

УДК 621.396.96

В. Н. Скосырев, Г. П. Слукин,
В. А. Усачев, А. Е. Ананенков,
А. В. Коновальцев, В. М. Нуждин,
П. В. Соколов

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АЭРОДРОМНЫЙ РАДИОЛОКАТОР ПО ТЕХНОЛОГИИ СВЕРХКОРОТКОИМПУЛЬСНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ*

Рассмотрены основные недостатки известных РЛС обзора летного поля. В качестве альтернативы предлагается РЛС, созданная по технологии сверхкороткоимпульсной радиолокации. Основные достоинства РЛС проиллюстрированы результатами натурных испытаний экспериментального образца.

В настоящее время увеличение объемов воздушных перевозок приводит к росту аварийности, в том числе со значительным экономическим ущербом. Типичными проблемами остаются присутствие на летном поле посторонних объектов и транспортных средств и опасное пересечение траекторий. Вместе с тем, периодически появляющиеся в прессе сообщения о проникновении посторонних лиц на летное поле и непосредственно к самолетам, в свете растущей террористической угрозы, заставляют поставить вопрос о новых средствах дистанционного мониторинга территории аэропортов и, в особенности, летного поля.

Задачи обеспечения безопасности аэропортов решаются целым комплексом административных, программных, технических и радиотехнических средств, регламентированных различными нормативными документами [1–3]. Перечислим основные недостатки существующих радиотехнических систем:

- недостаточная пространственная разрешающая способность, в том числе невозможность контролировать ориентацию объектов при малых скоростях движения, что не позволяет с высокой достоверностью прогнозировать траектории движения объектов и опасные сближения;
- низкая контрастность получаемых радиолокационных изображений (РЛИ), что не позволяет выделять птиц и малоразмерные посторонние предметы (в том числе и неподвижные) на поверхности взлетно-посадочной полосы (ВПП) и рулежной дорожке (РД);
- ограниченные возможности процедуры селекции движущихся целей (СДЦ) в существующих РЛС, что не позволяет устойчиво обнаруживать движущихся людей не только на ВПП, но и на фоне отражения от травы на всей остальной поверхности летного поля;

*По результатам совместных работ сотрудников МГТУ им. Н.Э. Баумана и МАИ (технического университета).

- недостаточная стабильность получаемого изображения, что препятствует совмещению с векторной картой аэропорта и выделению потенциально уязвимых областей;
- существенная метеозависимость технических средств, что лишает возможности полноценно функционировать не только оптические, но и радиолокационные системы миллиметрового диапазона длин волн [4] в условиях сильного дождя или мокрого снега.

Вместе с тем, в настоящее время разработана и прошла цикл испытаний технология сверхкороткоимпульсной радиолокации (СКИРЛ), позволяющая получить широкую линейку многофункциональных радиолокационных комплексов, лишенных указанных недостатков [5–8]. Созданная в ходе работ кооперация позволит в ближайшее время наладить серийный выпуск многофункциональных РЛС. Результаты, полученные в ходе натурных испытаний экспериментального образца РЛС, выполненного по технологии СКИРЛ, проводившихся на летных полях различных аэродромов в 2006–2007 гг., подтверждают достоинства сверхкороткоимпульсных РЛС.

Фото маневрирующего на РД самолета Ан-24 и соответствующее РЛИ представлены на рис. 1 (см. 3-ю полосу обложки). На РЛИ хорошо видны габаритные размеры и ориентация ЛА, кроме того, контрастно выделяется граница между травой летного поля и бетоном РД.

На рис. 2 (см. 3-ю полосу обложки) приведен фрагмент лоцируемой сцены (оптическое изображение): объекты летной техники, человек, идущий влево, и различные типы подстилающей поверхности (трава и бетон).

На рис. 3, а (см. 3-ю полосу обложки) приведен фрагмент РЛИ человека, находящегося на границе травы и бетона стоянки ЛА; в правом верхнем углу наблюдается интенсивное отражение от ЛА, в нижней части хорошо заметна граница травы и бетона РД. На рис. 3, б представлен тот же фрагмент РЛИ после проведения процедуры СДЦ.

