

Скульский К. В.

Шолкин Р. П.

Миронович К. П.

Широкополосная обработка радиолокационного сигнала.

Известно (1), что рассеивающие свойства радиолокационной цели являются основой оптимизации радиолокационных систем при обнаружении, измерении координат, классификации и распознавании целей.

Радиолокационная информация в радиолокации формируется при взаимодействии зондирующего колебания, излученного антенной системой с объектом радиолокации. Это взаимодействие проявляется в возникновении рассеяного поля с определенными пространственно-временными распределениями амплитуды, фазы и поляризации. Таким образом, рассеянный радиолокационным объектом сигнал будет промодулирован. Здесь не оговаривается вид модуляции. По крайней мере модуляция будет сложная.

В зависимости от формы объекта (его геометрии, физических свойств) модуляция будет иметь признаки пространственно-временной модуляции.

Как показано в литературе (1, 2, 3, 4), модуляцию вызывают такие явления :

- перемещение объекта в пространстве (относительно РЛС, центра тяжести и т. д.),
- наличие вращающихся (подвижных) элементов объекта (винты, антенны, турбины и т. д.);
- вибрации поверхности объектов;
- сечение газов реактивных двигателей.

Наиболее сложная модуляция получается от так называемых смежных, протяженных целей, где имеет место дополнительно фазовая и поляризационная модуляция отраженного сигнала. При радиолокации обычным немодулированным радиоимпульсом (узкополосным) рассеянный объектом сигнал будет иметь информацию о его пространственно-временном положении, т. е. спектр рассеянного сигнала значительно расширяется.

Известны методы получения большего количества информации:

- укорочение длительности импульса;
- сжатие импульса и др.

Шолкиным Р. П. было высказано предположение о способе выделения необходимой информации из рассеянного объектом сигнала без усложнения зондирующего сигнала, т.е. узкополосного.

Суть предложения следующая: приемное устройство РЛС должно иметь полосу пропускания, соответствующую желаемому разрешению параметров объекта (дальность, доплеровский спектр и др.).

С этой целью отраженный сигнал подвергается цифровой обработке. Обработка сигнала сводится к стробированию во времени, т.е. извлечение информации получается за короткие промежутки времени, соответствующие желаемой полосе спектра, подлежащего обнаружению параметра цели. С целью апробирования предложенного метода по извлечению информации было проведено исследование математической модели простейшего рассеянного объектом сигнала от линейной цели, имеющей три ярких точки, разнесенных по его длине на расстояние l_1 и l_2 (рис. 1).

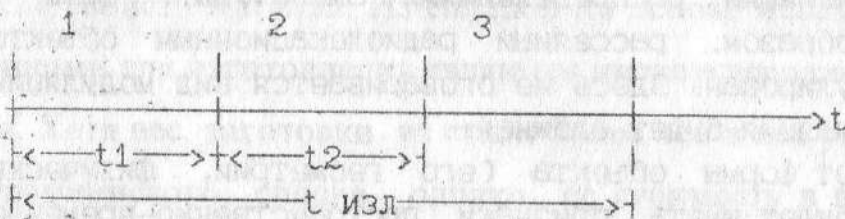


Рис. 1.

где 1, 2, 3 – яркие точки цели;

t_1 и t_2 – временное расстояние между яркими точками;

$$t_1 = l_1/c ; t_2 = l_2/c ;$$

Для упрощения принято, что яркие точки 1, 2, 3 имеют одинаковые эффективные поверхности рассеяния. Тогда отраженный (рассеянный) сигнал будет иметь вид, показанный на Рис. 2. Такой сигнал для заданной частоты заполнения (несущей) импульса заложен в ЭВМ. С помощью ЭВМ определяются такие параметры сигнала:

- математическое ожидание,
- дисперсия,
- автокорреляционная функция.

При этом время обработки изменялось (период усреднения) от длительности импульса t изл до долей временного интервала между яркими точками:

$$T_{\text{усредн.}} = l_1/n \sim t \text{ изл}$$

где l_1 – расстояние между яркими точками.

На Рис. 2, 3 показаны результаты расчета математического

ожидания, дисперсии и автокорреляции для разных периодов усреднения. Позиция (γ) – период равен t изл. Яркие точки не видны. По мере уменьшения периода (позиции а, б, в) появляются всплески сигнала, соответствующие положению ярких точек. На рисунках представлены результаты расчета для случая суммирования сигналов от отдельных точек.

Рассмотрены случаи сложения сигналов с разными фазами, где также обнаруживаются отдельные яркие точки при соответствующем периоде обработки.

