

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МНОГОЦЕЛЕВОГО МНОГОДИАПАЗОННОГО ПОДПОВЕРХНОСТНОГО РАДИОЛОКАТОРА ВОЗДУШНОГО БАЗИРОВАНИЯ

*Авраменко С.В., Лапшин В.С., Блинов И.В., Николаев В.А.  
Инновационный дизайн-центр ОАО «НПК «НИИДАР»  
e-mail: idc@niidar.ru*

*Рассматриваются результаты летно-экспериментальных исследований многоцелевого многодиапазонного подповерхностного радиолокатора воздушного базирования по обнаружению заглубленных (подземных) объектов. Подтверждены целесообразность и техническая возможность создания многоцелевого многодиапазонного подповерхностного радиолокатора воздушного базирования, а также определены перспективы совершенствования радиолокатора и направления дальнейших исследований.*

В настоящее время проявляется большой интерес к радиолокации с борта воздушного судна природных и антропогенных объектов в условиях недостаточной оптической видимости, в том числе к локации объектов, скрытых под поверхностью земли, в кустарниковых и лесных массивах.

Цель использования подобных радиолокационных систем – обнаружение и определение координат вышеуказанных объектов с высокой разрешающей способностью в азимутальной плоскости при обеспечении возможности построения объемного изображения исследуемых объектов. Фактически речь идет о создании перспективной многофункциональной многодиапазонной всепогодной «летающей лаборатории», позволяющей комплексно решать ряд задач:

определение планово-высотного положения магистральных трубопроводов большой протяженности, проложенных как на поверхности земли, так и в грунте (с точностью 10% от размера трубы - на глубине до 5-7 метров);

нахождение мест обводнения и подтопления трубопроводов, полотен железнодорожных и шоссейных дорог грунтовыми водами;

стратификация грунта вдоль железнодорожных и шоссейных трасс и в местах предполагаемого строительства;

нахождение карстовых разломов;

обеспечение контроля ледовой обстановки;

определение скорости и направления распространения разлившихся на воде нефтепродуктов;

обнаружение людей и техники в лесных и кустарниковых массивах в условиях чрезвычайных ситуаций (техногенные аварии, природные катастрофы, гуманитарные кризисы и т.д.)

Объективная потребность в такой лаборатории имеется у целого ряда ведомств и коммерческих организаций. Это, в первую очередь, МЧС, МВД, Федеральное агентство по природным ресурсам, Федеральное дорожное агентство, РЖД, компании топливно-энергетического комплекса, начиная с Газпрома и Транснефти, региональные геологические комитеты, морские администрации. Возможно решение ряда задач в интересах Министерства обороны РФ и пограничной службы.

Применяемые в настоящее время приборы ИК диапазона обладают высоким пространственным разрешением в азимутальной плоскости, однако, не позволяют строить объемное изображение исследуемых объектов. Кроме того ИК диапазон имеет ограничения по использованию в светлое время суток (днем мешают солнечные засветки), в зимний период (снежный покров скрадывает тепло- яркостные контрасты), в тумане (сильно рассеивается) и слабо проходит через растительный покров (густая трава, кустарник, лес).

Предлагаемые системы позволяют осуществлять всепогодный всесуточный мониторинг земной поверхности с высокой точностью определения координат и характеризуются рядом особенностей:

- широкий диапазон обнаруживаемых объектов;
- обеспечение решения нетрадиционных радиолокационных задач, в том числе обнаружение, измерение координат скрытых и заглубленных (подземных) объектов;
- возможность построения объемных портретов наземных объектов, скрытых в кустарниковых и лесных массивах, а также заглубленных (подземных) объектов, основанная на использовании априорной информации, получаемой по результатам экспериментальных исследований от различных информационных датчиков и физико-математического моделирования отражающих свойств.

Для решения этих и аналогичных задач был разработан малогабаритный многоцелевой многодиапазонный радиолокационный комплекс для носителей воздушного базирования (самолет, вертолет, БПЛА), функционирующий в UHF, S и X диапазонах радиоволн и обеспечивающий обнаружение объектов природного и антропогенного происхождения в земном грунте (глубиной до 15 м) и в лесных и кустарниковых массивах, и проведена серия летных экспериментов как на специально оборудованном полигоне, так и над действующей газопроводной сетью.

Во время летных экспериментов проводились исследования основных системных параметров подповерхностных локаторов (ППЛ), размещенного на самолете Ан-2:

а) импульсного ППЛ 10-ти метрового диапазона, методика предварительной обработки данных которого основана на вычислении и запоминании (в течение каждого галса) огибающей изменений амплитуды принимаемых отраженных сигналов и последующей наземной обработки с расчетом взаимной корреляционной функции отражённых сигналов и опорной функции;

б) импульсного ППЛ 3-х метрового диапазона, методика предварительной обработки которого основана на аналого-цифровом преобразовании и запоминании формы каждого принятого отраженного импульса (на каждом галсе) с последующей наземной обработкой накопленных массивов данных о форме сигналов, с целью обнаружения пачек импульсов с характерной формой огибающей. Критерием обнаружения заглубленных объектов при этом являлось приращение длительности принимаемых отраженных импульсов, относительно длительности зондирующих импульсов. При этом амплитуда приращений длительности устанавливалась в пределах 2...10 дБ относительно уровня реальной чувствительности.

В докладе приводятся условия и порядок проведения летно-экспериментальных исследований, а также их результаты.

Обработка и анализ результатов летно-экспериментальных исследований подтвердили:

а) возможность обнаружения подземных неоднородностей (контрольных мишеней) площадью более 8...10 м<sup>2</sup>, расположенных на глубинах более 2...3 метров;

б) возможность оценки глубины залегания таких неоднородностей импульсным локатором 3-х метрового диапазона, даже при длительности зондирующих импульсов  $\tau_u=0,2$  мкс, не удовлетворяющих критерию Релея;

в) возможность удовлетворительного определения координат контрольной мишени (4x4м<sup>2</sup>), с ошибкой, не превышающей 50...60 м, локатором 3-х метрового диапазона;

г) необходимость доработки алгоритма и устройства обработки данных в локаторе 10-ти метрового диапазона, с целью обеспечения возможности оценки глубины залегания неоднородностей;

д) необходимость доработки приемных устройств и устройств первичной обработки локатора 3-х метрового диапазона с целью расширения динамического диапазона до значений 45...50 дБ, увеличения частоты дискретизации видеосигналов до значений 80...100 МГц и увеличения скорости обмена устройства первичной обработки с ЭВМ до значений 4...5 тысяч формуляров (описаний формы импульсов на выходах приемников) в секунду;

е) необходимость продолжения летных исследований с доработанным по результатам проведенных ЛЭИ действующим макетом ППЛ и с доработанными алгоритмами и

программами наземной обработки, обеспечивающими возможность отображения результатов зондирования в масштабе времени, близком к реальному.

Приведенные результаты в полной мере подтверждают целесообразность и техническую возможность создания многоцелевого многодиапазонного подповерхностного радиолокатора воздушного базирования, а также необходимость продолжения интенсивного накопления базы практических данных, получаемых при экспериментальных исследованиях локаторов подповерхностного зондирования с различными частотами излучений, видами зондирующих сигналов, способами обработки.