

Сверхкороткоимпульсная РЛС дециметрового диапазона

М.В. Головачев, А.В. Кочетов, О.С. Миронов, П.С. Панфилов, В.А. Сарычев, И.М. Хомяков

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

Приведено описание сверхкороткоимпульсной РЛС дециметрового диапазона длин волн с квадратурной обработкой радиолокационных сигналов.

The description of coherent UWB radar with signal quadrature processing is given.

Радиолокация с использованием СШП радиосигналов удовлетворяет всем современным требованиям, предъявляемым к аппаратуре РЛС: высокое пространственное разрешение цели вплоть до получения ее радиоизображения; высокая скрытность процесса радиолокации; предельно достижимая помехозащищенность; минимальная мертвая зона работы РЛС; нейтрализация новейших технологий «радионевидимости» типа «Стелс».

Существенный прогресс в области формирования и генерации сверхкоротких импульсов позволяет использовать полупроводниковые, малогабаритные генераторы СКИ в качестве передатчиков сверхширокополосных СКИ РЛС. Современные генераторы СКИ позволяют формировать высокие уровни излучаемого электромагнитного поля со значением ФОМ до 2.4 МВ и длительностью импульса менее 1 нс. Прием и когерентная обработка таких сигналов позволяет создавать СКИ РЛС с дальностью действия в сотни километров и разрешением по дальности менее 1 м.

В данной статье приведено описание образца СКИ РЛС дециметрового диапазона длин волн (ДМВ), аппаратурная реализация СКИ РЛС и результаты практических исследований радиолокационного зондирования прилегающей местности и городской застройки.

Структурная схема СКИ РЛС приведена на рис. 1. СКИ РЛС содержит антенную систему для излучения и приема СКИ сигналов, антенный переключатель прием-передача, передатчик ГСКИ, приемник, аналого-цифровой преобразователь, устройство управления и обработки, персональный компьютер для отображения радиолокационной информации.

Приемник СКИ РЛС построен по инфрадинной схеме с двойным преобразованием частоты. К фазе опорного генератора привязаны фазы двух гетеродинов, обеспечивают инфрадинный перенос частот, фаза генератора частоты дискретизации АЦП и фаза генератора зондирующих импульсов РЛС.

Зондирующие импульсы СКИ РЛС формируются устройством управления и обработки под управлением тактовой частоты, подаваемой на вход АЦП.

В общем случае, передача зондирующих сигналов и прием отраженных могут вестись на отдельные антенные системы.

Схема инфрадинного преобразования СКИ сигнала в приемном устройстве приведена [2].

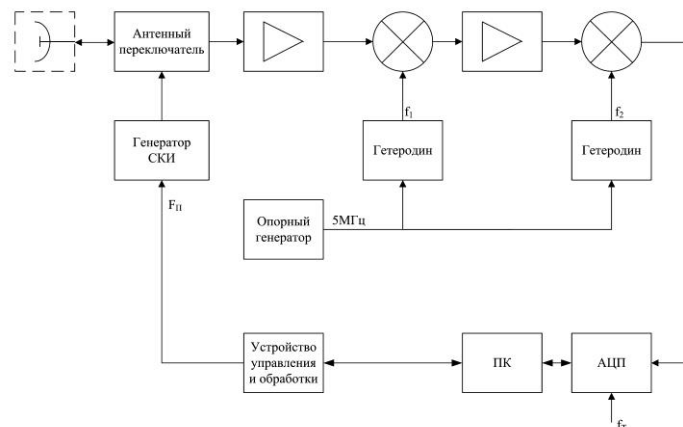


Рис. 1. Структурная схема СКИ РЛС.

Передатчик СКИ РЛС приведен на рис. 2. В качестве зондирующего сигнала использовался СКИ сигнал, формируемый генератором сверхкоротких импульсов на дрейфовых диодах с резким восстановлением (ДДРВ):

Длительность переднего фронта импульса	0.6	нс.
Амплитуда импульса на нагрузке 50 Ом	1.0	кВ.
Частота повторения зондирующих импульсов	250 – 2500	Гц.

