коэффициент стоячей волны (КСВ) антен-

ны – не более 1,1 на рабочей частоте и не более 2 в полосе частот ± 3 МГц.

Для сравнения рассмотрим антенну резонаторного типа, излучающую через торцевые щели, расположенные по периметру металлической пластины. Недостатком таких антенн является узкополосность. Рабочая полоса часто ограничена, в первую очередь, резким изменением комплексного входного сопротивления антенны.

Значение резонансной частоты определяется из условий резонанса основного типа колебаний в резонаторах с магнитными торцевыми стенками. Резонансный размер дисковой антенны рассчитывается по формуле (тип колебаний E_{110}):

$$\frac{\alpha_{PEZ}}{\lambda_0} = \frac{1,841}{2\pi\sqrt{\varepsilon_{E\Phi}} \left[1 + \frac{2d}{\pi\alpha\varepsilon_A} \left(\ln \frac{\pi\alpha}{2d} + 1,7726 \right) \right]^{\frac{1}{2}}}, \quad (1)$$

где d – толщина подложки;

α_{PEZ} – резонансный размер антенны;

λ_0 – начальная длина волны;

$\varepsilon_{E\Phi}$ – эффективный коэффициент диэлектрической проницаемости;

d – толщина подложки;

ε_A – амплитудный коэффициент диэлектрической проницаемости;

α – размер антенны.

В выражении (1) величина $\varepsilon_{E\Phi}$ рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_{E\Phi} = \frac{\varepsilon + 1}{2} + \frac{\varepsilon - 1}{2} \left(1 - 10 \frac{d}{\alpha} \right)^{\frac{1}{2}},$$

где ε – коэффициент диэлектрической проницаемости.

Дисковая (полосковая) антенна является относительно прямоугольной более широкополосной, что объясняется отсутствием углов, где «накапливается» частотно-зависимая реактивная энергия. Один из путей увеличения широкополосности – использование «толстых» подложек. На практике реализованы две антенны с $\varepsilon=3,8$ на подложках, выполненных из флана толщиной 2 и 8 мм. Полоса по уровню $КСВ = 2,0$ составила 4 и 8 МГц соответственно. Однако при увеличении толщины подложки возможно возбуждение высших типов волн,



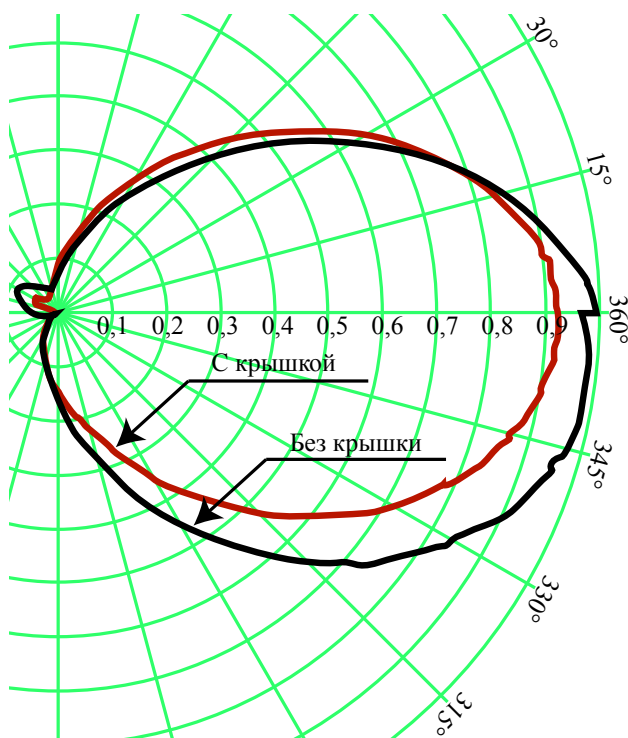


Рис. 3. Влияние материала обтекателя на ДН антенны

резко снижающее эффективность излучения пространственных волн, что ограничивает применение этого пути. Результаты измерения КПД каждой антенны, полученные в безуховой камере, составили 95 % от КПД вибратора Пистолькорса. Таким образом, высшие типы волн не возбуждаются и антенны работают с основным типом волны.

