

Режим масштабно-временного преобразования сигналов мобильной СКИ РЛС.

А.В. Кочетов, К.Г. Лукашов, П.С. Панфилов

АО «НПП «Радар ммс», Санкт-Петербург, Новосельковская,37, radar@radar-mms.com.

Исследованы режимы работы мобильной СКИ РЛС с использованием режима масштабно-временного преобразования сигналов во временной области. Приводятся экспериментальные данные по восстановлению сверхширокополосного сигнала радиоимпульса после стробоскопического преобразования в приемном тракте мобильной СКИ РЛС.

Режим масштабно-временного преобразования (МВП) широко используется при работе различных РЛС подповерхностного зондирования, в которых используется передатчики сверхкоротких импульсов [1]. Работа МВП заключается в использовании управляемой задержки запуска генератора СКИ для стробоскопического преобразования сигнала, принимаемого радиолокатором. Этот вариант позволяет существенно удешевить конструкцию РЛС применением недорогих низкоскоростных АЦП, но при этом увеличивается время анализа сверхширокополосных сигналов.

В мобильной СКИ РЛС [2] оцифровка строки дальности производится с использованием скоростных АЦП фирмы Analog Devices AD9613BCPZ-250. Частота дискретизации АЦП – 250 МГц, разрядность 12 бит. Соответственно, полоса частот сигналов, подаваемых на вход АЦП не должна превышать 125 МГц.

Для оцифровки сигнала полосой частот спектра до 500 МГц, необходимо использовать АЦП с частотой дискретизации не менее 1 ГГц.

В мобильной СКИ РЛС возможны два режима работы блока аналого-цифрового преобразования сигналов с выхода приемника РЛС:

- параллельный режим работы 4-х АЦП по 250 МГц каждый;
- последовательный режим работы одного АЦП с использованием режима МВП.

Временное окно для преобразования аналогового сигнала в цифровой в используемой микросхеме AD9613BCPZ-250 позволяет получить отсчеты сверхширокополосного сигнала с полосой частот спектра до 1 ГГц.

Параллельный режим работы 4-х АЦП заключается в формировании специальной сетки опорных частот 250 МГц, каждая из которых имеет сдвиг во времени на 1 нс.

Режим масштабно-временного преобразования использует для своей работы одно АЦП AD9613BCPZ-250. В стробоскопическом режиме необходимо оцифровать сигнал с выхода приемника РЛС за 4 импульса зондирования передатчика, каждый раз смещая тактовый сигнал АЦП относительно исследуемого сигнала на 1 нс.

Для достижения стробоскопического эффекта необходимо, чтобы момент начала формирования зондирующего сигнала РЛС смещался относительно тактового сигнала АЦП на 0.25 периода дискретизации. Это можно сделать несколькими способами:

- ввести управляемую задержку в схему формирования сигнала частоты дискретизации 250 МГц;
- подобрать период повторения зондирующего сигнала, не кратный периоду сигнала частоты дискретизации.

На рис. 1 приведена блок-схема СКИ РЛС в режиме масштабно-временного преобразования с использованием управляемой задержки в схеме формирования сигнала частоты дискретизации 250 МГц.

Для этого можно использовать специализированную микросхему LKM04906, формирующую тактовый сигнал с необходимыми задержками, в соответствии с

командами управления. Шаг временной задержки сигнала частоты дискретизации 250 МГц составляет 25 пс.

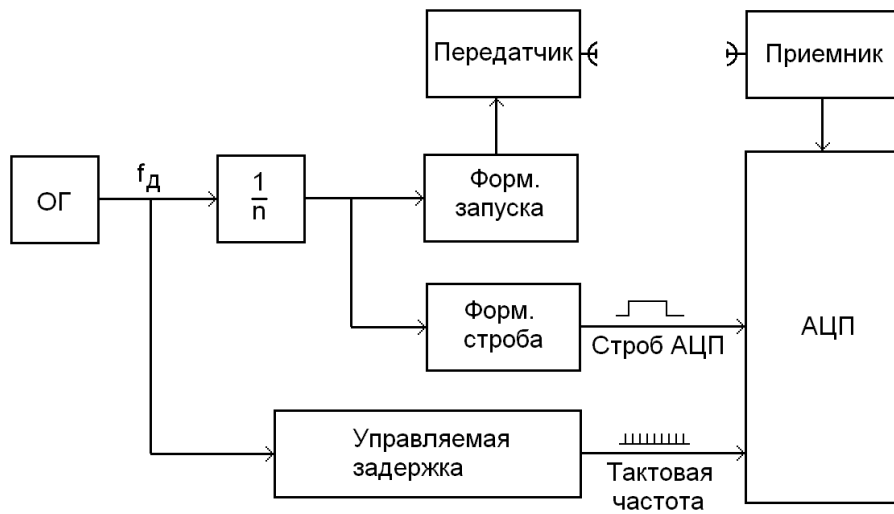


Рис. 1. Блок-схема СКИ РЛС с использованием управляемой задержки сигнала частоты дискретизации

