

Рис. 1

В докладе приводятся результаты испытаний макета локатора при мониторинге строительных конструкций, а также радиочастотное изображение человека.

#### Литература

1. Вопросы подповерхностной радиолокации. / Под ред. А.Ю. Гринёва – М.: Радиотехника, 2005. 416 с.
2. Лейт Э. Квазиголографические методы в диапазоне СВЧ. - ТИИЭР, 1971, т.59, №9, с. 24-42.
3. Сафронов Г.С., Сафронова А.П. Введение в голографию. - М.: Советское Радио, 1973.
4. Пространственно – временная обработка сигналов. / Под ред. Л.Д. Бахраха, А.П. Курочкина – Л.: Наука, 1980.

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОДПОВЕРХНОСТНЫХ СТРУКТУР В ГЕОРАДАРАХ С НЕПРЕРЫВНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

*Ал.А. Калмыков, А.С. Куриленко*

(Екатеринбург, УрФУ им. первого Президента России Б.Н.Ельцина, abyd@mail.ru)

#### MODELING OF IMAGES OF SUBSURFACE STRUCTURES IN GEORADAR WITH CONTINUOUS PULSE

*Al.A. Kalmykov, A.S. Kurilenko*

Подповерхностные радиолокаторы предназначены для мониторинга скрытых объектов в зданиях, автомобильных и железных дорог, в археологии и т.д. [1][2].

В докладе моделируются изображения, получаемые при работе подповерхностного радиолокатора с линейной частотной модуляцией зондирующего сигнала особенностью которого являются синтез и визуализация трёхмерных изображений, возможность применения произвольной топологии решётки положения антенн в пространстве и свободный выбор координат синтезируемого объёма.

При моделировании использовалась не полная физическая модель сигналов биений, а лишь охватывающая следующие из факторов:

- моделирование сигналов биений, полученных от набора точечных отражателей, зеркальных плоскостей и протяжённых одномерных отражателей, находящихся на произвольном удалении от приёмопередающих антенн локатора;

- должны учитываться следующие параметры сигнала: девиация частоты, центральная частота, период модуляции, соотношение сигнал/шум;
- должны учитываться следующие параметры локатора: расстояние между приёмной и передающей антенной, длина высокочастотного тракта на пути прохождения сигнала.

Моделирование проводилось в программе Mathcad 14. Полученная модель представляет из себя несколько рабочих документов Mathcad, взаимодействие между которыми осуществляется при помощи внешних файлов и скриптов, написанных на VBScript. Для обработки больших объёмов данных в программе Mathcad используется встроенное средство программы для создания многокадровой анимации с обработкой части данных и сохранения промежуточного результата на жёсткий диск для каждого нового кадра.

Первый документ предназначен для генерации сигналов биений. Возможности документа включают в себя:

- задание вида топологии решётки положения антенн  $S$ , ограниченной трёхмерной областью: регулярная решётка, случайно выбранные положения, загрузка таблицы с координатами из файла;
- задание параметров несущего сигнала и локатора;
- задание набора точечных отражателей, зеркальных плоскостей и одномерных протяжённых отражателей.

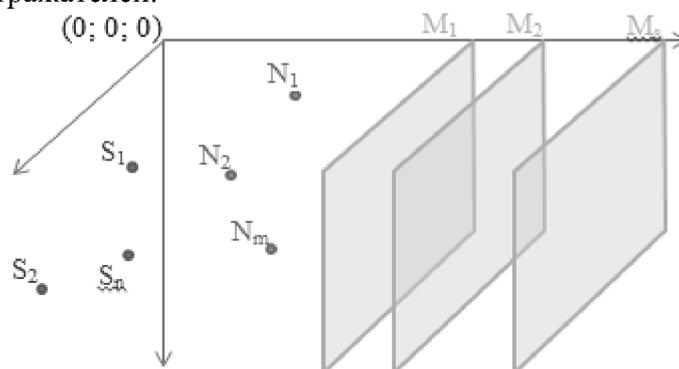


Рис. 1

На рисунке 1 показан пример моделируемой сцены, в которой присутствуют точечные отражатели и зеркальные плоскости.

Сгенерированные сигналы сохраняются в указанной папке в виде бинарных файлов, по одному на сигнал, в формате double (64bit), состоящих из заголовка длиной в  $3 \cdot 64$  бита, содержащего последовательно три координаты положения антенн для этого сигнала, и тела длиной  $r \cdot 64$  бита, где  $r$  – количество отсчётов в соответствии с частотой дискретизации и периодом модуляции сигнала.

Следующий документ используется для визуальной проверки сгенерированных сигналов. Он загружает файлы с записями сигналов, строит карту положений антенн и графики сигнала и его амплитудного и фазового спектров с возможностью выбора канала.

В третьем документе моделируется алгоритм синтеза трёхмерных изображений. Данные, так же, как и в предыдущем документе, загружаются из внешних файлов. Параметры сигналов задаются вручную, но имеют тот же формат, что и в файле для моделирования сигналов биений, поэтому, для обеспечения их соответствия, что требуется для максимально качественного результата при построении изображения, их можно скопировать с использованием буфера обмена. Это сделано для того, чтобы иметь возможность задавать несоответствия в параметрах при генерации сигналов биений и их обработке, что позволяет оценивать влияние неточности их измерений в реальной системе.

