

УЛУЧШЕНИЕ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ АНТЕНН ГЕОРАДАРОВ

Ю.А. Брусенцов, И.С. Филатов, М.Ю. Серегин, В.Г. Однолько, И.Г. Проценко

ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Ключевые слова и фразы: антенны; георадары; подповерхностное сканирование; резистивный слой; экранирование; экспоненциальная зависимость сопротивления.

Аннотация: Проведен краткий обзор методов и средств подповерхностного сканирования грунта. Рассмотрены конструктивные особенности электролокационного метода (георадаров) и недостатки конструкции их антенн. Предложена конструкция георадарной антенны, обеспечивающая лучшую чувствительность и помехозащищенность, также приведено ее технологическое исполнение.

В связи с расширением городского строительства, часто возникает проблема исследования подповерхностных слоев земли, когда при прокладке коммуникаций и строительстве фундаментов зданий мешают ранее проложенные трубы, старые кладки, захоронения. Сканирование обычно проводится тепловизорами инфракрасного диапазона [1], которые работают, в основном, по принципу обнаружения теплового излучения. Это не обеспечивает необходимой достоверности показаний, если температуры грунта и объектов совпадают. Поэтому в последнее десятилетие, в связи с развитием цифровых технологий, применяется зондирование короткими электромагнитными импульсами с центральной частотой спектра

10 МГц – 1 ГГц (рис. 1). Высокочастотные георадары (300 МГц – 1 ГГц) обеспечивают высокое пространственное разрешение, но вследствие быстрого затухания сигнала с частотой имеют малую (единицы-десятки

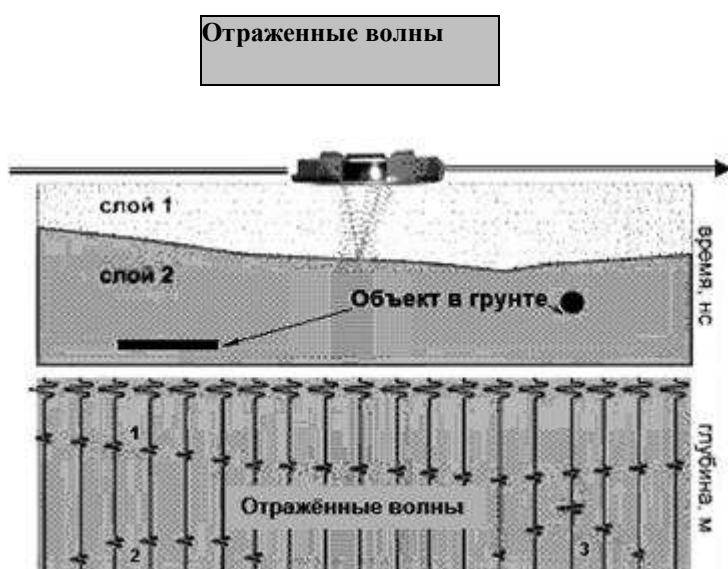


Рис. 1. Схема геолокационного сканирования:

1 – отражение от границ слоев грунта, 2 – отражение от плоского объекта, 3 – отражение от цилиндрического объекта

метров) глубину зондирования. Для достижения больших глубин зондирования (от десятков до сотен метров) необходимо использовать низкие

частоты от 10 МГц до 200 МГц. Причем, чем ниже частота, тем более глубокие слои достигаемы для обследования.

В низкочастотных георадарах обычно в качестве антенн используются резистивно-нагруженные дипольные вибраторы [2]. Так как длина электромагнитной волны на частоте 10 МГц равняется 30 м, такие большие размеры антенн неудобны в эксплуатации. Кроме того, одним из главных недостатков, особенно при работе вблизи источников техногенных помех, является их слабая помехозащищенность. Поэтому их чаще всего помещают в экранирующий кожух, однако, вследствие его больших размеров, эксплуатация таких систем еще более неудобна. Уменьшение размеров ведет к снижению эффективности геосканирования. Типичная структура георадара представлена на рис. 2.

Наибольшие проблемы возникают при конструировании и эксплуатации антенного блока. Существующие конструкции, обеспечивающие высокую проникающую способность, выполняются незэкранированными антеннами, что увеличивает мощность сигнала. Однако в этом случае электромагнитные импульсы будут распространяться не только в сторону



Рис. 2. Структурная схема георадара

исследуемой среды, но и в других направлениях. В результате прибор будет фиксировать не только сигналы, отраженные от объектов, находящихся в земле, но и воздушные отражения, то есть сигналы, отраженные от различных наземных объектов: стен зданий, столбов, деревьев, проезжающих автомашин и т.д.