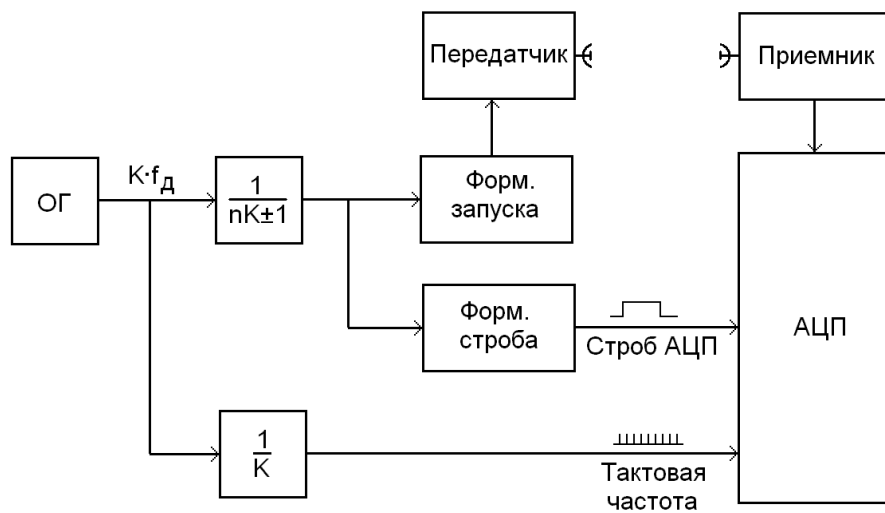


Рис. 2. Стробоскопическое преобразование сигнала с выхода приемника РЛС

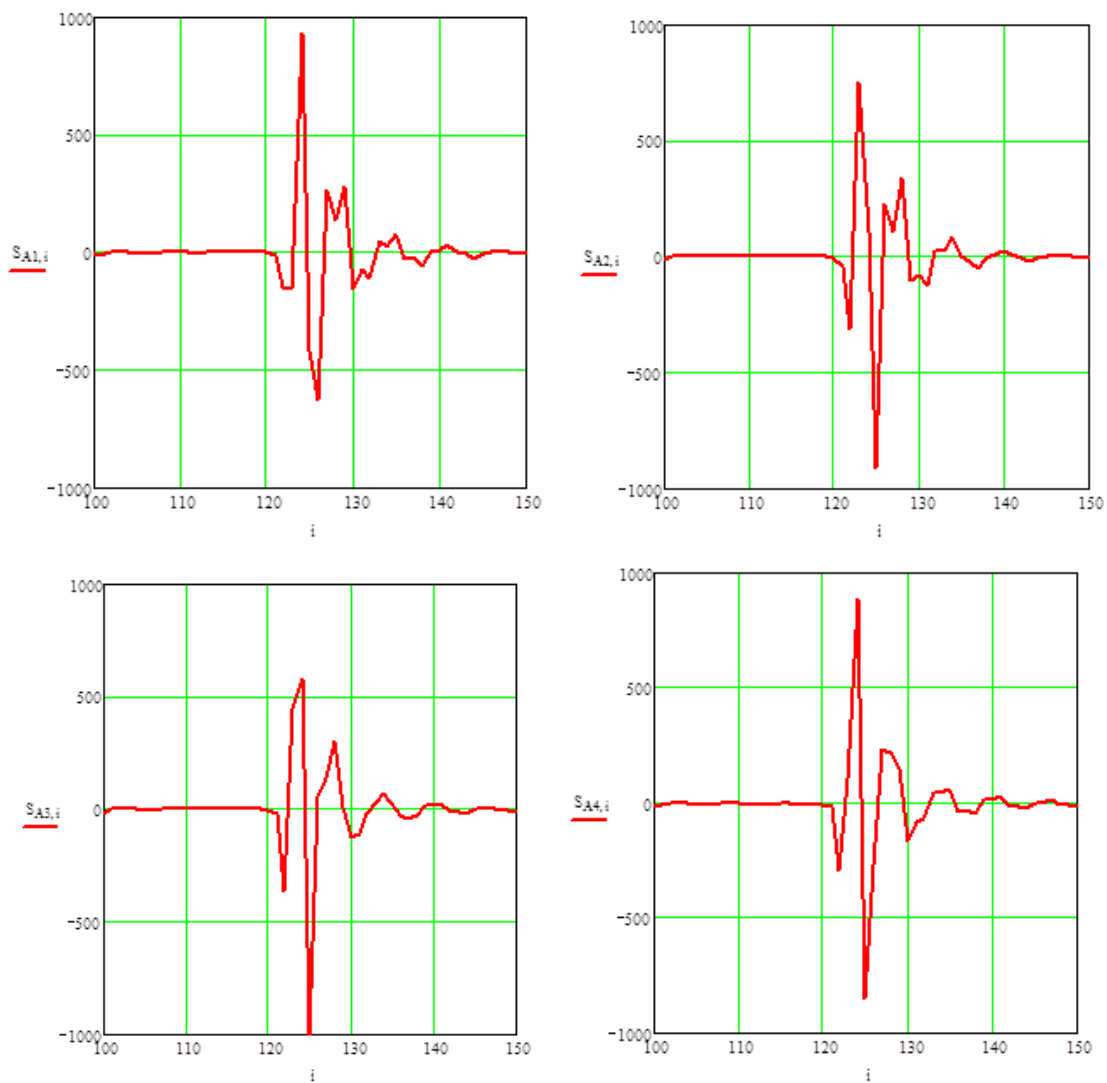


Рис. 3. Реализации сигнала с выхода приемника за 4 такта зондирования

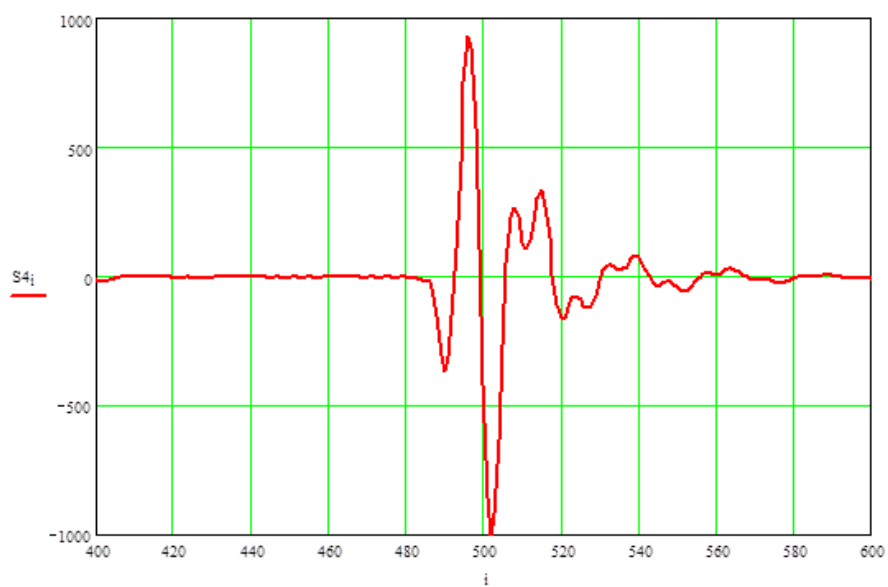


Рис. 4. Восстановленный сигнал с выхода приемника СКИ РЛС

Опорный генератор (ОГ) формирует сигнал частоты дискретизации f_d . Период повторения зондирующих импульсов передатчика равен:

$$T_{3И} = \frac{T_d}{n}, \quad (1)$$

где: $T_d = \frac{1}{f_d}$ - период дискретизации;

n – целое число.

Одновременно с сигналом запуска передатчика формируется строб, в котором производится оцифровка сигнала с выхода приемника РЛС.

Перед началом каждого строба оцифровки происходит смещение тактов частоты дискретизации АЦП на величину

$$\Delta t = \frac{T_d}{K}, \quad (2)$$

где: K – коэффициент МВП.

Второй способ стробоскопического преобразования сигнала с выхода приемника РЛС приведен на рис. 2. Для этого следует подобрать период повторения зондирующих импульсов передатчика, не кратный периоду дискретизации (рис. 2). При этом сигнал, отраженный от целей, с выхода приемника РЛС будет смещаться, относительно отсчетов АЦП. Период повторения зондирующих импульсов передатчика $T_{3И}$ должен выбираться из соотношения:

$$T_{3И} = \left(n \pm \frac{1}{K} \right) \cdot T_d. \quad (3)$$

Частота опорного генератора выбирается равной $K \cdot f_d$. Соответственно, период повторения зондирующих импульсов передатчика равен:

