

ISSN 0869-3633

ПРЕССИНФОСЕЛЕКТ

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
**ВЕСТНИК НОУ-ХАУ**

№ 3 (вып. 3) 1993

Я.В. Доминюк, Ю.П. Паньковский, А.А. Толкачев.

## ФАЗИРОВАННЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ В РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СРЕДСТВАХ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ И ПОСАДКИ.

*Созданы все основные элементы высокоэффективных трехкоординатных радиолокационных станций (РЛС) с фазированными антенными решетками в сантиметровом и миллиметровом диапазонах волн. На их основе разработан технический облик и аппаратурно-технические решения ряда унифицированных РЛС управления воздушным движением и посадки — трассового, обзорно-посадочного и посадочного.*

Постоянное усложнение задач, решаемых радиолокационными станциями (РЛС) военного назначения в части увеличения количества обслуживаемых объектов, выделения их на фоне местных предметов, метеообразований и активных помех, привело к развитию техники фазированных решеток (ФАР). ФАР, обладающие возможностями быстрого переключения направления лучей, формирования многолучевых диаграмм направленности на прием и минимумов диаграммы в направлении источников помех, обеспечивают высокую канальность и способность селектировать сопровождаемые объекты в сложной радиолокационной обстановке.

Применяемые для обнаружения и сопровождения аэродинамических и баллистических объектов, управления артиллерийским огнем, наведения ракет и т. п., РЛС с ФАР до недавнего времени не находили применения в гражданских областях из-за более высокой стоимости и сложности их обслуживания. Однако, отработка технологии массового изготовления элементов ФАР, их удешевление и повышение надежности, а также усложнение задач, решаемых РЛС гражданского назначения, прежде всего в авиации, позволило рассматривать РЛС с ФАР, как конкурентоспособное средство управления воздушным движением (УВД) и посадки по отношению к традиционно применяемым РЛС с зеркальными антеннами.

В ряде стран созданы образцы радиолокацион-

ных средств УВД на основе ФАР, в основном в дециметровом диапазоне волн. В качестве примеров таких РЛС можно привести системы S.723, S.743, AR-30 (Великобритания), GE-592 (США) и др. Необходимость дальнейшего увеличения точности и помехозащищенности информационных средств УВД и посадки требует разработки трехкоординатных РЛС с ФАР в более высокочастотных диапазонах.

В миллиметровом диапазоне предприятиями радиопромышленности России разработана высокоэнергетическая ФАР модульной конструкции с сектором сканирования  $\pm 25$  градусов, временем переключения луча около 50 мкс. Приемопередающие фазированные антенные модули (рис. 1), имеющие апертуру шестиугольной формы (диаметр описанной окружности 400 мм), содержат антенный блок на ферритовых фазовращателях отражательного типа с вынесенным облучателем, передающий блок на ЛБВ воздушного охлаждения с импульсной мощностью 250 Вт, приемноусилительный блок с эквивалентной шумовой температурой 800 К, блок вычисления фазового распределения и аппаратуру термостабилизации. Модули объединяются в полотно ФАР с когерентным возбуждением на передачу и формированием связи угломерных диаграмм на прием.

Ведутся работы по увеличению сектора элек-

тронного сканирования и уровня излучаемой мощности.

“Трек” представляет собой высокоавтоматизированный многофункциональный трехкоординатный

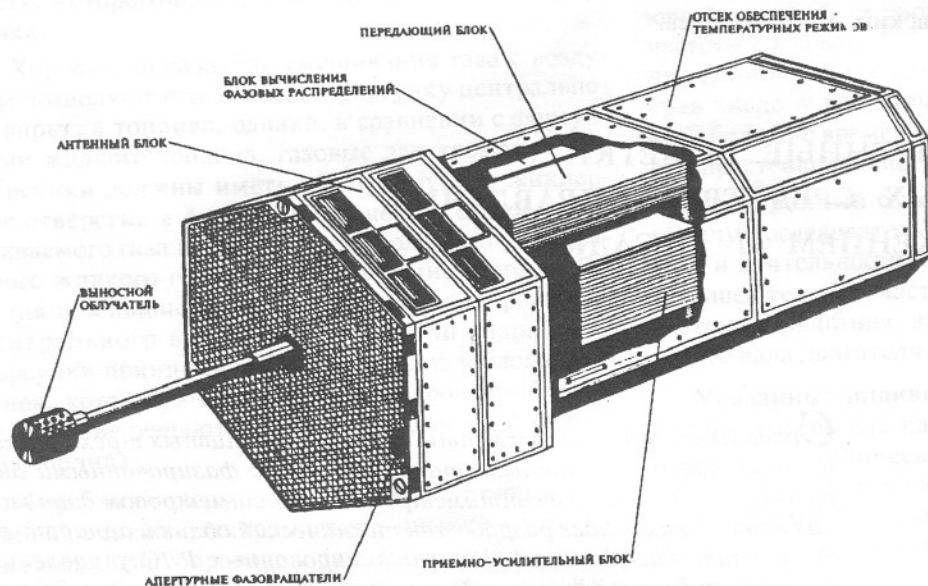


Рис. 1. Приемопередающий фазиремый антенный модуль ФАР.

