

# РАДИОЛОКАЦИОННАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ НАЗЕМНОГО КОНТРОЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДПОВЕРХНОСТНЫХ СРЕД

А.С.Карауш, Р.В. Потемин, В.Е.Семенчук, С.П.Лукьянов

г.Томск, пл. Ново-Соборная, 1, Сибирский физико-технический институт при ТГУ

тел. (3822)-41-36-39

E-mail: lukjanov.rff@elefot.tsu.ru

К наиболее важным проблемам мониторинга окружающей среды можно отнести задачи, связанные с изучением свойств почвогрунтов, подверженных эрозии и техногенному загрязнению, а также воздействию на них неразумных приемов мелиорации, приводящих к увеличению уровня засоленности.

Оперативное наблюдение за состоянием контролируемой среды возможно при использовании радиофизических дистанционных методов, позволяющих собирать достоверную информацию с больших площадей. В настоящее время представляется целесообразным использование методов активной сверхширокополосной (СШП) подповерхностной радиолокации. Здесь контролируемыми параметрами являются диэлектрическая проницаемость почвогрунтов ( $\epsilon$ ) и тангенс диэлектрических потерь ( $\text{tg } \delta$ ), зависящие от влажности, засоленности, температуры и других факторов. При этом наблюдается существенное изменение величины  $\text{tg } \delta$  почвогрунтов в частотном диапазоне в зависимости от уровня их загрязненности. Величина  $\epsilon$  может быть использована для определения толщины слоев, а величина  $\text{tg } \delta$  - для определения уровня засоленности почвогрунтов.

Радиолокационные системы подповерхностного зондирования, использующие СШП импульсы и способные анализировать векторную структуру рассеянной волны, дают возможность получать высокоинформативные данные о зондируемой среде. Постановка задачи для этих систем определяется операторным уравнением

$$Az = u, \quad (1)$$

где  $z$  - искомые количественные характеристики среды,  $u$  - косвенная информация об этих характеристиках, полученная посредством инструментальных измерений, которые описываются оператором  $A$ .

Решение задачи получения радиолокационного изображения зондируемой среды включает в себя следующие этапы:

- 1) определение инструментального оператора  $A$ ;

- 2) численное решение уравнения (1);
- 3) визуализацию результатов реконструкции.

Для аппаратурной реализации данного способа был разработан СШП радиолокатор, использующий видеоимпульсы наносекундной длительности, имеющий два независимых канала на излучение и приём и состоящий из трёх самостоятельных частей. Двухканальность аппаратуры позволяет реализовать алгоритмы формирования поляризационных параметров матрицы рассеяния, (степень анизотропии, угол ориентации, пространственный угол), что значительно повышает информативность, разрешающую способность, помехоустойчивость проводимых измерений.

Следует заметить, что определяющее влияние на результаты диагностики среди множества факторов оказывают влажность, температура и пористость зондируемой среды. Учет этих факторов связан с решением на ЭВМ тепловлажностной и электродинамической пространственно-временных задач.

В основу подходов создания аппаратуры положен модульный принцип, позволяющий получить систему подповерхностного зондирования любой конфигурации и обеспечить требуемые технические характеристики как по частотному диапазону, так и по форме излучаемого сигнала. (см. рис. 2).

Пример работы комплекса для обнаружения подповерхностных объектов представлен на рис. 3.

Созданный комплекс аппаратуры может быть использован для обнаружения, распознавания и идентификации объектов в различных подповерхностных средах:

- контроль и диагностика состояния строительных конструкций, взлетно-посадочных полос, дорожных покрытий, геологических объектов;
- обнаружение и картирование участков утечки жидких компонентов из подземных трубопроводов, разведка подземных коммуникационных сетей (трубопроводов, кабелей), пустот, проходов и т.д.;
- обнаружение малоконтрастных объектов и закладок определенного класса в неметаллических контейнерах, почвогрунтах и строительных изделиях;
- проведение археологических и геологических исследований;
- проведение поисковых работ при чрезвычайных ситуациях;

## СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫЙ ГЕОРАДИОЛОКАТОР

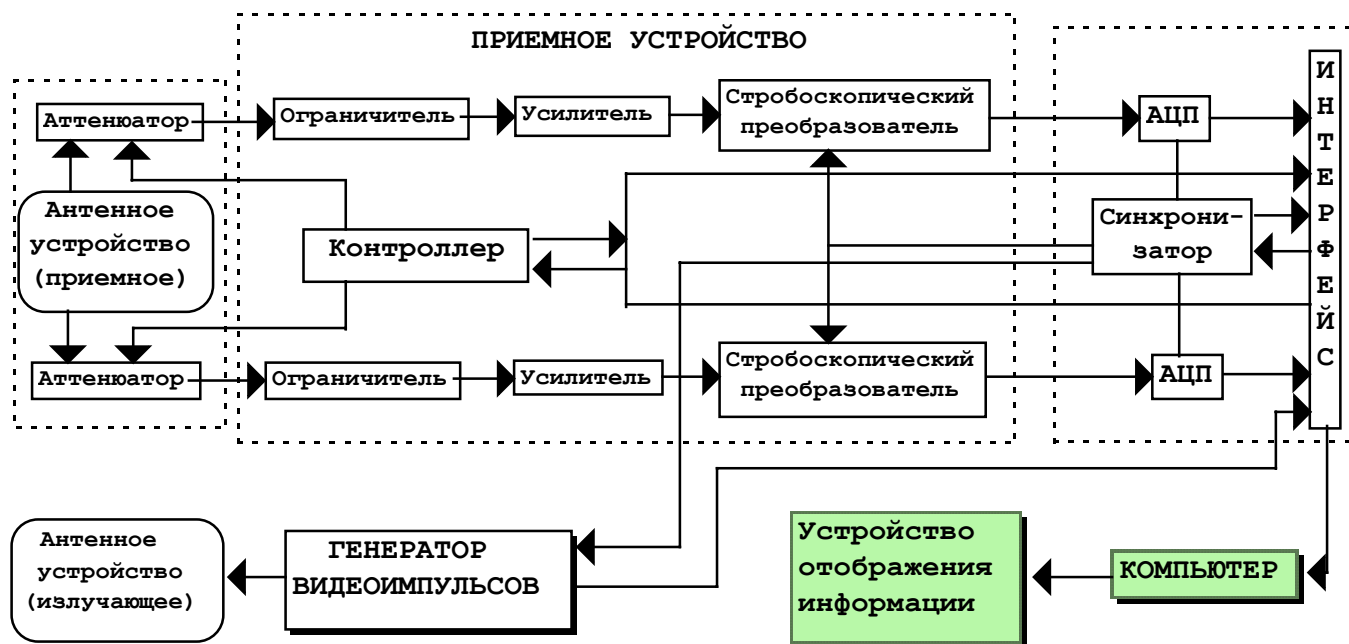
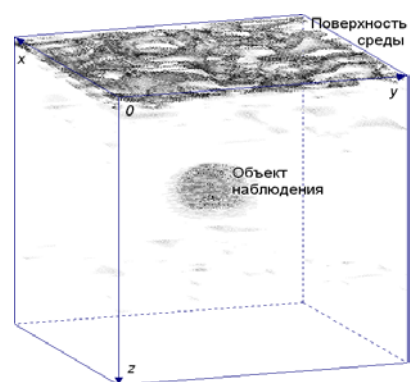
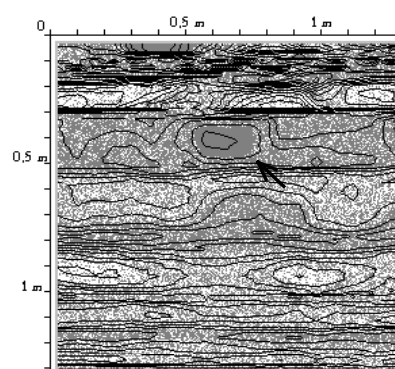


Рис. 2.



а) вид пластмассового зондируемого объекта круглой формы (глубина 1 м.)



б) вид керамической трубы наполненной водой

Рис. 3

### ЛИТЕРАТУРА

1. Финкельштейн М.И. и др. Применение радиолокационного подповерхностного зондирования в инженерной геологии. - М.: Недра, 1986. - 128 с.
2. Строителев В.Г. // Зарубежная радиоэлектроника. - 1991. - № 1. - С. 95.
3. Астанин Л.Ю., Костылев А.А. Основы сверхширокополосных радиолокационных измерений. - М.: Радио и связь, 1989. - 192 с.
4. Карауш А.С., Лукьянов С.П. Генератор наносекундных импульсов на GaAs диоде / Материалы международного симпозиума «Сибконверс-97», ТУСУР, 1997.