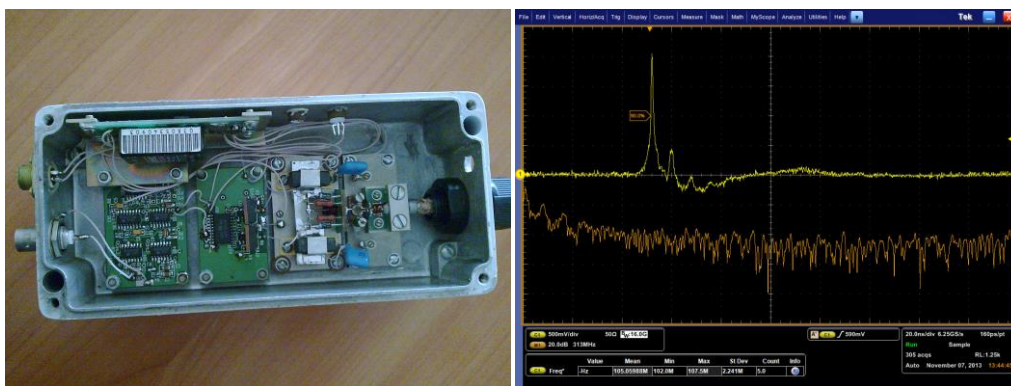


Рис. 2. Передатчик СКИ РЛС.

На рис. 3. приведена антенная система СКИ РЛС. Для развязки приемного и передающего трактов СКИ РЛС антенная система выполнена в виде 6-ти элементной антенной решеткой на прием и 4-х элементной антенной решеткой на излучение. В качестве сумматоров/делителей мощности используются сверхширокополосные сплиттеры полосой 5-2000 МГц.

Линейный размер передающей антенной системы	2.0	м.
Линейный размер приемной антенной системы	2.4	м.
Ширина диаграммы направленности на прием (ориентировочно)	10	град.

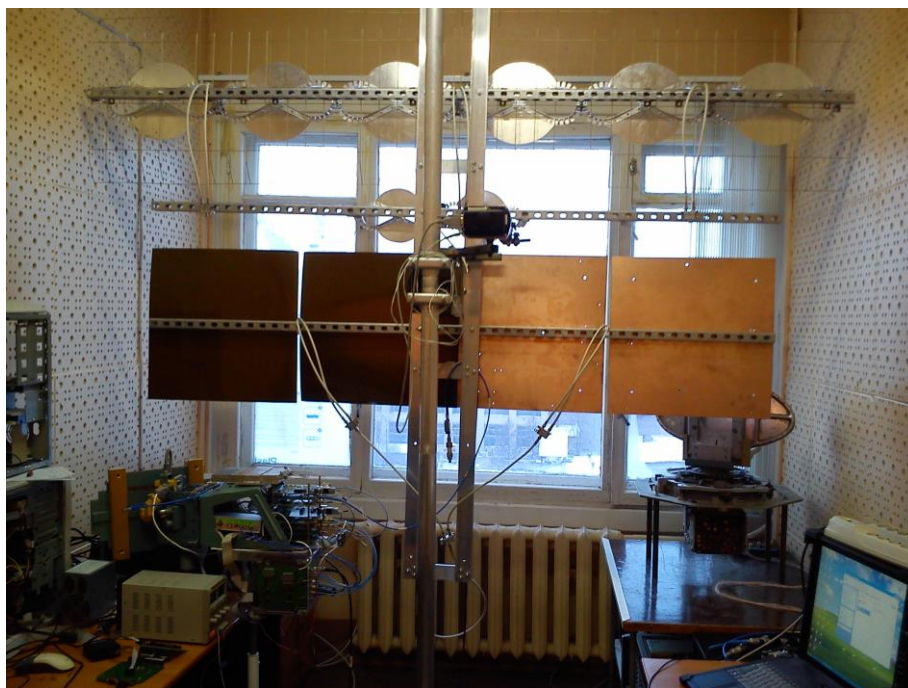


Рис. 3. Антенная система СКИ РЛС.

Внешний вид комплекса для обработки информации приведен на рис. 4.

Приемное устройство имеет полосу частот 400 – 1200 МГц. Полоса частот сигнала, поступающего на квадратурную обработку составляет 0 – 250/500 МГц. Аналого-цифровой преобразователь работает на тактовой частоте до 250 МГц, имеет буферную память на 40 Мб и обеспечивает преобразование аналогового сигнала с выхода приемника в 12-разрядный цифровой код.

