

## 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  $10\lambda$ , 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.

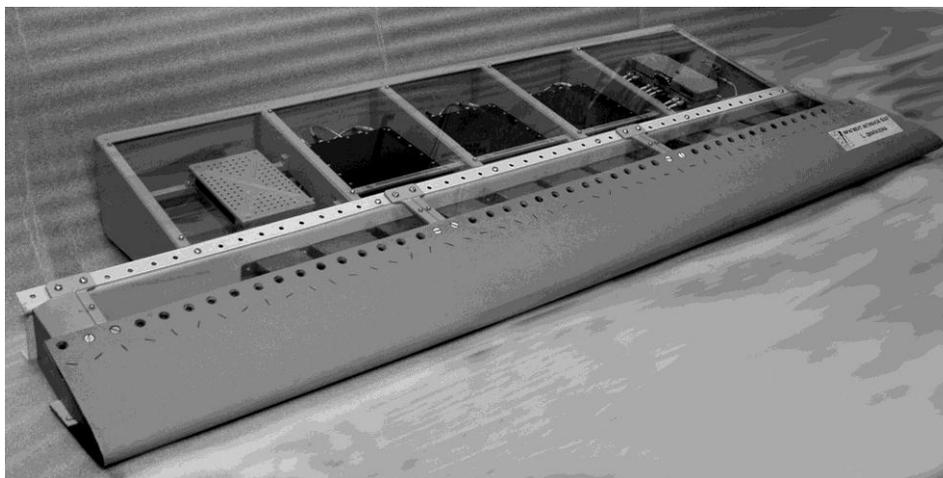
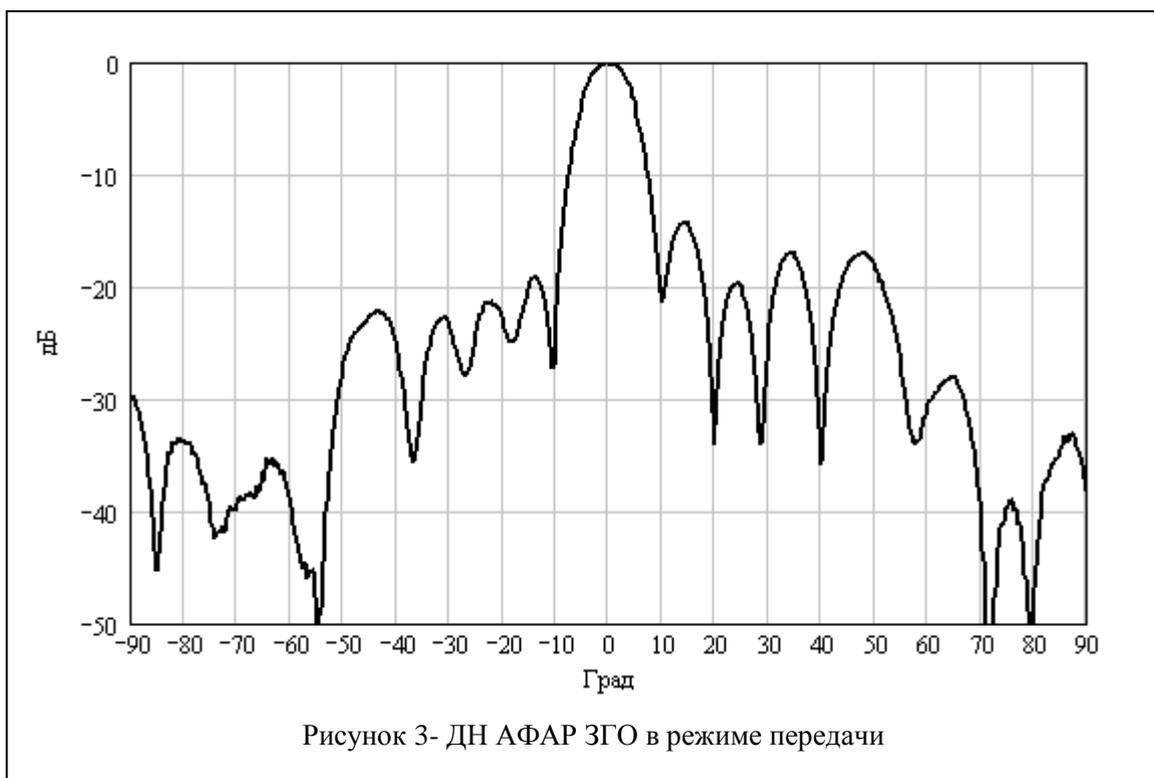
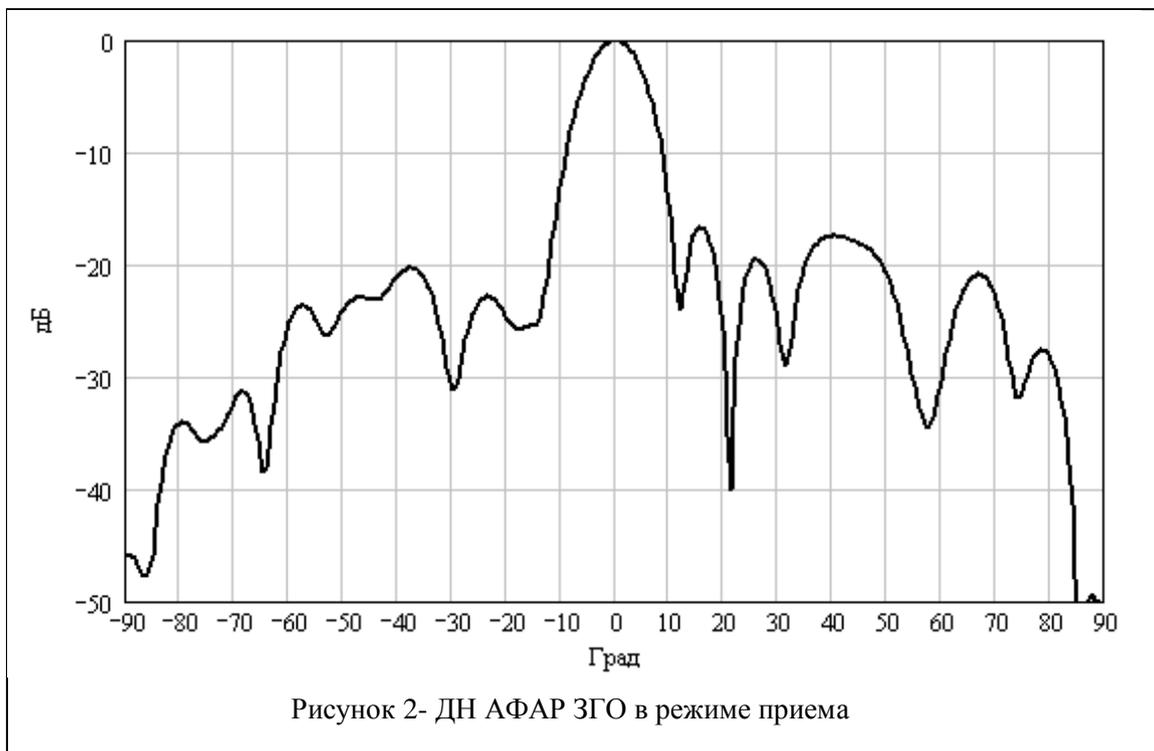


Рисунок 1- Образец АФАР-ЗГО

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.