

ПОСТРОЕНИЕ УСТРОЙСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТЫ СРЕДСТВА РАДИОМОНИТОРИНГА НА БАЗЕ МЕАНДР-ФИЛЬТРОВ С СУБДИСКРЕТИЗАЦИЕЙ СИГНАЛОВ

Глинка П.А.

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

Козлов С.В. – д.т.н., доцент

Приведен способ построения устройства на базе меандр-фильтров средств радиомониторинга с использованием эффекта субдискретизации, с учетом которого частотная характеристика в каждом канале обработки, образованном прореживанием цифрового сигнала на входе, периодически повторяется. Обоснована структура устройства определения частоты и требования к его параметрам.

К подсистемам определения частоты средств радиомониторинга предъявляются требования высокоточного определения центральной частоты и ширины спектра сигналов с априори неизвестными характеристиками в широкой полосе частот при минимальном времени измерения («мгновенное» измерение частоты) [1].

При субдискретизации спектр сигнала из второй и последующих зон Найквиста переносится (сжимается) в основную полосу частот, где может быть подвергнут частотной фильтрации [2]. Зоны Найквиста чередуются с частотой дискретизации, поэтому периодическое повторения частотной характеристики может быть использовано для построения меандр-фильтров подсистемы определения частоты средств радиомониторинга.

Устройство (рисунок 1) определения центральной частоты узкополосного сигнала в заданной полосе частот содержит энергетический обнаружитель сигнала, каналов обработки и декодер частоты. Каждый канал обработки включает устройство прореживания в раз, ФНЧ с нормированной частотой среза и энергетический обнаружитель, осуществляющий суммирование квадратов отсчетов сигнала и сравнение с порогом. Выходные сигналы обнаружителей представляют собой двоичный код полосы частот, в котором находится спектр узкополосного сигнала. По указанному коду в декодере определяется истинное значение центральной частоты спектра сигнала.

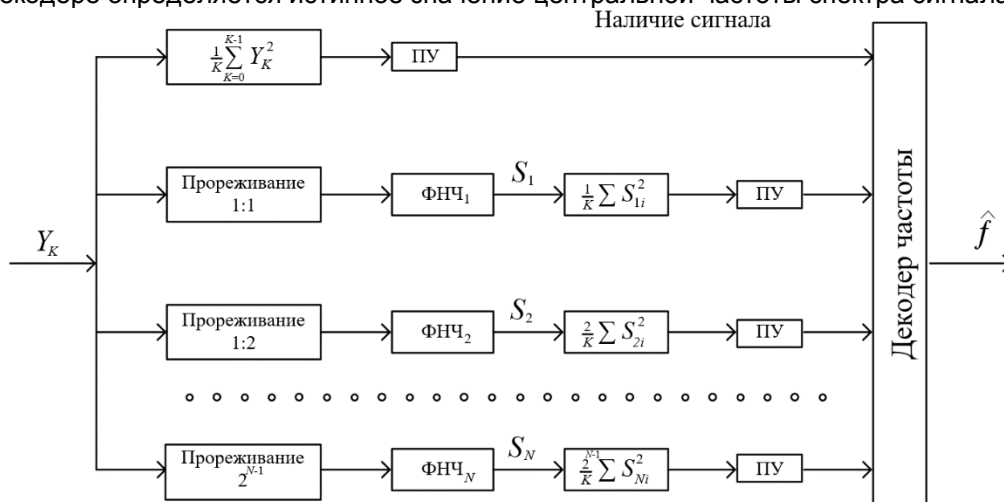


Рисунок 1. Устройство определения частоты на базе цифровых меандр-фильтров с субдискретизацией

Рациональное число каналов устройства оценивается из соотношения

$$N = \left\lceil \log_2 \frac{f_{\max}}{\Delta f_0} \right\rceil, \quad (1)$$

где $\lceil \bullet \rceil$ - целая сверху часть числа.

Так, например, при $F_d = 500$ МГц, $f_{\max} = F_d / 2 = 250$ МГц и $\Delta f_0 = 1$ МГц потребуется $N = 8$ каналов обработки. Зависимость формируемого кода q от истинного значения частоты f является нелинейной. Пример указанной зависимости для $N = 6$ приведен на рисунке 3.

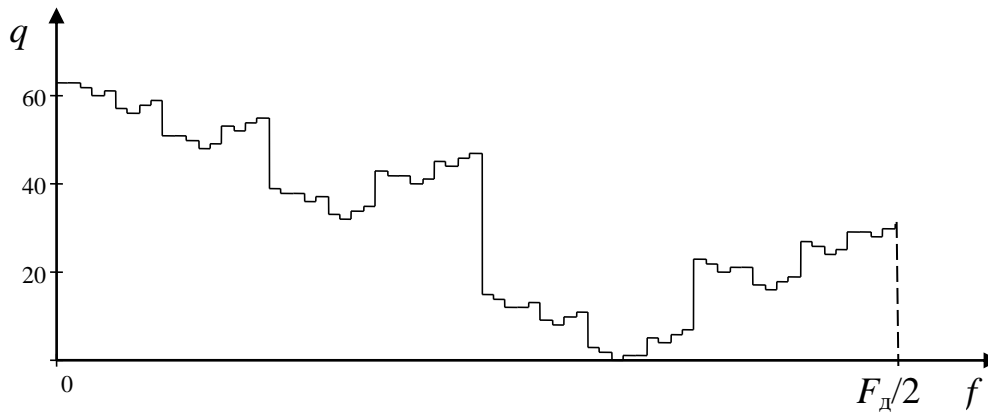


Рисунок 2. Зависимость формируемого кода от значения центральной частоты спектра

В качестве ФНЧ в каналах с учетом возможности попадания сигнала на стык амплитудно-частотных характеристик фильтра [5] целесообразно использовать фильтры с максимальным спадом АЧХ (Чебышева, Кауэра). Порядок фильтра определяется требованиями достижения заданной вероятности правильного определения центральной частоты с учетом вероятности попадания сигнала на стык частотных характеристик фильтров и ограничений по технической реализуемости.

Отметим, что введение в устройство второй ветви, структурно идентичной первой, но содержащей вместо ФНЧ фильтры высоких частот (ФВЧ), позволит на основе совместного анализа выходных сигналов обнаружителей в каждом канале определять факт наличия в принимаемой реализации более чем одного сигнала, а также, в некоторых случаях, грубо определять ширину спектра сигнала.

Приведённый способ и устройство определения центральной частоты на основе меандр-фильтров при субдискретизации сигналов являются простыми в реализации и могут быть использованы в подсистемах определения частоты средств радиомониторинга.

Список использованных источников

1. Глинка П.А. Способ построения меандр-фильтров подсистем определения частоты с использованием субдискретизации сигналов // Журнал РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» 2019.
2. Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Козьмин В.А. Радиомониторинг: задачи, методы и средства / под ред. А.М. Рембовского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. 492 с.
3. Проектирование систем цифровой и смешанной обработки сигналов / Под ред. Уолта Кестера. – М.: Техносфера. 2010. 328 с.