Поэтому приборы с такими антеннами рекомендуется использовать только на открытой местности. В противном случае радарограмма будет сильно засорена отражениями от надземных объектов. С помощью специальной программы их можно идентифицировать, однако это сильно затрудняет обработку данных.

Известны попытки усовершенствования конструкции антенных блоков. Так, автор в [3] предлагает систему в виде параболоида из проводящего материала, в фокусе которого помещен излучатель (резистивно-нагруженный дипольный вибратор), а внутренняя полость параболоида заполнена материалом с диэлектрической проницаемостью от 16 до 80, близкой к проницаемости зондируемой поверхности. Антенна обладает относительно хорошей помехозащищенностью, узкой диаграммой направленности и высокой избирательностью к поляризации излучения.

Несмотря на улучшение конструкции антенного блока (диэлектрическое экранирование), не устранены недостатки самих антенн. Так, большинство современных антенн для геосканирования выполнены в виде соединенных через резисторы пластин из фольгированного текстолита (рис. 3).

Резисторы подбираются с таким расчетом, чтобы была экспоненциальная зависимость омического сопротивления и полное гашение волны, отраженной от торцов антенны. Такая конструкция имеет ряд недостатков из-за разрывов проводника в местах расположения резисторов. Это приводит к повышенному уровню помех (так называемому «звону» антенн) и затрудняет распознавание геораграмм. Жесткость текстолита приводит к необходимости дополнительного прижима антенны или специальной подготовки поверхности для исключения воздушных зазоров.

Предложенная нами конструкция георадарных антенн не имеет данных недостатков (рис. 4).

Для получения резистивного слоя нами использовалась толсто пленочная технология. В качестве материала использовались стандартные резистивные пасты.

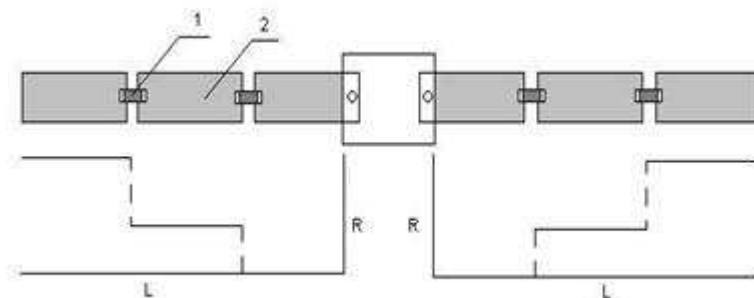


Рис. 3. Антенна георадара с дискретными резисторами:
1 – резистор, 2 – фольгированный текстолит

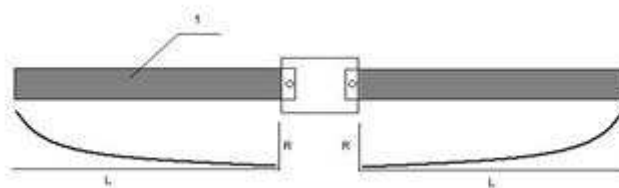


Рис. 4. Антенна георадара с резистивным слоем:
1 – текстолит с резистивным слоем

В этом случае вся поверхность антенны излучает и принимает сигналы, а необходимая экспоненциальная зависимость сопротивления задается либо толщиной резистивного слоя, либо свойствами самого материала. Это увеличивает соотношение «сигнал – шум» и повышает чувствительность системы. Возможно выполнение антенны на подложке из гибкого материала, что исключает появление воздушных зазоров между антенной и поверхностью. Данная конструкция была опробована в городских условиях и показала более высокую чувствительность и низкий уровень помех.

Список литературы

1. Криксунов, Л.З. Инфракрасные системы / Л.З. Криксунов, И.Ф. Усольцев. – М., «Сов. Радио», 1988.
2. Хармут, Х.Ф. Несинусоидальные волны в радиолокации и связи / Х.Ф. Хармут. – М.: Радио и связь, 1985.
3. Кузьмин, В.В. К возможности радиофизического мониторинга верхней подповерхностной структуры Земли / В.В. Кузьмин, В.Г. Сугак // Изв. вузов. Радиофизика. – Харьков. – 1997. – 2 №3. – С. 274– 80.

Improvement of Selectivity of Geo-Radar Aerial

Yu.A. Brusentsov, I.S. Filatov, M.Yu. Seregin, V.G. Odnolko, I.G. Protsenko

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: aerial; geo-radar; sub-surface scanning; resistive layer; screening; exponential dependence of resistance.

Abstract: The brief review of techniques and ways of sub-surface scanning of soil is carried out. The construction peculiarities of electro-location technique (geo-radars) and drawbacks of aerial construction are studied. The design of geo-radar aerial providing better sensitivity and noise protection is proposed. Its engineering design is given as well.