Для построения изображений используется алгоритм, описанный в [3].

На рисунке 2 показаны примеры смоделированного изображения одного точечного отражателя в пустом пространстве, а так же одного точечного отражателя и одной зеркальной стены.

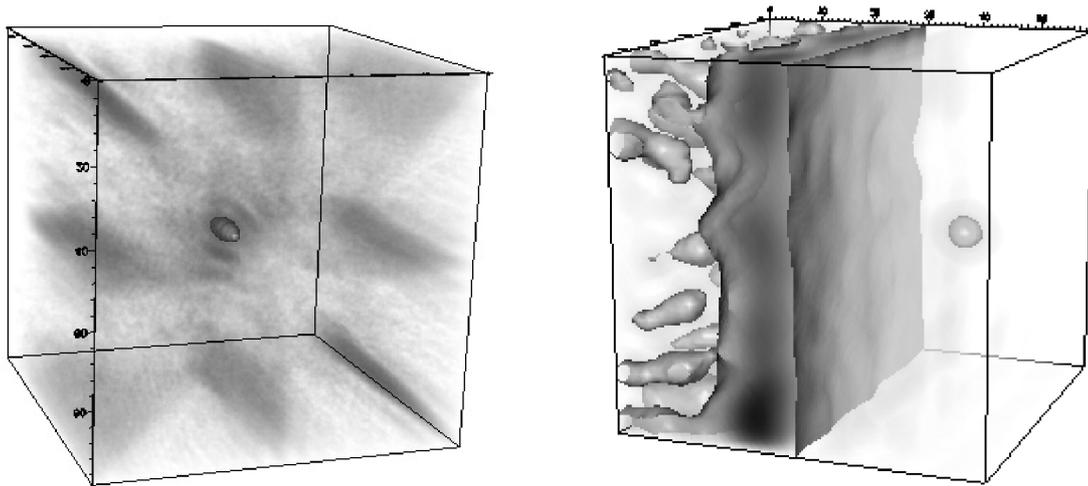


Рис. 2

### Литература

1. Вопросы подповерхностной радиолокации. / Под ред. А.Ю. Гринёва – М.: Радиотехника, 2005
2. Сафронов Г.С., Сафронова А.П. Введение в голографию. - М.: Советское Радио, 1973
3. Добряк В.А., Калмыков А.А., Куриленко А.С. Построение трёхмерных изображений в георадаре с ЛЧМ зондирующего сигнала /<http://webconf.rtf.ustu.ru/mod/forum/discuss.php?d=837>

## ОСОБЕННОСТИ КОГЕРЕНТНОГО МЕТОДА ПРИЕМА ОТВЕТНОГО СИГНАЛА СВЕРХРЕГЕНЕРАТИВНОГО ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА

*А.В. Гусев, С.И. Кудинов, В. Э. Иванов*

(Екатеринбург, УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина)

## SPECIFICS OF COHERENT METHOD OF SUPER-REGENERATIVE TRANSCEIVER RESPONSE SIGNAL RECEPTION

*S.I. KUDINOV, A.V. GUSEV, V.E. IVANOV*

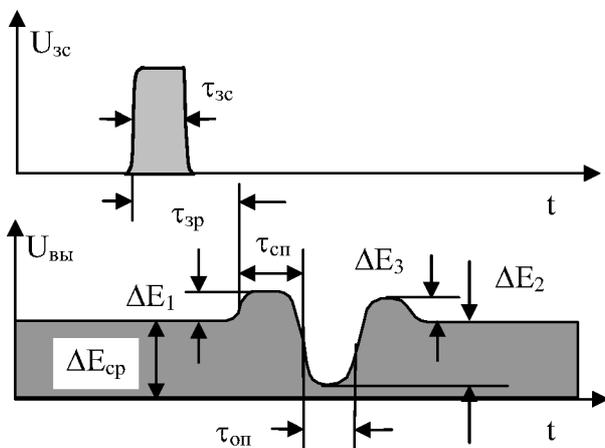


Рис.1.

Ответный сигнал СПП в виде паузы на выходе приемного устройства РЛС

Отличительной особенностью отечественных систем радиозондирования является измерение наклонной дальности радиоимпульсным методом до аэрологического радиозонда (АРЗ), снабженного сверхрегенеративным приемопередатчиком (СПП) [1]. Запросный радиоимпульс от аэрологического радиолокатора  $U_{зс}$  вызывает изменение структуры радиоимпульсов, постоянно излучаемых приемопередатчиком АРЗ, выражающееся в появлении энергетического максимума - первичной реакции  $\Delta E_1$  и энергетического минимума в виде «паузы» – вторичной реакции  $\Delta E_2$  (рис.1). Временная задержка  $\tau_{зп}$  от момента формирования запросного сигнала - им-