

УДК 621.396.62+623

ЦИФРОВОЙ ПРИЁМНИК СТАНЦИИ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

СЕНЮК В. О., МАТЮШКОВ А. Л.

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

E-mail: senyuk@bsuir.by

Аннотация. Разработана функциональная схема многоканального приёмника радиотехнической разведки для обнаружения тактических радиостанций с ППРЧ. Произведены расчёты параметров быстродействия многоканального приёмника.

Abstract. A functional scheme of a multichannel receiver of radio technical reconnaissance for the observation of tactical radios with FHSS was developed. The parameters of the multichannel receiver performance parameters are calculated.

Оценка быстродействия ЦСП для выполнения БПФ с количеством выборок $N=1024$ точки, в реальном масштабе времени с разрешением по частоте $f_{pmin}=12,5$ кГц показала, что оптимальное количество каналов приёмника РТР равно 14. При этом ширина одного канала ΔF составляет 5,57 МГц.

Пример расчёта, для первого канала приёмника РТР, частоты сигнала, промежуточной частоты, частоты дискретизации и коэффициента децимации при аналогово-цифровом преобразовании с использованием формул (1-8) представлен ниже.

Центральная частота сигнала для первого канала определяется по формуле:

$$f_{cl} = \sqrt{f_{clH} \cdot f_{clB}} = 32,6665 \text{ МГц}, \quad (1)$$

где $f_{clH} = 30$ МГц; $f_{clB} = 35,57$ МГц.

Промежуточная частота:

$$f_{пч1} = f_{cl} + f_r = 42,6665 \text{ МГц}, \quad (2)$$

где $f_r = 10$ МГц – частота гетеродина.

Частота дискретизации АЦП f_s определяется из условий как:

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{s1} \geq 2 \cdot \Delta F \\ f_{s1} = \frac{4 \cdot f_{пч1}}{2NZ - 1} \end{array} \right., \quad (3)$$

где $NZ=1,2,3,4,\dots$, соответствуют зоне Найквиста, в которую попадает несущая и ее сигнал.

Для $NZ=4$ выбирается частота дискретизации в 4 раза больше ширины полосы канала, чтобы увеличить отношение сигнал/шум и снизить требования к характеристикам антилайзингово фильтра:

$$f_{s1} = \frac{4 \cdot 42,6665 \cdot 10^6}{2 \cdot 4 - 1} = 24,3809 \text{ MSPS}. \tag{4}$$

В этом случае количество точек БПФ $N=1950$.

Для обработки данных, за один цикл, в ЦСП, требуется уменьшить количество точек БПФ до 1024 спомощью операции децимации, которая выполняется непосредственно перед обработкой данных в ЦСП. При этом частота дискретизации с учётом разрешения по частоте:

$$f_{s \text{ DDC}} = f_{p \text{ min}} \cdot N = 12,5 \cdot 10^3 \cdot 1024 = 12,8 \text{ MSPS}, \tag{5}$$

а коэффициент B децимации составит:

$$B = \frac{f_s}{f_{s \text{ DDC}}} = \frac{24,3809 \cdot 10^6}{12,8 \cdot 10^6} = 1,9048. \tag{6}$$

