

Тези доповідей 48-ої наукової конференції молодих дослідників ОНПУ-магістрантів "Сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні мережі". // Одеса: ОНПУ, 2013, вип. 48.

УДК 621.396.62

ИЗМЕРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЦП ПРИЁМНЫХ УСТРОЙСТВ

Согомонян Г. С.

Научный руководитель – проф. каф. «Радиотехнических устройств», канд. техн. наук

Ямпольский Ю. С.

Одесский Национальный Политехнический Университет, УКРАИНА

АННОТАЦИЯ. В статье рассматриваются различные реализации определения параметров АЦП приёмных устройств, а также единые для них подходы к коррекции статических и динамических погрешностей.

В современной технике связи основное направление в построении радиоприемных устройств связано с использованием аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Применение методик, использующих при анализе сравнение уровней аналогового сигнала на входе и выходе приемника или отдельных его блоков, становится нереализуемым [1]. Критериями качества работы АЦП приёмного устройства, как и аналоговых радиоприемников, выступают параметры динамического диапазона по интермодуляционной составляющей 3-го порядка (ДД₃) и избирательности. Поэтому разработка методики определения этих параметров применительно к цифровым приёмным устройствам является актуальным.

Целью данной работы является определение основных параметров по электромагнитной совместимости (ЭМС) АЦП цифрового РПУ. Задачей работы является уточнение и доработка существующих методов оценки основных параметров ЭМС аналоговых устройств применительно к АЦП приёмных устройств.

Шумы вычислений и искажения, возникающие при цифровой обработке данных, будут вносить вклад в искажение вероятностных оценок параметров сигнала. Наиболее простым решением является выполнение измерений параметров АЦП приёмного устройства методами, принятыми для аналоговых узлов, при измерении параметров ЭМС [2, 3, 4]. Учет особенностей цифровых алгоритмов обработки в этом случае будет адекватен оценке параметров всего тракта приемника. Специфические измерения потребуются, если нужно получить подтверждение, что основной вклад в ухудшение параметров устройства связан с реализацией цифровой обработки сигналов.

В работе нами предложены следующие методики:

- а) определения динамического диапазона по интермодуляционной составляющей 3-го порядка приемника;
- б) определения уровня сигнала перегрузки;
- в) определение динамического диапазона по блокированию;
- г) исследования избирательности по соседнему каналу.

На каждом шаге операций сигнал подвергается, в общем случае, нелинейным операциям. Поэтому их оценка важна при определении общих параметров всего радиоприемного устройства.

При выполнении измерений было принято:

- а) рассматривать квадратурные составляющие как пару независимых сигналов на выходе приемника;
- б) при подаче тестовых сигналов задавать их частоты отличными от центральной частоты принимаемого канала;
- в) оценку уровня сигнала выполнять путем расчета значений СКЗ;
- г) дополнительно выполнить измерение уровня второй и третьей гармоник входного сигнала.

На рисунке 1 представлена структурная схема измерения ДДЗ (далее d_3) радиоприемника.

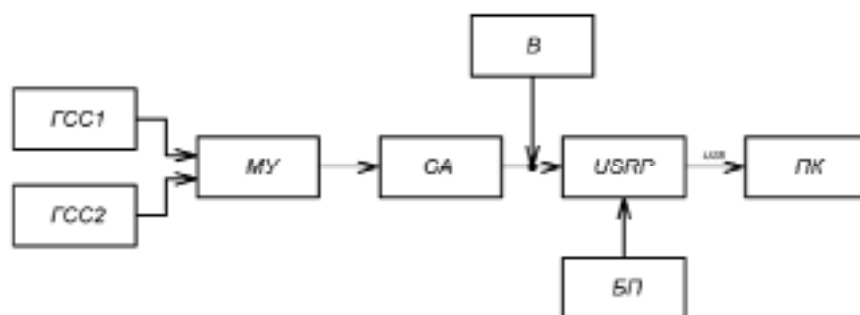


Рис. 1 – Структурная схема измерения ДДЗ устройства

Измерение d_3 осуществляется следующим образом. На первом этапе устанавливается уровень сигнала на входе, вызывающий перегрузку в аналоговых каскадах и АЦП. Необходимость определения уровня этого сигнала обусловлена тем, что в режиме

Тези доповідей 48-ої наукової конференції молодих дослідників ОНПУ-магістрантів "Сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні мережі". // Одеса: ОНПУ, 2013, вип. 48.

перегрузке в выходном сигнале приёмного устройства появляются дополнительные составляющие, которые не позволяют объективно оценивать ДД по ИМСЗ.

Метод испытаний основан на определении 1дБ точки компрессии (соответствует ГОСТ 29180-91) и дополнительно на анализе спектральных составляющих сигнала на выходе с АЦП.

Необходимость дополнительного анализа спектральных составляющих сигнала принятого с приёмника, связано с тем, что до поступления сигнала на вход АЦП, он поддается внутреннему преобразованию и фильтрации. Поэтому он не несет информации о перегрузке с требуемой точностью.

Таким образом, возникает необходимость анализа не только основной гармоник сигнала, но 2-й и 3-й гармоник. Структурная схема измерения сигнала перегрузки показана на рисунке 2.