Вращение антенн возможно в круговой плоскости обзора в 360° . Летательный аппарат независимо от направления движения самолета будет оставаться в зоне видимости. Слежение за летательным аппаратом реализуется программно, так, чтобы максимум ДН антенн был всегда направлен в сторону летательного аппарата. Но существует и возможность ручной регулировки и поворота антенн бортоператором.

Обтекатель выполнен из радиопрозрачного материала ТЗМКТ. Оценка влияния материала обтекателя на ДН антенны приведена на рис. 3.

Из полученных данных можно сделать вывод, что материал обтекателя почти не влияет на характеристики антенн:

получаемая мощность уменьшилась на 10 %;

ширина ДН по уровню половинной мощности уменьшилась с 55° до 65° .

Следовательно, данный материал подходит для его использования по всем параметрам.

Заключение

Спроектированная приёмопередающая система полностью совместима с уже имеющимися системами и обладает следующими преимуществами:

простота установки на борт самолета Ил-114ЛЛ;

эффективность и надёжность системы;

возможность сопроводить летательный аппарат по трассе на расстоянии до 1200 км и при этом исключить «слепые» зоны;

возможность кругового обзора в 360° в горизонтальной плоскости;

дублирование и двойное резервирование информации;

повышение эффективности радиолинии за счёт внедрения высокочастотных малошумящих усилителей;

устойчивость приёма информации независимо от манёвров летательного аппарата благодаря двухканальному приёму;

размещение приёмной антенны и приёмного блока в одном корпусе;

небольшие масса и габариты;

доступная цена.

Список литературы

1. Белоцерковский Г. Б. Основы радиотехники и антенны. Ч. 2. М.: Сов. радио, 1969. 328 с.
2. Панченко Б. А. Техническая электродинамика и распространение радиоволн. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 90 с.
3. Панченко Б. А., Князев С. Т. и др. Электродинамический расчёт характеристик полосковых антенн. М.: Радио и связь, 2002. 256 с.
4. Пригода Б. А., Кокунько В. С. Антенны летательных аппаратов. М.: Военное издательство министерства обороны СССР, 1964. 120 с.
5. Лось В. Ф. Микрополосковые и диэлектрические резонаторные антенны. САПР-модели: методы математического моделирования. М.: ИПРЖР, 2002. 96 с.
6. Марков Г. Т. Антенны. М.: Госэнергоиздат, 1960. 544 с.
7. Марков Г. Т., Петров Б. М., Грудинская Г. П. Электродинамика и распределение радиоволн. М.: Сов. радио, 1979. 375 с.

Поступила 30.03.15

Востров Дмитрий Олегович – инженер-конструктор 3 категории АО «ОКБ «Новатор», г. Екатеринбург.
Область научных интересов: телеметрия, радиолокация, ракетостроение.

Балыкин Константин Сергеевич – ведущий инженер-конструктор АО «ОКБ «Новатор», г. Екатеринбург.
Область научных интересов: телеметрия, радиолокация, ракетостроение.

Горев Александр Викторович – начальник конструкторского бюро АО «ОКБ «Новатор», г. Екатеринбург.
Область научных интересов: телеметрия, радиолокация, ракетостроение.

Герасимов Евгений Александрович – ведущий инженер АО «ОКБ «Новатор», г. Екатеринбург.
Область научных интересов: телеметрия, радиолокация, ракетостроение.

Воронцов Александр Валерьевич – начальник конструкторского бюро АО «ОКБ «Новатор», г. Екатеринбург.
Область научных интересов: телеметрия, радиолокация, ракетостроение.

Бочкарев Юрий Викторович – инженер-конструктор АО «ОКБ «Новатор», г. Екатеринбург.
Область научных интересов: телеметрия, радиолокация, ракетостроение.

