

ОПТИМИЗАЦИЯ СКОРОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ СИГНАЛОВ УКВ РАДИОСТАНЦИЙ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ПРИЁМНИКОВ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Сенюк В.О.

Матюшков А.Л. – к.т.н., доцент

Для повышения эффективности радиоэлектронного подавления (РЭП) при создании умышленных помех необходимо правильно оценить тактическую ситуацию, т.е. определить расположение радиоэлектронных средств (РЭС) и их технические параметры. Для этого используют устройства радиотехнической разведки (РТР). Устройства РТР служат для обнаружения сигналов радиосистем, анализа их параметров и пеленгации источников. Обычно используют классическую схему супергетеродина, что не является достаточно эффективным решением [1].

Применение новейших цифровых многоканальных радиоприёмников ультракоротковолнового (УКВ) диапазона, в котором сосредоточены основные ППРЧ радиостанции противника, позволяет оперативно сканировать заданный частотный диапазон.

Использование аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) и цифрового сигнального процессора (ЦСП) в каждом канале приёмника позволяет производить обработку данных в режиме реального времени (real time), не жертвуя при этом чувствительностью, разрешающей способностью по частоте, снижая вероятность пропуска моментов выхода в эфир радиоэлектронных средств противника.

Поэтому основным критерием оптимизации архитектуры многоканального приёмника, способного функционировать в режиме реального времени, является выбор быстродействующего ЦСП для выполнения операции быстрого преобразования Фурье (БПФ).

Большинство тактических радиостанции ППРЧ работают в диапазоне УКВ от 30 до 108 МГц, с шагом сетки частот 12,5 – 25 кГц.

Оценка быстродействия ЦСП для выполнения БПФ с количеством выборок точки, в реальном масштабе времени с разрешением по частоте показала, что оптимальное количество каналов приёмника РТР равно 14. При этом ширина одного канала составляет 5,57 МГц.

Таблица 1. – Расчётные данные для центральных частот 14-канального приёмника

| № | f_c , МГц | $f_{пч}$, МГц | ΔF , МГц | f_s , MSPS | B |
|----|-------------|----------------|------------------|--------------|------|
| 1 | 32,67 | 42,67 | 5,57 | 24,38 | 1,9 |
| 2 | 38,25 | 48,25 | 5,57 | 27,57 | 2,15 |
| 3 | 43,84 | 53,84 | 5,57 | 23,93 | 1,87 |
| 4 | 49,42 | 59,42 | 5,57 | 26,41 | 2,06 |
| 5 | 54,99 | 64,99 | 5,57 | 23,63 | 1,85 |
| 6 | 60,57 | 70,57 | 5,57 | 25,66 | 2 |
| 7 | 66,15 | 76,15 | 5,57 | 23,43 | 1,83 |
| 8 | 71,72 | 81,72 | 5,57 | 25,14 | 1,96 |
| 9 | 77,29 | 87,29 | 5,57 | 23,28 | 1,82 |
| 10 | 82,87 | 92,87 | 5,57 | 24,76 | 1,93 |
| 11 | 88,44 | 98,44 | 5,57 | 23,16 | 1,81 |
| 12 | 94,01 | 104,01 | 5,57 | 24,47 | 1,91 |
| 13 | 99,59 | 109,59 | 5,57 | 23,07 | 1,8 |
| 14 | 105,17 | 115,17 | 5,57 | 24,25 | 1,89 |

где f_c – центральная частота сигнала;

$f_{пч}$ – промежуточная частота;

ΔF – ширина канала;

f_s – скорость квантования (дискретизации), принятую обозначать в MSPS (миллион преобразований в секунду);

B – коэффициент децимации.

Существующие модели УКВ радиостанций с ППРЧ имеют скорость перестройки несущих частот от 100 до 1000 скачков в секунду. Для скоростей перестройки 100, 240 и 1000 скачков в секунду время нахождения радиостанции на одной несущей частоте при передаче информации равняется 10000, 4166,7 и 1000 мкс соответственно [2].

Применение в синтезированной функциональной схеме многоканального приёмника различных ЦСП, представленные в таблице 2 (данные процессоров взяты из источников 3-5), позволяет обнаружить и обработать сигналы радиостанций с ППРЧ, при нахождении последних на одной частоте, от 40 до 65 раз (см. таблицу 3).

Таблица 2. – Технические характеристики ЦСП

| Процессор | Рабочая тактовая частота, МГц | Время вычисления БПФ массива из 32-разрядных комплексных чисел с плавающей точкой, мкс |
|------------------------------|-------------------------------|--|
| ADSP-TS201S (Analog Devices) | 600 | 25 |
| 1967BH028 (Миландр) | 450 | 26 |
| NVCom-01 (Элвис) | 300 | 15,4 |

Таблица 3. – Расчёт необходимого времени обнаружения и обработки существующих ППРЧ радиостанций

| Количество скачков в секунду | 100 | 240 | 1000 |
|---|-------|--------|------|
| Длительность нахождения на одной частоте при передаче данных, мкс | 10000 | 4166,7 | 1000 |
| Количество обнаружений, раз | | | |
| Процессор ADSP-TS201S (Analog Devices) | 400 | 166 | 40 |
| Процессор 1967BH028 (Миландр) | 384 | 160 | 38,4 |
| Процессор NVCom-01(Элвис) | 649 | 270 | 64,9 |

Сравнение скорости обработки БПФ массива в 1024 точки показывает, что процессор NVCom-01 превосходит своих конкурентов.

Список использованных источников:

1. Радиоэлектронная борьба. Цифровое запоминание и воспроизведение радиосигналов и электромагнитных волн / А. И. Куприянов [и др.]. – М. : Вузовская книга, 2009. – 306 с.
2. Помехозащищенность систем связи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты: монография. / С.И. Макаренко [и др.]. – СПб. : Свое издательство, 2013. – 166 с.
3. Цифровой сигнальный процессор ADSP-TS201S [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://analog.com/>.
4. Цифровой сигнальный процессор 1967BH028 [Электронный ресурс]: <https://media.professional.ru/processor/topics/original/2017/02/12/>. – Режим доступа: [spec-1967vn028.pdf](https://media.professional.ru/processor/topics/original/2017/02/12/).
5. Цифровой сигнальный процессор NVCom-01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>.