

Радиолокационная станция дециметрового диапазона

Ю. Мякочин¹

УДК 621.396:004.31 | ВАК 05.27.01

В 2015 году компания АО «ПКК Миландр» выпустила два сигнальных процессора: 1967ВН028 и 1967ВН044 [1, 2]. Одна из возможных областей их применения – радиолокационные станции (РЛС). В статье рассмотрен пример построения РЛС дециметрового диапазона с использованием процессоров 1967ВН028 и 1967ВН044.

Сигнальные процессоры 1967ВН028 и 1967ВН044 отличаются превосходными вычислительными возможностями при достаточно малом энергопотреблении. Достичь таких характеристик удалось благодаря выбору технологии (65 нм для 1967ВН028 и 90 нм для 1967ВН044), а также особенностям архитектуры, в частности VLIW внутренней организации процессора. Такое построение ядра позволяет получить высокую производительность (5,4 Гфлопс для 1967ВН028 и 2,76 Гфлопс для 1967ВН044). Кроме того, процессоры оснащены большой внутренней памятью (24 Мбит для 1967ВН028 и 12 Мбит для 1967ВН044), а доступ к ней через четыре 128-битные шины обеспечивает высокую пропускную способность ядро-память (25,2 Гбайт/с для 1967ВН028 и 12,88 Гбайт/с для 1967ВН044).

В силу особенностей внешних интерфейсов каждой микросхемы их можно применять для решения определенного круга задач. Благодаря широкой внешней шине с арбитражем и высокоскоростным последовательным портам процессора 1967ВН028, позволяющим объединить несколько микросхем в вычислительные кластеры, этот процессор представляет собой оптимальное решение для первичной и вторичной обработки в радиолокационных станциях. Интерфейсы к высокоскоростным АЦП и внутренние модуляторы процессора 1967ВН044 обеспечивают возможность захвата сигналов с антенной решеткой, их оцифровки и первичной обработки.

Для быстрой разработки аппаратуры, а также реализации более надежных систем, компания АО «ПКК Миландр» выпустила микросборки (МСБ) на основе описанных выше сигнальных процессоров [3]:

- МСБ «Флип-Чип», которая объединяет четыре сигнальных процессора 1967ВН028 и загрузочную флеш-память. Эта микросборка является 4-процессорным вычислительным кластером;

- МСБ «Осведомленность», которая объединяет сигнальный процессор 1967ВН044, два высокоскоростных АЦП (с частотой выборки до 125 МГц), загрузочную флеш-память и систему питания. Эта микросборка является ячейкой когерентного захвата данных от антенной решетки.

С использованием разработанных микросборок строятся законченные блоки, из которых формируется радиолокационная станция дециметрового диапазона. Для ускорения разработки станции ее приемная и передающая решетки (рис. 1) были реализованы по схожей архитектуре: 128 дипольных антенн, объединенных в 16 столбцов по 8 диполей в каждом. Каждый столбец имеет сформированную диаграмму направленности. В приемной антенной решетке выход столбца после переноса частоты на 70 МГц выводится на SMA-разъем. В передающей решетке один входной сигнал переносится на рабочую частоту решетки, разветвляется на 16 столбцов и дальше расходится на восемь дипольных антенн в каждом столбце. Таким образом, вся диаграмма направленности передающей решетки жестко сформирована, а диаграмму приемной решетки в ходе последующей обработки можно отклонять по азимуту.



Рис. 1. Приемная и передающая решетки радиолокационной станции

¹ АО «ПКК Миландр», директор центра проектирования РЭА, мякочин.yuri@ic-design.ru.