Таким образом, приближенное моделирование предложенного метода обработки (временное стробирование) позволяет сделать вывод, что изменение времени (периода) строба обработки сигнала позволяет в данном случае повысить разрешающую способность во времени.

Разрешающая способность метода зависит от периода строба (ширины спектра).

Естественно, что для реального объекта яркость отдельных точек будет различна, как и различные фазовые соотношения, т.е. реальная картина будет сложнее. Для экспериментальной проверки предложенного метода изготавливается действующий объект радиолокационной установки с зондирующим импульсом порядка 1 мкс и приемным устройством с полосой пропускания до 100 МГц . Обработка сигнала предлагается на промежуточной частоте с АЦП с полосой пропускания не хуже 100 МГц . Работа будет проводиться по уголковым отражателям, разнесенным в пространстве на расстоянии порядка 10, 30, 50 метров.

Литература

- 1) Радиолокационные характеристики летательных аппаратов. Под редакцией Л. Т. Тучкова. М. Радио и связь, 1965.
- 2) Справочник по радиолокации. М. Сколник. М. СЭ.
- 3) Д. Бартон, Г. Барз. Справочник по радиолокационным измерениям. М. Советское радио, 1996.
- 4) В. Т. Небаба, В. В. Сергеев. Методы и техника радиолокационного распознавания.

