

БОРТОВАЯ ЛИНЕЙНАЯ АФАР ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

*А. И. Синани, П.А. Агеев, Г.Ф. Мосейчук, Т.А. Ломовская, И.А. Балина, И.В. Голиков.
Все ОАО «Научно-исследовательский институт приборостроения имени В.В.
Тихомирова»*

Настоящий доклад посвящен результатам разработки АФАР дециметрового диапазона длин волн с электронным управлением лучом, размещаемой в отклоняемом носке крыла истребителя. Приведены принципы построения антенны, методы настройки АФАР, экспериментальные диаграммы направленности.

Традиционно считается, что наилучшим местом для размещения локационной антенны является носовой отсек самолета. Аналогичный вывод делается и для антенны запросчика государственного опознавания (ЗГО). После того, как в 70-х начале 80-х годов прошлого века была решена задача совмещения обеих антенн в единой апертуре, в том числе для ФАР, этот вывод был обоснован и на практике [1].

Однако это утверждение в той или иной степени оказалось справедливым только для самолетов с большим миделем (более 600 мм). При совместном размещении антенн дециметрового и сантиметрового диапазонов волн возникает ряд проблем – большая ширина ДН ФАР ЗГО не позволяет получить достаточное угловое разрешение. Кроме того, совмещение излучателей двух ФАР в единой апертуре вызывает взаимное искажение характеристик антенн. При переходе от пассивной ФАР к АФАР возникают трудности совмещения двух антенн в одной апертуре. Поэтому возникает вопрос о возможности автономного исполнения АФАР ЗГО.

В ходе подробного анализа поверхностей современных и перспективных самолетов было выявлено, что наиболее перспективным является размещение АФАР ЗГО в передней кромке крыла.

В носке крыла можно разместить довольно протяженную апертуру длиной до 10λ , которая сможет обеспечить необходимое угловое разрешение в одной плоскости - по азимуту. На практике этого вполне достаточно, несмотря на отсутствие углового разрешения в плоскости угла места. Кроме этого, существует возможность размещения на борту не одной, а двух АФАР, что расширяет сектор сканирования антенны ЗГО. Учитывая, что входящие в состав АФАР блоки обладают достаточной широкополосностью, АФАР может выполнять функции нескольких антенн.

Рассматривая положительные стороны размещения антенны ЗГО в подвижном носке крыла, не стоит забывать о жестких ограничениях на габаритные размеры блоков, накладываемых таким неординарным размещением. Температурные режимы при различных режимах полета и механические воздействия на блоки создают дополнительные сложности для разработчика. Например, температура в передней кромке носка крыла может достигать $+180^{\circ}\text{C}$, а механические нагрузки составляют не меньше 5,5g. Поэтому особенное внимание было уделено разработке излучателя, который должен формировать заданную ДН с учетом влияния близко расположенного обтекателя и сохранять работоспособность в жестких климатических условиях [2].

Автономное размещение антенны ЗГО предполагает достаточно длинную кабельную сеть. Учитывая величину затухания в коаксиальном проводнике, для обеспечения требуемых энергетических параметров необходима установка на борту мощного передатчика. Это стало одной из причин выполнения антенны ЗГО по технологии АФАР – включение в состав антенны активного модуля.

Классическое исполнение активных модулей, входящих в состав АФАР, предполагает монолитный вариант конструкции. В большинстве случаев он оправдан, однако при работе в

дециметровом диапазоне длин волн габариты модуля становятся достаточно громоздкими. Поэтому АФАР ЗГО построена по следующей схеме: принятый излучающей системой сигнал усиливается в приемном канале модуля, фазовращатели, выполненные отдельным устройством, обеспечивают необходимый фазовый сдвиг в каждом канале, далее сигнал из каждого канала суммируется в делителях мощности. Управление АФАР осуществляется блоком управления антенной (БУА), основной задачей которого является расчет кодов фаз и управление фазовращателями АФАР, т.е. обеспечение электронного сканирования лучом. Все питающие напряжения подаются на блоки от вторичного источника питания.

Блочное исполнение АФАР позволяет компактно разместить в одном отсеке крыла активные модули, а в другом – устройства распределения и фазирования (УРФ), и диаграммообразующее устройство (ДОУ). Помимо компактности, такая схема построения позволяет легко перейти от активного исполнения антенны к пассивной ФАР, посредством простого исключения усилительных модулей из схемы. Все остальные блоки разработаны в НИИП по отработанным технологиям и могут использоваться по своему назначению практически в любом исполнении ФАР. Описание конструкции блоков и их характеристики приведены в полном тексте доклада.