С сантиметрового диапазона разработаны активные фазированные решетки на базе твердотельных приемопередающих модулей. Модули ФАР сантиметрового диапазона содержат 64 приемопередающих фазиремых канала с шагом расположения каналов 34 мм. Импульсная мощность, излучаемая каждым каналом, составляет 5—10 Вт, шумовая температура — 400 К. Сектор электронного сканирования:  $\pm 45$  градусов. Возможность реализации на однотипных элементах антенных решеток в широком диапазоне энергетических и точностных характеристик позволяет создавать существенно различные по решаемым задачам средства с высоким уровнем унификации элементной базы

Применение для решения задач УВД и посадки РЛС на основе ФАР, в отличие от РЛС с зеркальными антеннами, позволяет получить ряд важных преимуществ. К ним, прежде всего, следует отнести:

- высокую канальность — возможность обнаружения и одновременного сопровождения траекторий большого количества самолетов;
- сопровождение траекторий по трем координатам;
- высокий темп обновления информации о положении самолетов;
- высокую адаптивность к радиолокационной и помеховой обстановке.

Радиолокационный комплекс посадки (РЛКП)

“Трек” представляет собой высокоавтоматизированный многофункциональный трехкоординатный радиолокатор высокой точности с ФАР миллиметрового диапазона волн, включающий в себя высокопроизводительный вычислительный комплекс и функциональное программное обеспечение, реализующее решение задач, традиционно выполняемых несколькими системами. РЛКП “Трек” позволяет осуществить автоматизированное выполнение следующих задач УВД:

— автономный контроль за движением до 20 воздушных судов в зоне подхода и посадки;

— текущее планирование в реальном времени;

— завод воздушных судов на посадку;

— посадка самолетов по оптимальным траекториям;

— прием и передача воздушных судов смежным системам.

Передача на борт самолета информации для формирования команд управления осуществляется по радиолинии, имитирующей сигналы инструментальных систем посадки ILS или MLS (“Псевдо-ILS” или “Псевдо-MLS”).

Внешний вид РЛКП “Трек” представлен на рис. 2.

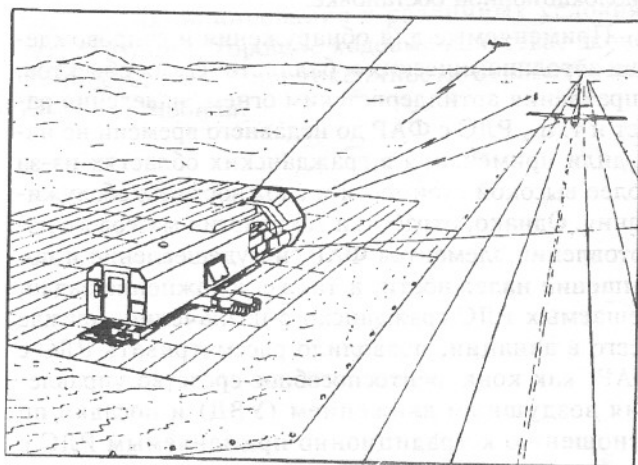


Рис. 2. РЛК посадки “Трек”

РЛКП “Трек” обеспечивает адаптацию сигналов управления к бортовому оборудованию и техническому состоянию прибывающих самолетов, не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала. Выносная аппаратура управления и отображения позволяет дистанционно управлять РЛКП и создает максимальные удобства диспетчерам командно-диспетчерских пунктов (КДП).

Помимо указанных функциональных возможностей, прорабатывается возможность обнаружения локальных атмосферных неоднородностей типа “сдвиг ветра” и расчета парирующего маневра самолетов при посадке.

РЛКП “Трек” обладает следующими основными тактико-техническими характеристиками:

Дальность действия, км	50;
— при дожде до 5 мм/час	20;
Рабочая зона (электронное сканирование):	
— по азимуту, град.	50;
— по углу места, град.	до 15;
СКО измерения координат самолета:	
— по дальности, м	2—3;
— по угловым координатам, град.	0,02;
Рабочая частота, ГГц	34—35.