Селекция проводилась методом межобзорной обработки (СДЦ по положению) с последующей пороговой обработкой изображения (порог настраивался вручную). Поскольку эффективная площадь рассеяния (ЭПР) объекта мала (порядка 1 м^2), то селекция фона отражений от ЛА традиционными методами неэффективна. Низкая скорость движения объекта (около 1 м/с) не позволяет выделить его процедурами черезпериодной компенсации (ЧПК). Используемая в РЛС с сверхкороткими импульсами (СКИ) процедура СДЦ по положению не имеет “слепых” скоростей и позволяет селективировать посторонние неподвижные предметы (путем сравнения текущего РЛИ с записанным эталоном).

Возможности определения и распознавания типа транспортного средства по РЛИ и дальномерному портрету сцепки грузовиков показаны на рис. 4 (см. 4-ю полосу обложки). На РЛИ отчетливо наблюдаются раздельно сигналы от автомобиля и прицепа (показаны красным). На этом же рисунке отчетливо видна группа людей (желтый цвет), наблюдаемая в непосредственной близости от цели со значительной ЭПР (что иллюстрируется осциллограммой).

Из рис. 5 (см. 4-ю полосу обложки) видны возможности наблюдения ЛА малой авиации на грунтовом аэродроме, по РЛИ можно определить тип ЛА.

Возможности наблюдения посторонних предметов с малой ЭПР на летном поле следуют из рис. 6 (см. 4-ю полосу обложки). Применение межобзорной обработки позволяет выделять предметы в автоматическом режиме.

В ходе испытаний было подтверждено, что электромагнитное излучение РЛС с СКИ не создает помех бортовым и аэродромным радиотехническим

системам. Более того, высокая скважность излучения ограничивает среднюю мощность передатчика на уровне единиц ватт, делая такую систему экологически безопасной.

Таким образом, создан уникальный многофункциональный датчик, применение которого целесообразно в системах мониторинга и обеспечения безопасности аэропортов. Предлагаемая система не является панацеей сама по себе и должна быть интегрирована в систему АСУ вместе со средствами связи, светотехникой и т.д. Вместе с тем, включение в радиотехнический комплекс аэропорта такого высокоинформативного датчика позволит существенно повысить безопасность воздушных перевозок, снизив нагрузки на диспетчеров посадки и руления, сотрудников службы охраны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н о р м ы годности к эксплуатации в СССР оборудования гражданских аэродромов и воздушных трасс (НГЭО-81). – М.: Воздушный транспорт, 1983.
2. И з м е н е н и я и дополнения к нормам годности к эксплуатации в СССР оборудования гражданских аэродромов и воздушных трасс (НГЭО-81) и методикам оценки соответствия нормам годности к эксплуатации в СССР оборудования гражданских аэродромов и воздушных трасс (МОС НГЭО). – Л.: 1991.
3. ГОСТ Р 51505-99 “Система обзора летного поля и управления движением воздушных судов и транспортных средств по аэродрому”.
4. К о г е р е н т н ы й радиолокатор миллиметрового диапазона для обзора летного поля / А.П. Евдокимов, В.А. Комяк, П.Н. Мележик и др. // Прикладная радиоэлектроника. – 2003. – Т. 2. – № 1.
5. Т е х н о л о г и я сверхкороткоимпульсной радиолокации. Состояние и тенденции развития / А.Е. Ананенков, А.В. Коновальцев, В.М. Нуждин, В.Н. Скосырев // Тр. Второй Всеросс. конф., Муром, 2006.
6. К о р о т к о и м п у л ь с н а я радиолокация — современное состояние / А.В. Коновальцев, В.М. Нуждин, В.Н. Скосырев, В.А. Шевцов // Науч.-техн. конф. “Инновации в радиотехнических информационно-телекоммуникационных технологиях”, М., 24–26 октября 2006 г.
7. А н а н е н к о в А. Е., К о н о в а л ь ц е в А. В., Н у ж д и н В. М., С к о с ы р е в В. Н. // Технология сверхкороткоимпульсной радиолокации — ключ к повышению информационных возможностей РЛС // Первая Международная конф. “Сверхширокополосные сигналы и сверхкороткие импульсы в радиолокации, связи и акустике” (USUIRCA 2005) 27–29 сентября 2005 г., Суздаль.
8. П у т и повышения информационных возможностей РЛС / А.Е. Ананенков, А.В. Коновальцев, В.М. Нуждин и др. Фазотрон, 2005. – № 3.

Статья поступила в редакцию 24.10.2007