

# Анализ направления развития современных радиолокационных систем и комплексов

**Чистилин Д.А.**

к.т.н.

**Сахаров С.В.**

к.т.н.

**Скобеев И.А.**

к.т.н., Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

## Аннотация

Проведен анализ наиболее востребованных радиолокационных комплексов и систем, стоящих на вооружении МО РФ и используемых Министерством транспорта РФ в гражданской авиации и иностранных государств, а также наиболее перспективных разрабатываемых радиолокационных комплексов.

**Ключевые слова:** радиолокационная система; авиация; обзорный радиолокатор; алгоритм обработки; летательный аппарат.

## Введение

На фоне внедрения авиации во все сферы деятельности современного общества четко определяются основные тенденции ее развития:

- рост интенсивности воздушного движения;
- уменьшение интервалов вертикального, продольного и бокового эшелонирования в гражданской авиации;
- усложнение помеховой обстановки (совершенствование средств радиоэлектронного подавления и помехозащиты военной авиации, расширение номенклатуры помех, как преднамеренных, так и непреднамеренных);
- снижение радиолокационной заметности летательных аппаратов (ЛА);
- развитие малой легкомоторной авиации;
- развитие беспилотных ЛА;
- повышение маневренных характеристик ЛА.

Анализ перечисленных особенностей позволяет сделать вывод о том, что все они должны неукоснительным образом учитываться при разработке перспективных радиолокационных систем, тем самым диктуя значительно более высокие требования к создаваемым РЛС, чем были до настоящего времени:

- увеличение пропускной способности (количества одновременно сопровождаемых ЛА) радиолокационных комплексов (РЛК), а следовательно, использование более совершенных алгоритмов обработки информации и повышение быстродействия центральной вычислительной машины;
- повышение разрешающей способности и точности сопровождения ЛА (оценки параметров движения ЛА);
- использование средств помехозащиты и помехоустойчивых алгоритмов обработки информации;
- повышение энергоинформационного потенциала зондирующих сигналов в сочетании с улучшением качества их обработки;
- применение устойчивых алгоритмов сопровождения маневрирующих ЛА;
- применение новых режимов работы и новых алгоритмов обработки с возможностью извлечения информации о пространственном положении цели.

## Обзор наиболее востребованных радиолокационных комплексов

Одним из представителей радиолокационных систем, активно используемых в интересах управления воздушным движением на наиболее важных этапах полета, таких как заход на посадку и посадка, с довольно высокой (как считалось до недавнего времени) точностью были и радиотехнические системы посадки (РСП) [1].

Помимо радиолокационных станций, входящих в состав РСП, на военных аэродромах часто применяются обзорные радиолокаторы отдельного назначения, которые, в свою очередь, обладают более высокими ТТХ по сравнению с обзорными радиолокаторами, входящими в состав РСП [1, 2].

В РЛС ОБЗОР-А и КОРОНА применяются фазированные антенные решетки (ФАР): плоская и цилиндрическая соответственно. Важным достоинством РЛС ОБЗОР-А является ее многофункциональность: РЛС может выполнять функции обзорного радиолокатора (ОРЛ), посадочного радиолокатора (ПРЛ), локатора обзора летного поля, метеолокатора. Современные обзорные РЛС являются импульсно-доплеровскими трехкоординатными, позволяют осуществлять автосопровождение большого числа ЛА. Вторичные каналы некоторых обзорных РЛС «Корона» работают в режиме DAS.

Рассматривая основные параметры наиболее перспективных РЛС радиотехнических войск ВВС и ПВО Министерства обороны РФ [3] можно сделать вывод, что локаторы РТВ обладают лучшей разрешающей способностью по дальности по сравнению с обзорными радиолокаторами, но имеют более низкий темп обновления информации.

Одной из наиболее удачных отечественных радиолокационных систем, разработанных за последнее время, является посадочная РЛС с ФАР разработки ВНИИРА в рамках ОКР «Кронверк». Электронное сканирование зоны посадки ( $15^\circ$  по углу места и  $20^\circ$  по азимуту) осуществляется узким лучом ( $1.4^\circ$  по азимуту и  $0.75^\circ$  по углу места) с помощью пассивной ФАР проходного типа, состоящей из 824 фазовращателей. Использование ФАР позволяет прерывать режим «обзор» и переходить к практически непрерывному сопровождению одновременно до 6-ти целей. Использование моноимпульсного метода измерения угловых координат в режиме «сопровождение» позволяет достичь высокой точности (среднеквадратического ошибки по азимуту  $5'$ , по углу места  $3'$ ), что делает возможным использование ПРЛС автоматизированного управления заходом на посадку, для чего в состав ПРЛС включена линия передачи сигналов управления на борт ЛА.

Устойчивая работа первичных каналов при обработке полезных сигналов совместно с мощными помехами достигается применением традиционных приемов: приемники с логарифмическими амплитудными характеристиками, системы мгновенной автоматической регулировки усиления, шумовой автоматической регулировки усиления, селекции по длительности импульсов, частоте и периоду повторения. При воздействии активных помех широко используют перестройку РЛС по частоте, изменение уровня порога срабатывания в обнаружителях, селекцию по периоду повторения и логические обнаружители [1].