Основными этапами настройки/работы с АФАР являются:

- измерение характеристик активных (приемопередающих) модулей;
- запись в flash-память устройств управления (УУ) необходимых корректирующих подставок, позволяющих управлять амплитудно-фазовым распределением (АФР);
- проверка АФР на выходе усилительных модулей в составе АФАР;
- математическое моделирование характеристик АФАР при помощи специального ПО по результатам измерений АФР;
- измерение характеристик излучения АФАР.

Измерение характеристик усилительных модулей проводится с целью компенсации различия каналов модуля по фазовым набегам и реализации заданного амплитудного распределения. В flash-память УУ, входящего в состав модуля записываются значения фазовых набегов каждого канала модуля, и необходимая величина затухания для создания заданного АР. Для этого в приемном канале модуля установлен четырехразрядный аттенюатор, а в передающем канале предусмотрена ступенчатая регулировка уровня выходной мощности. Отработка записанных в УУ фаз осуществляется фазовращателями УРФ.

Проверка точности реализации АФР проводится с учетом кабельной сети. Подробнее процесс проверки описан в полном тексте доклада. По результатам измерений АФР выполняется расчет ожидаемых характеристик излучения АФАР.

На данный момент в НИИП изготовлен, настроен и проверен образец АФАР-ЗГО, показанный на рисунке 1.