$$T_{3И} = \frac{nK \pm 1}{K \cdot f_d} = \left(n \pm \frac{1}{K} \right) \cdot T_d$$

На рис. 3 показаны сигналы с выхода приемника РЛС оцифрованные за 4 импульса зондирования передатчика СКИ в режиме масштабного-временного преобразования.

На рис. 4 показан полностью восстановленный сигнал с выхода приемника РЛС. Спектр частот сигнала на выходе приемника соответствует 500 МГц, Эквивалентная тактовая частота работы АЦП равна 1 ГГц.

Сочетание режима масштабного-временного преобразования и возможности работы скоростных АЦП в режиме выборки-хранения выходного сигнала приемника позволяет получить существенный выигрыш в стоимости аппаратной реализации СКИ РЛС.

Сочетание режима масштабного-временного преобразования и возможности работы скоростных АЦП в режиме выборки-хранения выходного сигнала приемника позволяет получить существенный выигрыш в стоимости аппаратной реализации СКИ РЛС.

Литература

1. Кольцов Ю.В. Методы и средства анализа и формирования сверхширокополосных сигналов. - М.: Радиотехника, 2004.
2. Анцев Г.В., Бондаренко А.В., Головачев М.В., Кочетов А.В., Лукашев К.Г., Миронов О.С., Панфилов П.С., Парусов В.А., Райский В.Л., Сарычев В.А. Экспериментальные исследования характеристик СКИ РЛС// VI Всероссийские Армандовские чтения [Электронный ресурс]: Сверхширокополосные сигналы в радиолокации, связи и акустике. – Муром: Изд.- полиграфический центр МИ ВлГУ, 2016.