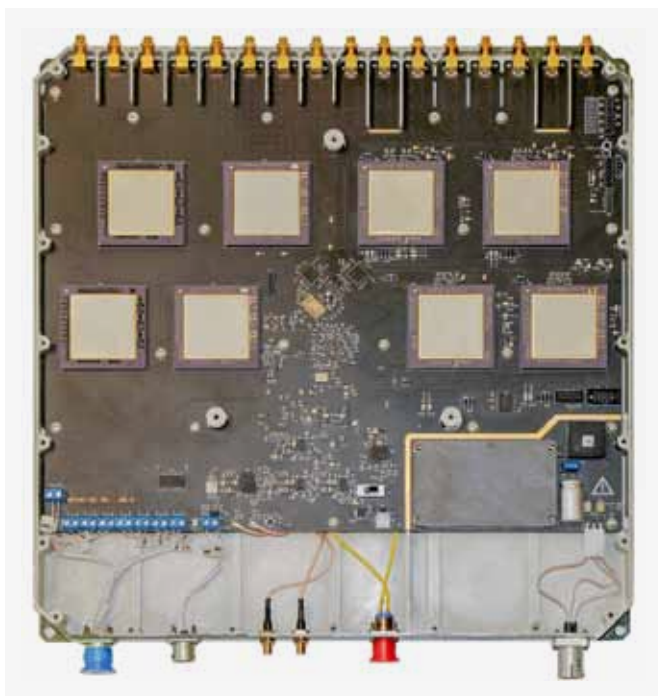


Рис. 2. Когерентный блок захвата данных

Приемная решетка оснащена 16 выходами, которые подключаются к 16-канальному когерентному блоку захвата данных [4] (рис. 2). Основную площадь блока занимают восемь МСБ «Осведомленность», которые работают в когерентном режиме. Основная функция когерентного блока захвата данных – на основе 16 каналов входных данных сформировать 12 лучей диаграммы направленности, которые упаковываются в пакеты и передаются на блок вторичной обработки сигналов (рис. 3).

Данные, которые приходят по оптическому каналу в блок вторичной обработки, распределяются по сигнальным процессорам внутри этого блока. Единичным вычислительным элементом внутри блока является микросборка «Флип-Чип», то есть 4-процессорный кластер. Каждый кластер обрабатывает сформированный луч, выделяет и сопровождает цели. Уже обработанная информация через сетевой кабель передается на ПК для отображения. Еще одна функция блока вторичной обработки сигналов – формирование зондирующего сигнала для передающей фазированной решетки, а также сигнала запуска оцифровки для когерентного блока захвата данных. Таким образом, блок вторичной

обработки сигналов – единый синхронизирующий узел всей системы.

Представленная в статье радиолокационная станция дециметрового диапазона – очень удобная вычислительная платформа, которая может использоваться для апробации различных локационных алгоритмов. Поскольку станция основана на сигнальных процессорах, разработанных и выпускаемых компанией АО «ПКК Миландр», то применение среды разработки, поставляемой с этими процессорами, позволяет быстро и качественно имплементировать алгоритмы. А широкое применение операционной системы реального времени (ОСРВ) МАКС [5] и библиотек OpenMP, которые также поставляются вместе со средой проектирования, дает возможность распараллеливать исполняемый код на множество вычислительных ядер.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мякочин Ю. О.** Высокопроизводительный DSP-процессор для коммуникационных систем // Компоненты и технологии. 2014. № 10. С. 82.
2. **Мякочин Ю. О.** 32-разрядный суперскалярный DSP-процессор с плавающей точкой // Компоненты и технологии. 2013. № 7. С. 98.
3. **Бороздин А. С.** Высоконадежные системы захвата и обработки данных на основе микросборок производства компании Миландр // Компоненты и технологии. 2016. № 7. С. 76.
4. **Мякочин Ю. О., Матюнин Д. В.** 16-канальный когерентный блок захвата данных для систем АФАР // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2018. № 3. С. 122.
5. **Бойко П. В.** Разработка прикладного API системы распределенной общей памяти МАКС DSM // Системный администратор. 2017. № 6. С. 175.



Рис. 3. Блок вторичной обработки сигналов