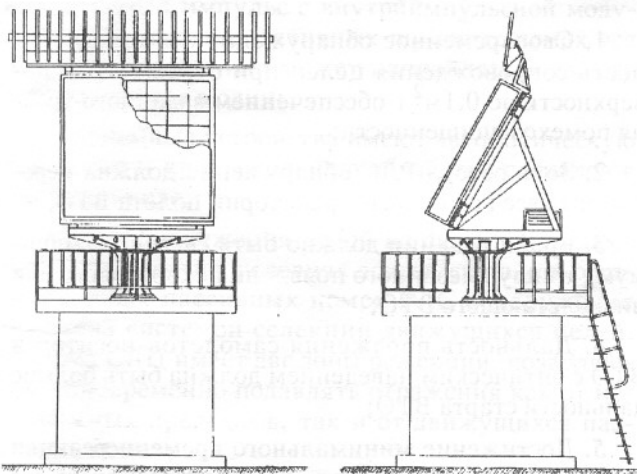


Рис. 3. Трассовый радиолокатор “АГАН”.

Трассовый радиолокатор сантиметрового диапазона “Аган” (рис. 3) предназначен для контроля воздушного пространства по трассе полетов. Антенная система РЛС “Аган” представляет собой активную ФАР, состоящую из унифицированных приемопередающих модулей.

РЛС “Аган” имеет следующие характеристики:

Зона обслуживания:	
— по дальности, км	от 1 до 300;
— по азимуту, град.	360
(электронное сканирование: $\pm 45$ );	
— по углу места (электрон. сканирование)	от -1 до + 75;

— по высоте полета воздушных судов, км	до 30;
СКО измерения координат:	
— по дальности, м	5;
— по углам, угл. мин.	6—8;
Количество сопровождаемых траекторий	до 200;
Рабочая частота, МГц	5300;
Период вращения антенны, с	10;
Масса аппаратуры, т	не более 6.

РЛС “Аган” может комплексоваться со вторичным радиолокатором.

Обзорно-посадочный мобильный радиолокатор “Баксан” (рис.4) предназначен для решения задач УВД в районах аэродромов, выполняется на базе модулей АФАР, унифицированных с модулями РЛС “Аган”, и обладает следующими основными тактико-техническими характеристиками:

Зона обслуживания	
— по дальности, км	от 0,5 до 50;
— по азимуту, град.	360;
— по углу места, град.	от -1 до + 40;
СКО измерения координат	
— по дальности, м	5;
— по углу места, угл. мин.	6—8;
— по азимуту, угл. мин	8—10;
Рабочая частота, МГц	5300;
Период вращения антенны в режиме обзора, с	2;
Масса аппаратуры, т	не более 3.

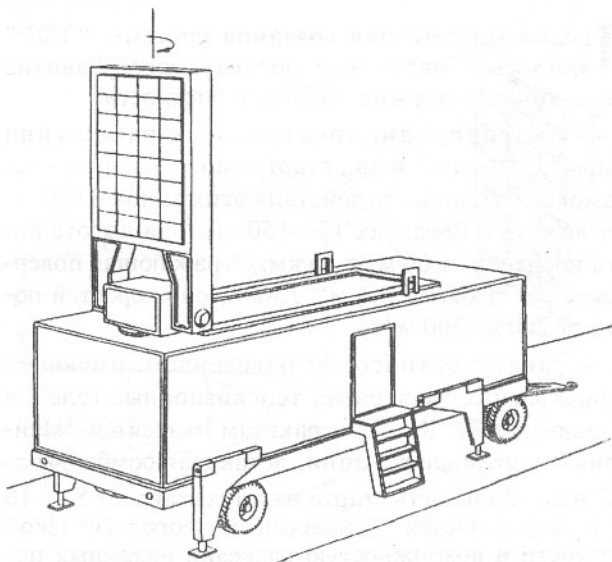


Рис. 4. Обзорно-посадочный радиолокатор с АФАР “Баксан”.

Перечисленные радиолокационные комплексы обладают высокой эксплуатационной надежностью. Оборудование ими аэропортов и трасс полета самолетов повысит безопасность и экономичность полетов, а также в значительной степени облегчит работу экипажей самолетов и диспетчерских служб. Переход в более коротковолновый диапазон обеспечит лучшие характеристики разрешения и точности измерения по угловым координатам и позволит уменьшить массу и габариты РЛС.