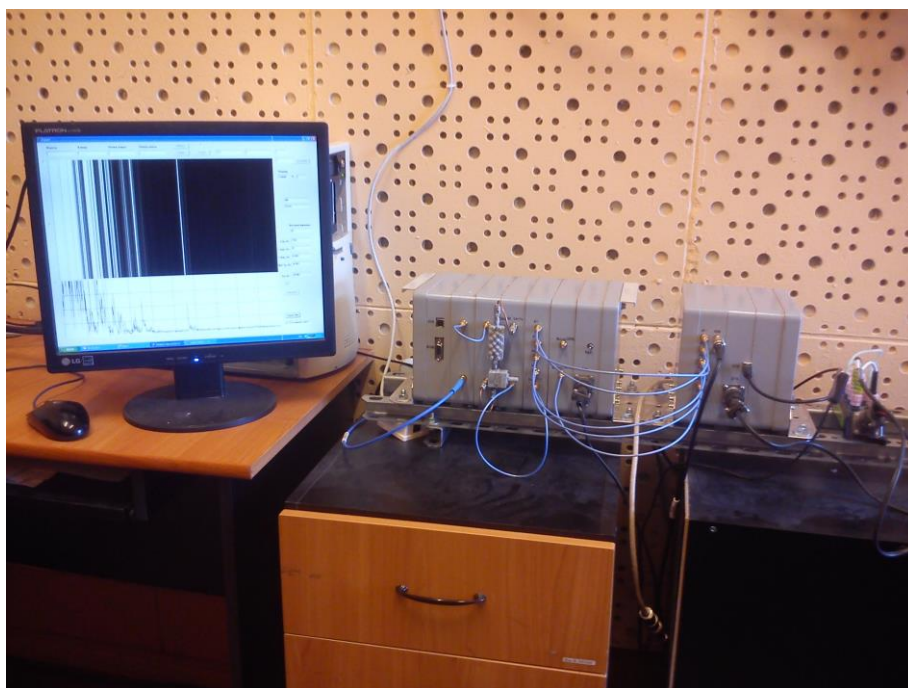
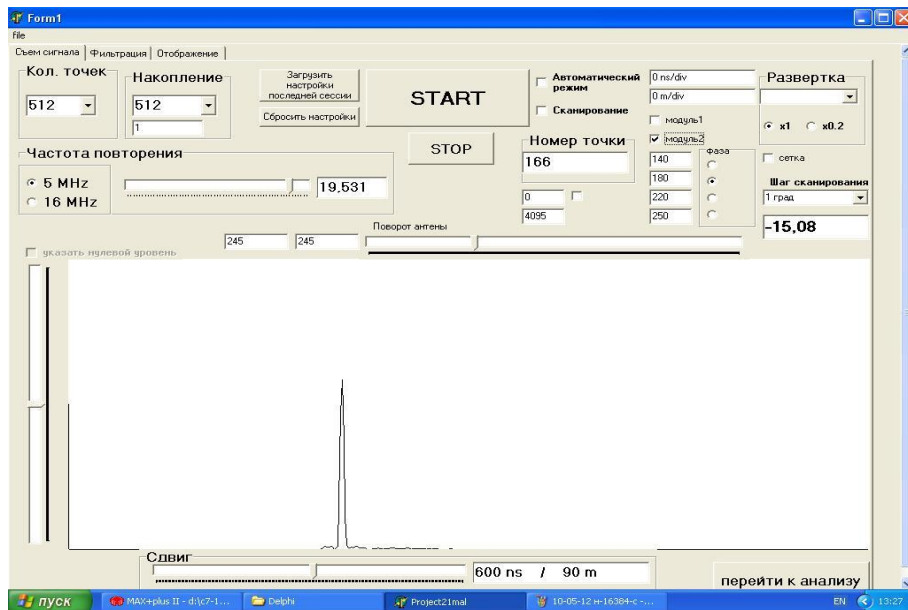
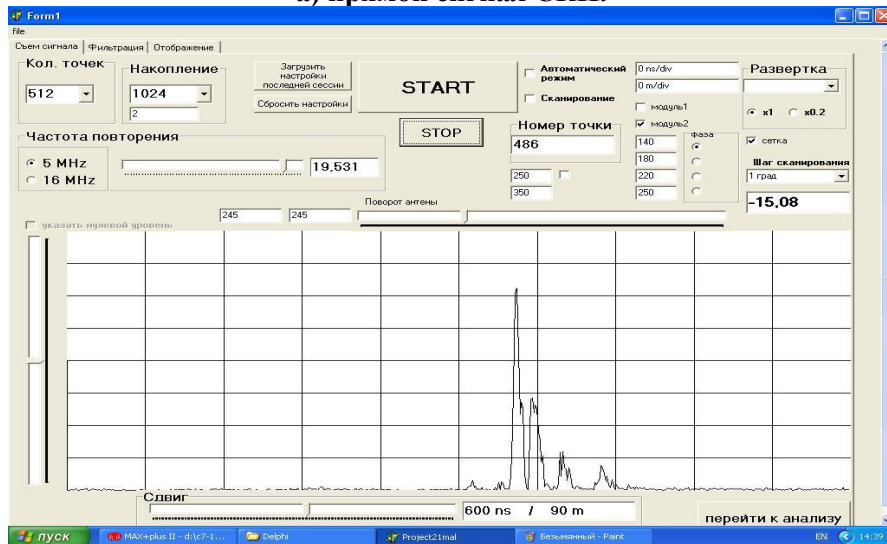


