

## **Анализ факторов, влияющих на качество обнаружения скрытых объектов**

Кучин С.И., Никитин О.Р.

*Владимирский Государственный Университет, г. Владимир, ул. Горького, 87.*

*E-mail: SergRuan@yandex.ru*

Ранее в литературе [1, 2] было приведено описание радиотехнического комплекса обнаружения и идентификации скрытых объектов, основанного на совместном использовании электромагнитных и акустических волн. В данном методе, СВЧ поле используется в качестве зондирующего, а низкочастотные акустические волны для создания контрастов между объектом поля и фоном.

Прежде чем провести анализ факторов, ухудшающих качество обнаружения, необходимо определить само понятие «качество». В данном случае под качеством будем подразумевать совокупность характеристик радиотехнической системы идентификации и дискриминации, при которых возможно надежное обнаружение объекта. К данным характеристикам можно отнести глубину обнаружения, вероятность правильного обнаружения при заданной вероятности ложной тревоги, вероятность пропуска сигнала, геометрические размеры обнаруживаемого объекта.

Рассмотрим вышеупомянутые факторы.

### **1. Шум листвы и травы.**

Данный фактор снижает вероятность правильного обнаружения, либо увеличивает количество ложных тревог, в зависимости от порога  $C$ , используемого при принятии решения на основании критерия Неймана-Пирсона. Поскольку рассеивающими элементами являются не один лист, а целое множество, то общий рассеянный сигнал от них будет равен сумме сигналов от элементарных излучателей (в нашем случае элементарным излучателем будут являться каждая травинка и лист). Согласно теореме Ляпунова [3], суммарный закон распределения будет близок к нормальному. Следовательно, мы имеем задачу обнаружения сигнала на фоне белого шума. Поскольку колебания листвы под воздействием ветра имеют невысокую частоту (единицы герц), то дисперсия суммарного процесса на выходе частотного детектора будет достаточно мала, и серьезно не повлияет на результаты обнаружения.

### **2. Бутылки, банки и прочий мусор, находящийся на поверхности земли.**

В этом случае, система отработает все объекты, находящиеся в зоне обнаружения. Единственным методом борьбы, может служить адаптивный цифровой фильтр (пропускающий или заграждающий), через который пропускается выходной сигнал обнаружителя. В случае, если нам известны характеристики объектов поиска (например тип мин, кабеля, размеры и материал труб), то достаточно применить фильтр, пропускающий частоты, соответствующие данным объектам. При этом все помеховые составляющие не будут учитываться. Аналогично, если известны характеристики ложных объектов (например если территория поиска захлавлена однотипным мусором), можно применить фильтр заграждающий сигналы с частотой, характерной данным объектам. В этом случае на выходе мы будем иметь картину всех укрытых объектов за

исключением вышеуказанного мусора. Тип фильтра может быть различным при различных условиях поиска, и выбираться конкретно по обстоятельствам.

Пример реализации цифрового фильтра третьего порядка [3] приведен на рис. 1. Коэффициент передачи этого фильтра определяется как

$$K(j\omega) = \sum_{n=0}^{\infty} e^{-j\omega n\Delta} h_n,$$

где  $\Delta$  – шаг дискретизации, а совокупность  $\{h_n\}$  – коэффициенты импульсной характеристики фильтра.

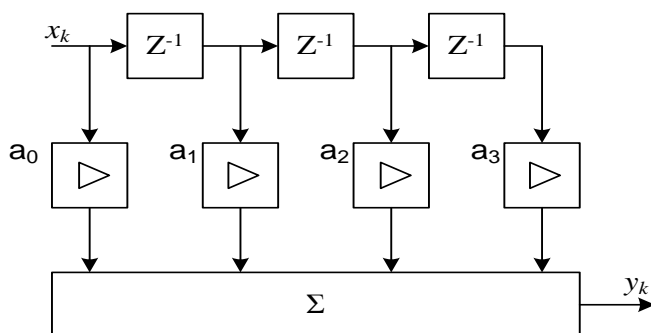


Рис 1.

На рисунке символами  $Z^{-1}$  обозначены линии задержки на 1 такт,  $a_n$  – коэффициенты умножения.

### 3. Влажность и состав грунта.

Диэлектрические свойства грунта в используемом диапазоне частот в зависимости от состава и влажности меняются в широком диапазоне от 2,6 до 25. Нижнее значение диапазона относятся к абсолютно сухому песку, который встречается в пустыне. В большинстве случаев диэлектрическая постоянная для грунта близка к аналогичному значению для материалов, из которых изготавливаются корпуса мин, труб (3,5-4,5).

Как выяснено из проведенного анализа работ по данной тематике, значение текущей диэлектрической постоянной грунта практически не влияет на картину результатов, поскольку контраст между объектом поиска и фоном возникает при облучении области мониторинга дополнительным акустическим полем.

### 4. Наличие пустот в грунте.

Данный фактор слабо влияет на качество обнаружения, поскольку при облучении акустическими волнами не имеющие прочной связи между собой частички стенок полости движутся хаотично, и суммарное рассеянное поле носит шумовой характер.

### 5. Глубина залегания объекта поиска.

Некоторые типы почвы (например, влажный песок) имеют большое значение затухания, достигающее десятков дБ/см на частоте 10 ГГц. Поэтому данный фактор значительно ограничивает глубину обнаружения. Вариантом решения данной проблемы является снижение рабочей СВЧ. Однако при снижении частоты, снижается и разрешающая способность комплекса, поскольку геометрические размеры объекта связаны с длиной волны, на которой происходит рассеяние. Выходом служит использование нескольких рабочих СВЧ сигналов с различными

частотами, которые обеспечат как высокую разрешающую способность, так и приемлимую глубину обнаружения.

**Литература:**

1. Никитин, О.Р. Модель электромагнитно-акустического метода для поиска захороненных объектов / О.Р. Никитин, С.И. Кучин // Известия Института Инженерной Физики .-2008г.- №3.
2. Кучин, С.И. Обнаружение скрытых объектов электромагнитно-акустическим методом / Кучин С.И., Никитин О.Р. //Методы и устройства передачи и обработки информации. Межвузовский сборник научных трудов, С-Пб, «Гидрометеиздат».- 2006г.- Выпуск 7.
3. Баскаков, С.И. Радиотехнические цепи и сигналы / С.И. Баскаков // Высшая школа, М.- 2000.-462с.