Анализ характеристик рассмотренных РЛС выявил очевидные недостатки и ряд сильных сторон:

- необходимо продолжить использование ФАР, которые позволят существенно улучшить точностные характеристики РЛС в режиме сопровождения на проходе, что важно для повышения качества прогноза воздушной обстановки;
- измерители угловых координат должны быть моноимпульсными;
- гибкость управления лучом диаграммы направленности (ДН) ФАР позволит адаптировать обзор к конкретным условиям.

Одной из самых актуальных задач является задача улучшения разрешающей способности по дальности и угловым координатам. Использование фазоманипулированных сигналов в РЛС с ФАР не только улучшает разрешающую способность по дальности, но и позволяет снизить большие импульсные мощности передатчиков, улучшить характеристики обнаружения сигналов воздушных судов, наблюдаемых на фоне помех, повышает скрытность работы РЛС. Так, например, согласно [4], в ходе эксперимента китайские ученые разработали РЛС пиковой мощностью 10 кВт, поочередно излучающие узкополосные радиоимпульсы, обеспечивающие сопровождение цели, и широкополосные линейно частотно-модулированные радиоимпульсы, обладающие полосой частот 400 МГц, и добились практически сверхразрешения по дальности не хуже 0,5 м.

В ОРЛ военного применения необходимо наблюдать ЛА всех противоборствующих сторон. Так как ЭПО современных самолетов очень мала, а применение помех, в том числе и пассивных, является неотъемлемым элементом любой войсковой операции, то эффективным способом обнаружения таких самолетов может быть режим инверсного синтезирования апертуры, который на данный момент пока не реализован ни в одной радиолокационной системе хотя аппаратные ресурсы позволяют его реализовать.

### Заключение

В последние годы стало особенно заметно, что неавтоматизированные средства управления воздушным движением перестали обеспечивать требуемое качество управления, диспетчеры не получают полного представления о динамике воздушной обстановки и затрачивают недопустимо много времени на восполнение недостающих данных для принятия решений по управлению движением воздушных судов. Поэтому совершенствование существующих радиолокационных комплексов и систем управления воздушным движением является актуальной задачей.

### Литература

1. Перевозов Е.С., Турченко В.А. Состояние и тенденции совершенствования радиолокационных систем посадки. Зарубежная радиоэлектроника. 2001. № 9. С. 64–69.
2. Технические системы и средства, создаваемые для единой системы организации воздушного движения России: каталог / Мин. экон. РФ. Департ. радиопромышл. и средств связи. 2-е изд. перераб. и доп. М. 1998. 160 с.
3. Столяров Г.В., Шанин А.В. Использование алгоритмов сопровождения интенсивно маневрирующих летательных аппаратов в радиолокационных комплексах двойного назначения // VIII Всероссийская научно-техническая конференция «Повышение эффективности средств обработки информации на базе математического моделирования», 26–28 апр. 2006 г.: материалы докладов. Тамбов: ТВВАИУРЭ. 2006. Ч.1. С. 118–130.
4. Ширман Я.Д., Орленко В.М. Тенденции повышения радиолокационного разрешения / Научно-технические серии. 2000. Вып. III. С. 75–81.

### Для цитирования:

Чистилин Д.А., Сахаров С.В., Скобеев И.А. Анализ направления развития современных радиолокационных систем и комплексов // *i-methods*. 2010. Т. 2. № 1. С. 24–27.

---

## Analysis of trends of development of modern radar systems and complexes

**Chistilin D.A.**

Ph.D.

**Sakharov S.V.**

Ph.D.

**Skobeev I.A.**

Ph.D., Military educational scientific center air force "air force Academy named after N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", Voronezh

### Abstract

The analysis of the most popular radar complexes and systems, standing in service of the defense Ministry and used by the Ministry of transport of the Russian Federation in the civil aviation and foreign States, as well as the most promising developed radar systems.

**Keywords:** radar system; aviation; surveillance radar; processing algorithm; aircraft.

**References**

1. Transportation E.S., Turchenko V.A. Status and trends of perfection of radar landing systems. Foreign Radioelectronics. 2001. No. 9. Pp. 64–69.
2. Technical systems and means are created for the unified system of air traffic of Russia: catalogue / Min. Econ. Of the Russian Federation. Dept. radioplays. and means of communication. 2–e lzd. Rev. and supplementary M.S. 1998. 160 p.
3. Stolyarov V.G., Shanin A.V. Use algorithms intensively support manewry–tion of the aircraft in radar complexes dual–use // the VIII all–Russian scientific–technical conference "improving the efficiency of information processing tools based on mathematical modeling", 26–28 APR. 2006: proceedings. Tambov: TAIORA. 2006. Part 1. Pp. 118–130.
4. Shirman J.D., Orlenko V.M. Trends of increasing radar resolution / Scientific and technical series. 2000. Vol.III. Pp. 75–81.

**For citation:**

Chistilin D.A. Sakharov S.V. Skobeev I.A. Analysis of trends of development of modern radar systems and complexes // i-methods. 2010. Vol. 2. No. 1. Pp. 24–27.