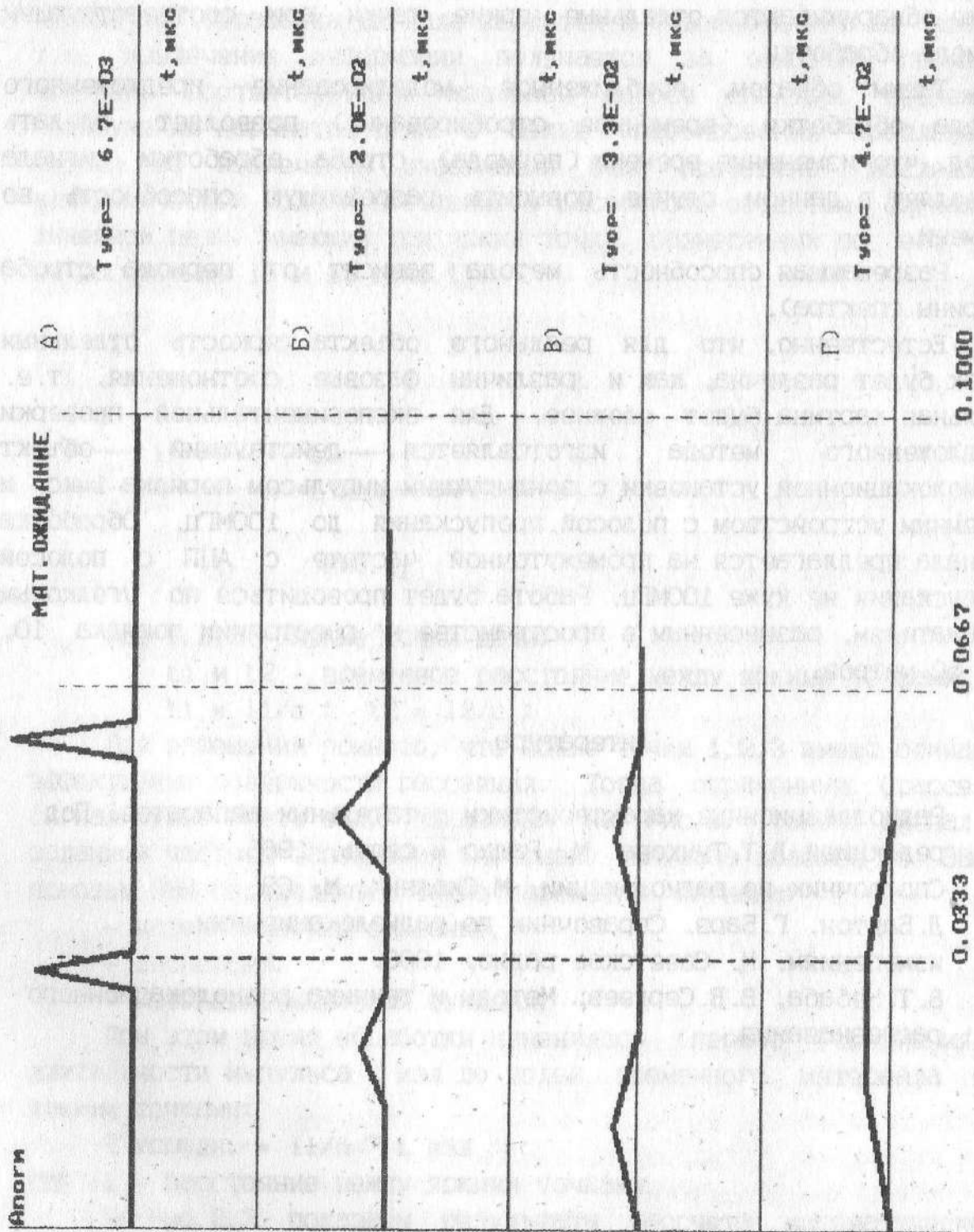


Рис. 2

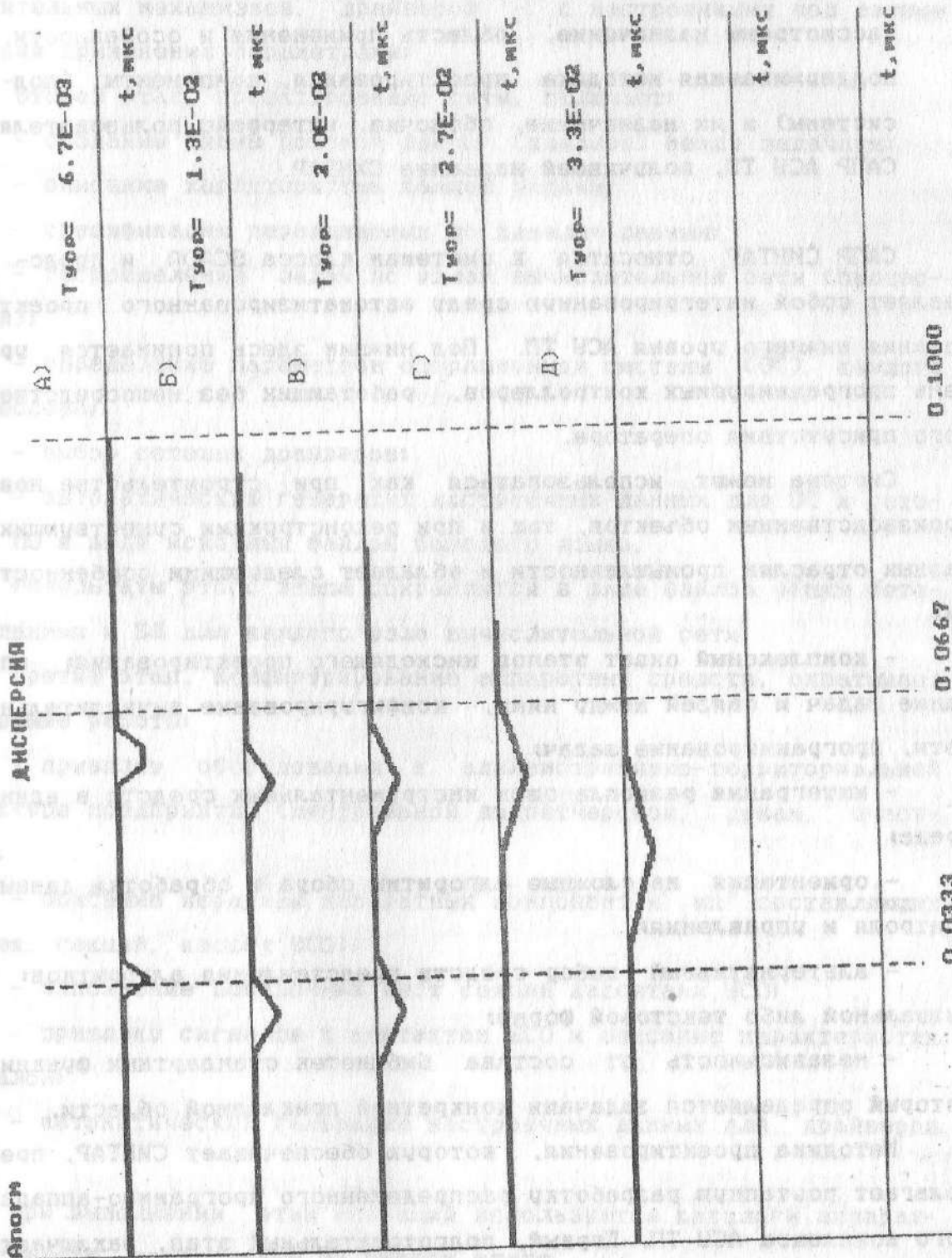


Рис. 3

Анперсия

Аксперсия