

Перспективы развития метеорологической пассивно-активной радиолокации

В.В.Булкин

*Муромский институт Владимирского государственного университета
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23. E-mail: lwb@mivlgu.ru*

Общие принципы пассивно-активной метеорадиолокации были сформулированы в 70-80-х годах XX века. Накопленный к настоящему моменту опыт создания пассивно-активных радиометеорологических систем (ПАРЛС) и их практического применения позволяет сделать вывод об актуальности данных методов в практике научных исследований, в практических задачах, решаемых службами Росгидромета. Вместе с тем, необходима работа по компенсации недостатков и общему развитию методов и устройств ПАРЛС.

В настоящее время недостатками ПАРЛС можно считать: 1) диапазон частот строго ограничен рабочим диапазоном имеющихся МРЛ; 2) необходимо осуществить развязку пассивного и активного каналов на уровне не менее -140 дБ, причём в оценку этой величины закладывалась очень невысокая чувствительность в 1 К; 3) недостаточная полоса частот приёмного тракта активного канала и большие потери в нём не позволяют реализовать СВЧ-радиометр с высокой чувствительностью порядка 0,05-0,1 К/с, что необходимо для картографирования в режиме быстрого обзора пространства; 4) жёсткая привязка к диапазону работы МРЛ (в основном $\lambda = 3,2$ см), что не позволяет использовать для создания пассивного канала различные серийные компоненты систем спутникового телевидения и спутниковые связи, работающих в смежных диапазонах частот.

В докладе рассматриваются некоторые пути дальнейшего развития ПАРЛС.

Прежде всего, следует отметить, что в ГГО практически уже начало складываться одно из таких направлений. В рамках исследований, проводимых на полевой экспериментальной базе в пос. Тургош, реально используется многоволновая пассивно-активная радиолокация. В состав такой системы входят ПАРЛС и двухканальная радиометрическая система. Полностью автоматизирована обработка данных (с использованием ЭВМ семейства IBM PC). Высокоточная пространственно-временная привязка экспериментальных данных осуществляется с помощью системы GPS [1].

Сходное построение использовалось в Муромском институте в 80-х годах [2]. Основу системы составлял четырёхканальный радиометрический приёмник, работающий на длинах волн 0,8; 1,35; 1,6 и 3,2 см. В качестве активного канала использовалась некогерентная самолётная РЛС «Люция». Работа каналов осуществлялась на одну антенну, в отдельных режимах, на ортогональных поляризациях. Кроме того, в состав системы входила двухволновая трассовая установка контроля интенсивности осадков по ослаблению радиоволн.

Большую роль могут сыграть пассивно-активные системы в структурах управления воздушным движением (УВД). Их применение позволит увеличить информационную обеспеченность диспетчерских служб и повысить безопасность полётов за счёт снижения числа лётных происшествий, обусловленных причинами метеорологического происхождения. Как

показывают оценочные расчёты [3], внедрение метеорологических пассивно-активных станций может существенно снизить вероятность ложного распознавания зон повышенной опасности (в некоторых случаях - до уровня $\approx 10^{-7}$), что позволит устранить неопределённость в классификации опасных объектов и увеличить дальность обнаружения.

Техническая реализация такого масштабного проекта, как совершенствование метеорологического контура структуры УВД путём внедрения пассивно-активных радиолокационных средств, возможна различными путями. Наиболее радикальный заключается в проектировании, серийном производстве и замене существующих МРЛ более совершенными ПАРЛС. Такой путь требует значительных временных и финансовых затрат, поэтому его следует рассматривать как перспективу. Другое направление – модернизация существующих МРЛ, которая заключается в установке радиометрического приемника. При этом основные изменения касаются тракта сверхвысоких частот, к которому подключается дополнительный приёмник, и процессора сигналов, поскольку используются другие алгоритмы обработки информации. Если учесть, что радиометр при интегральном исполнении является малогабаритным устройством, а переработку информации можно возложить на быстродействующую ЭВМ, такой путь в настоящих условиях оказывается весьма заманчивым.

Третье направление – создание систем с использованием многофункциональных бортовых РЛС и специально разрабатываемых радиометра, блока управления и обработки информации. Этот путь обладает определёнными недостатками, связанными с необходимостью адаптации применяемой РЛС к использованию в новом качестве, однако в сравнении со вторым направлением он требует меньших финансовых затрат.

Отдельным направлением является разработка малогабаритных многофункциональных ПАРЛС для малой авиации (бизнес-класса). Совмещение функций диктуется необходимостью учёта многих информационных факторов и жёсткими требованиями к массогабаритным характеристикам, определяемыми объектом установки. Возможным вариантом является совмещение навигационных, метеорологических, радиометеорологических и др. функций. Логика построения таких систем диктует приоритет простоты и микроминиатюризации перед качеством и стабильностью, применение малогабаритных индикаторных устройств и спецвычислителей с жёсткими алгоритмами обработки информации. В силу расширения парка ЛА такого типа задача является актуальной.

Вариант, предусматривающий модернизацию существующих МРЛ посредством установки радиометрического приёмника, одним из решений может (для простоты) подразумевать объединение только на уровне антенной системы. В этом случае обеспечивается минимум доработок (внесение изменений) в основной системе – базовом метеорадиолокаторе при соблюдении общих пространственных элементов разрешения по активному и пассивному каналам.

Вместе с тем, создание ПАРЛС на основе серийных МРЛ ужесточает требования к развязке активного и пассивного каналов на уровне -200 дБ. При необходимости быстрого обзора пространства не только активным, но и пассивным каналом, необходимо уменьшить время интегрирования по сравнению с 1 сек, что приводит к необходимости закладывать в оценку чувствительности на уровне $0,1$ К. При импульсной мощности, например, МРЛ-5 - более 200 кВт,

требования к развязке каналов становятся еще больше - порядка 210...220 дБ. Очевидно, что решение этой проблемы требует существенных усилий как в схемотехническом направлении, так и в направлении совершенствования радиокомпонентов.

Литература

1. Шукин Г.Г., Булкин В.В. Метеорологические пассивно-активные радиолокационные системы: Монография. – Муром: ИПЦ МИ ВлГУ, 2009. -166 с.
2. Фалин В.В. Радиометрические системы СВЧ. - М.: Луч, 1997. -440 с.
3. Булкин В.В., Костров В.В., Фалин В.В., Гинеотис С.П., Первушин Р.В. Методы и устройства пассивно-активной радиолокации в структуре управления воздушным движением // Электромагнитные волны и электронные системы, 2002. -№1. -С.60-69.