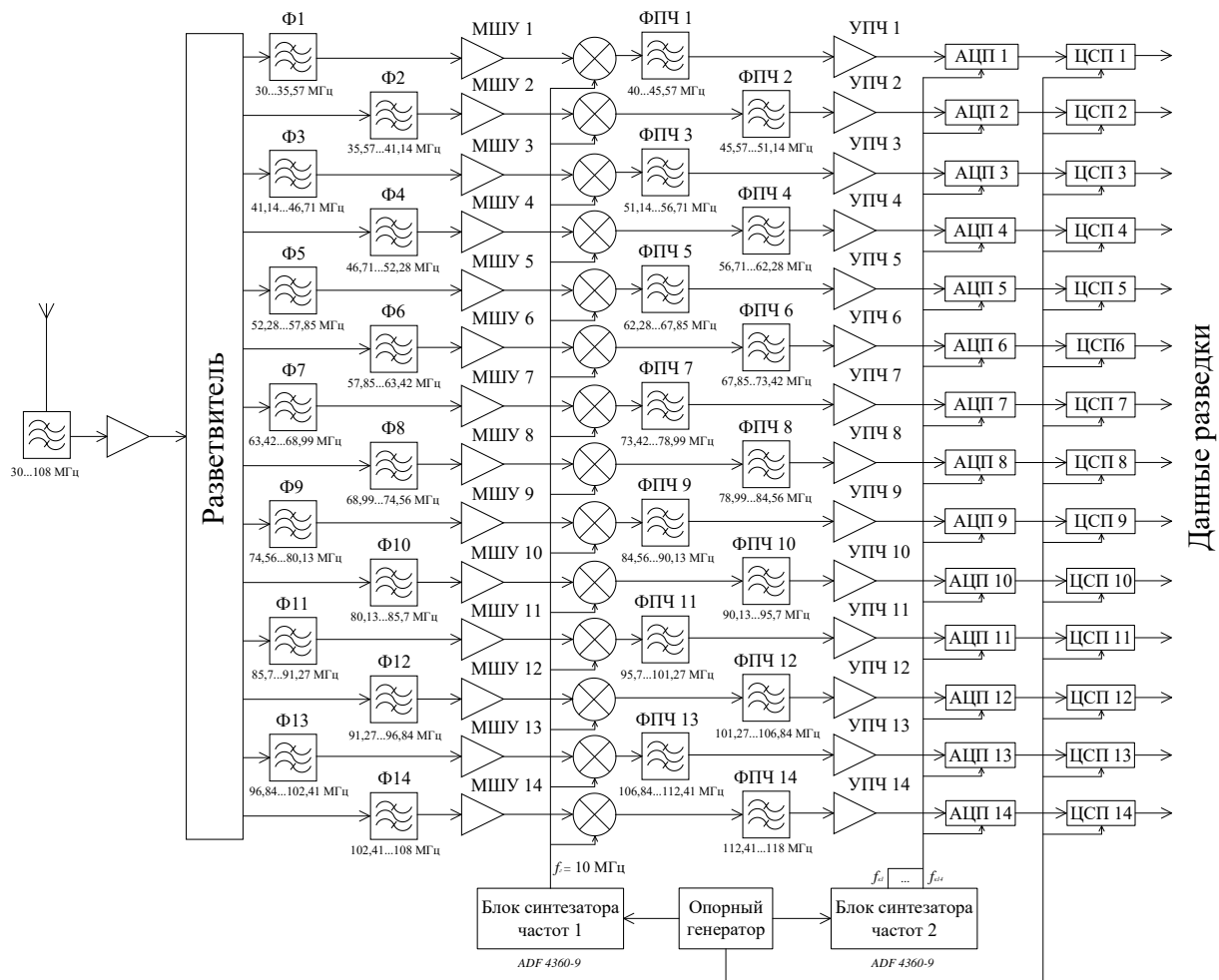


Рис. 1. Функциональная схема многоканального приёмника радиотехнической разведки

Расчёты для каждого из 14 каналов произведены аналогичным образом.

Результаты расчетов позволяют реализовать один из вариантов данного многоканального приёмника (см. функциональную схему рис. 1).

Обнаружение, обработку и анализ радиосигналов каждым из 14-ти каналов осуществляет свой ЦСП. Из доступных для приобретения моделей были выбраны ADSP-TS201S [1], 1967BH028 [2], NVCom-01 [3].

Оценка эффективности применения цифровых многоканальных приёмников РТР для обнаружения УКВ радиостанций с ППРЧ

Таблица 1. Технические характеристики ЦСП

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

Таблица 2. 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 (AnalogDevices)	400	166	40
Процессор 1967BH028 (Миландр)	384	160	38,4
Процессор NVCom-01(Элвис)	649	270	64,9

Список использованных источников

1. Цифровой сигнальный процессор ADSP-TS201S [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://analog.com/>.
2. Цифровой сигнальный процессор 1967BH028 [Электронный ресурс]: <https://media.professional.ru/processor/topics/original/2017/02/12/>. – Режим доступа: spec-1967vn028.pdf.
3. Цифровой сигнальный процессор NVCom-01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>.