Рис. 4. Внешний вид комплекса СКИ РЛС для обработки информации.

При проведении радиолокационного зондирования прилегающей местности комплекс аппаратуры, включая антенную систему СКИ РЛС, располагался в лабораторном помещении производственного здания. Закрытые окна и кирпичные стены помещения не являются существенным препятствием для СКИ сигнала РЛС. Предварительные исследования показали, что возможно некоторое искажение СКИ сигнала и его ослабление на -10 дБ на кирпичной стенке толщиной 50 см. На рис. 5. приведены характеристики СКИ сигнала при его прохождении сквозь кирпичную стену.



а) прямой сигнал СКИ.



б) сигнал, прошедший через кирпичную стену.

Рис.5. Сравнение сигналов СКИ при его прохождении сквозь кирпичную стену.

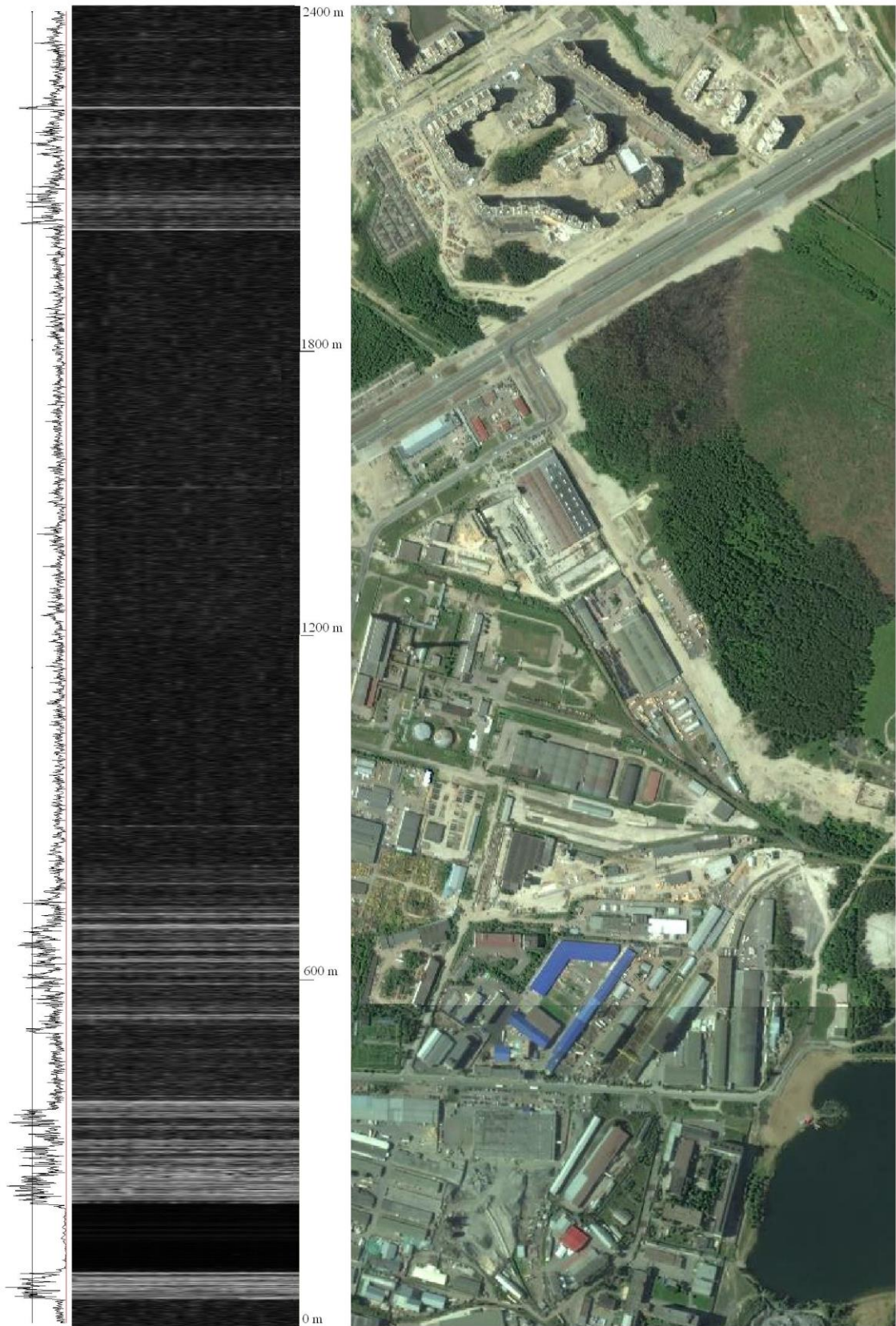


Рис. 6. Карта прилегающей местности



Рис. 7. Радиолокационная развертка прилегающей местности (0-600м).

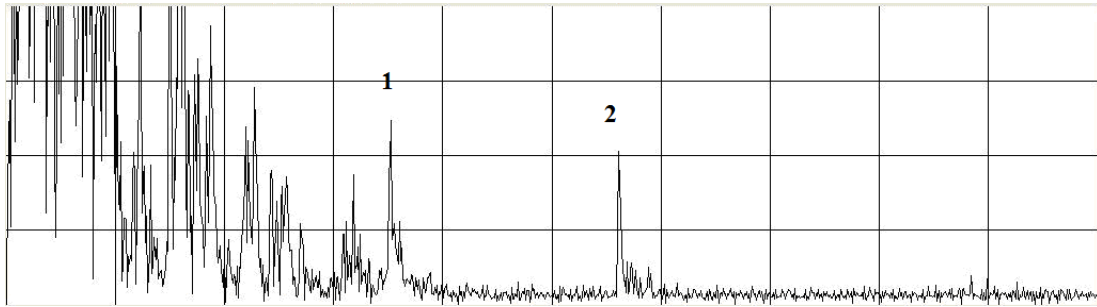


Рис. 8. Радарограмма развертки прилегающей местности (0-600м).

Карта радиолокационного зондирования прилегающей местности приведена на рис. 6. На местности на расстоянии 2400 м. имеется городская застройка высотными зданиями. На рис. 7. и рис.8. приведено радиолокационное изображение прилегающей местности.

Результаты экспериментальных исследований показывают высокое качество радиолокационных изображений в СКИ РЛС.

Разрешение по дальности составляет не хуже 1.2 м. Дальность действия СКИ РЛС составляет более 2400 метров по городской застройке.

Литература

1. М.В. Головачев, А.В. Кочетов, О.С. Миронов, П.С. Панфилов, В.А. Сарычев, И.М. Хомяков Структура экспериментального образца сверхширокополосного короткоимпульсного радиолокатора // II Всероссийские Армандовские чтения “Радиофизические методы в дистанционном зондировании сред”, Муром, 2012.
2. М.В. Головачев, А.В. Кочетов, О.С. Миронов, П.С. Панфилов, В.А. Сарычев, И.М. Хомяков Когерентная СКИ рлс с последовательной квадратурной обработкой сигналов // II Всероссийские Армандовские чтения “Радиофизические методы в дистанционном зондировании сред”, Муром, 2013