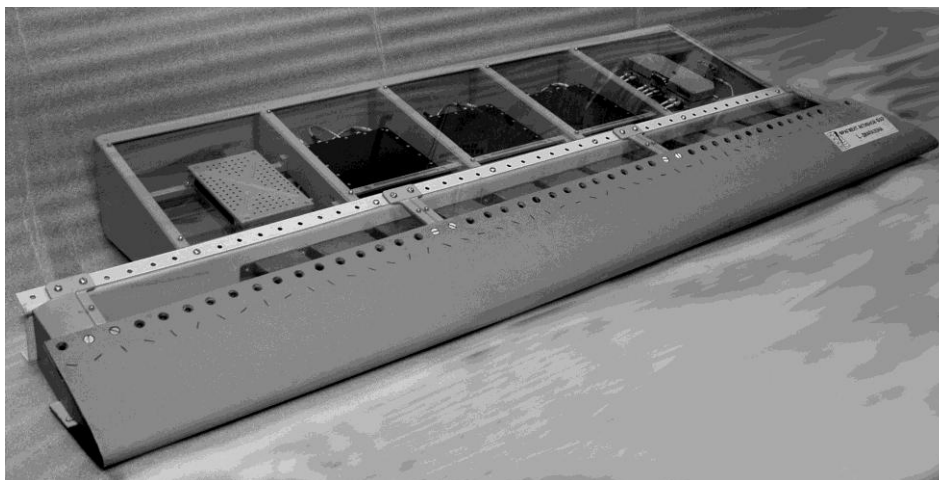
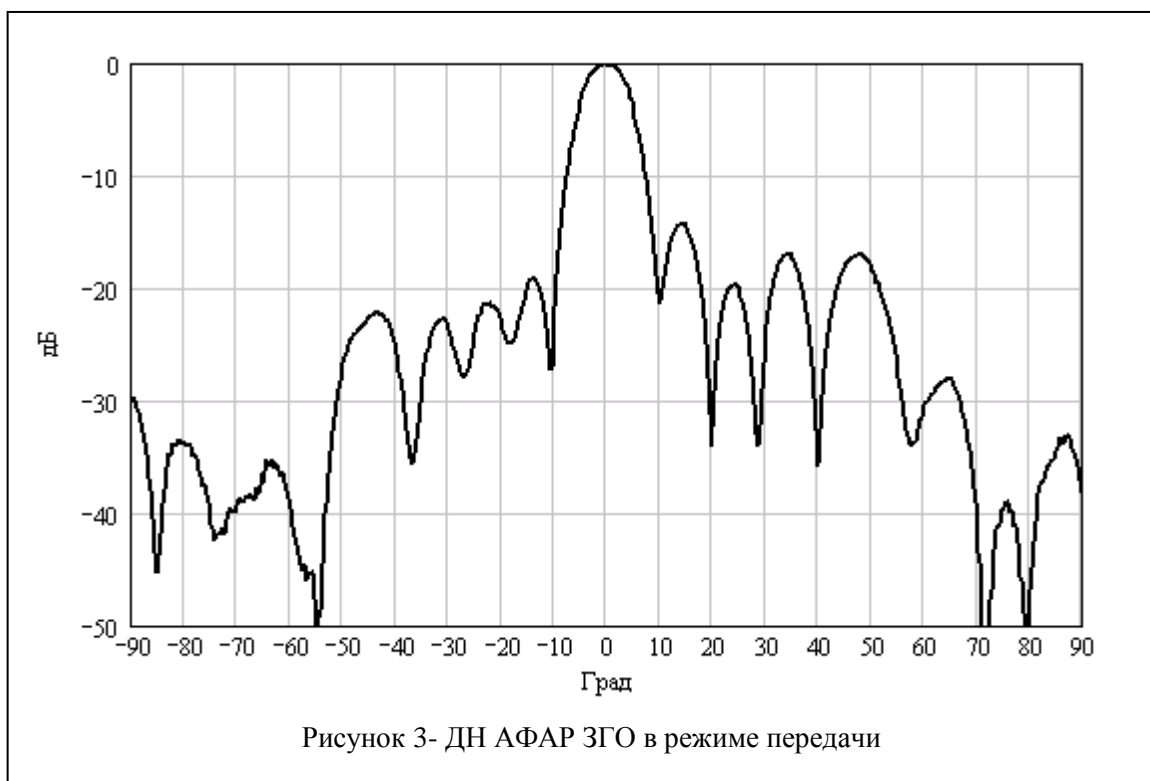
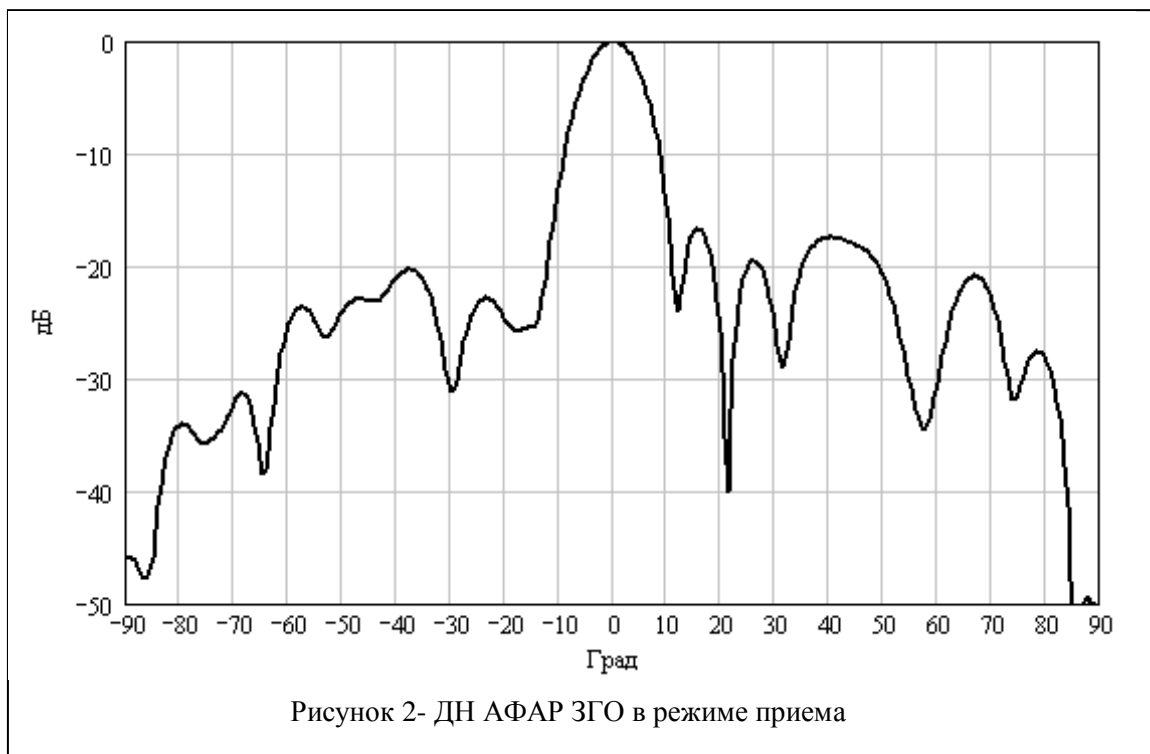


Рисунок 1- Образец АФАР-ЗГО

Образец выполнен на основе излучающей системы из 12 излучателей, объединенных в три блока, трех 4-х канальных усилительных модулей, двух шестиканальных УРФ и ДООУ. Передача СВЧ мощности между блоками осуществляется коаксиальными кабелями. Измеренные ДН АФАР приведены на рисунках 2, 3.



ЛИТЕРАТУРА

1. А.И. Синани, Г.Ф. Мосейчук, Т.А. Ломовская, В.М. Кузьменков, Э.Г. Галеев, А.Н. Грибанов. ФАР L диапазона, встроенная в ФАР X диапазона – Сб. докладов симпозиума (4-6 октября 2000г.) «Электронное управление лучом в бортовых радиолокационных комплексах», Рязань, 4-6 апреля 2000 г., С.84-90.
2. И.А.Балина, Т.А.Ломовская, Г.Ф.Мосейчук, А.И.Синани. Излучающая система, размещенная в отклоняемом носке крыла. – Антенны, 2008, №9(136). –С.65-69.