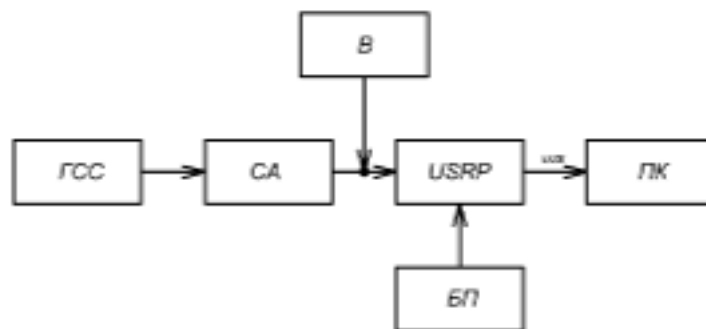


Рис. 2 – Структурная схема измерения сигнала перегрузки

Избирательность приемника характеризует его способность выделять полезный сигнал на фоне помехи. Фактически она определяется параметрами фильтрующих узлов и принятой структурой РПУ. Базовыми параметрами являются избирательность по соседнему и зеркальному/зеркальным каналам. Исследование избирательности по соседнему каналу основано на определении односигнальной избирательности с учетом того, что входной сигнал соответствует уровню минимально различимого сигнала (МРС) – уровень сигнала на входе приёмника, который создает на его выходе мощность на 3дБ выше уровня собственных шумов приёмного устройства.

На рисунку 3 представлений графік спектра на виході приймника.

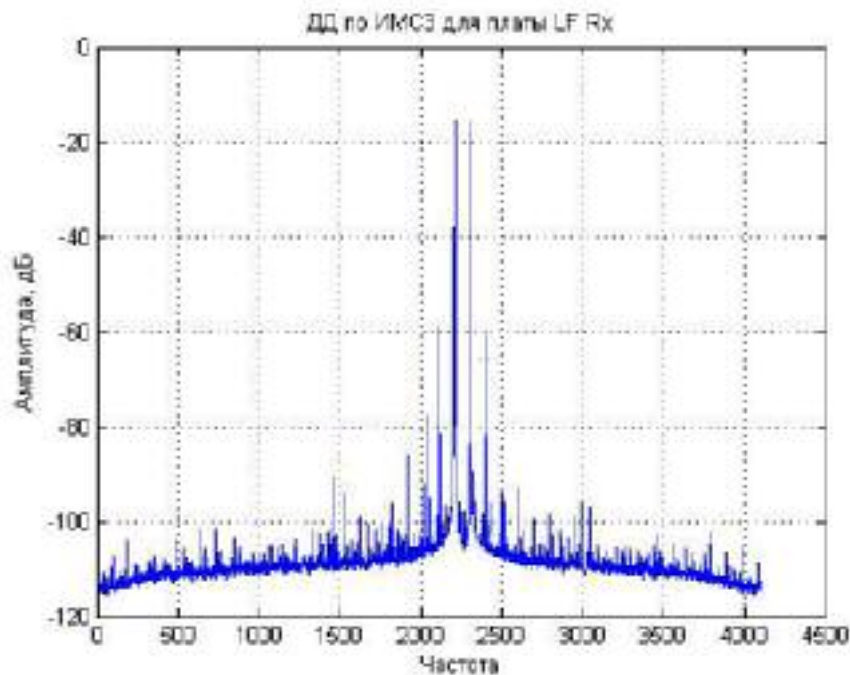


Рис. 3 – Графическая интерпретация параметра d_3

График спектра (см. Рис. 3) приведен без привязки к физической размерности, по оси абсцисс указаны порядковые номера положения гармоники в векторе результатов [5].

На основе разработанной методики было проведено испытание АЦП приёмного устройства. Так динамический диапазон в односигнальном режиме находится в интервале 75-76дБ, что согласуется с максимально достижимой величиной, ограниченной разрядной сеткой АЦП. Величина динамического диапазона по интермодуляционным искажениям третьего порядка на 30дБ меньше, чем измеренный динамический диапазон в односигнальном режиме. Это свидетельствует о значительных нелинейных искажениях в тракте приёмника. Исходя из полученных результатов измерений избирательности приёмника, следует, что интервалы, в которых сохраняется неравномерность представления спектра сигнала на уровне 1дБ и 3дБ, соответственно равны 40% и 60% относительно фактической полосы частот приема. На многосигнальную избирательность оказывает существенное влияние слабая фильтрация внеполосных сигналов из-за ограничений связанных с выбранной схемой преобразования спектра реализованной в приёмнике.

Тези доповідей 48-ої наукової конференції молодих дослідників ОНПУ-магістрантів "Сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні мережі". // Одеса: ОНПУ, 2013, вип. 48.

Таким образом, предложенные нами методы решения поставленной задачи позволяют реализовать единую процедуру оценки основных параметров ЭМС, а следовательно и качества аналого-цифровых преобразователей приёмных систем. Работоспособность метода показана на примере устройства USRP1.

Полученные результаты позволяют сделать выводы о том, что в устройстве ДД по ИМС3 ограничивается аналоговой входной частью.

Исходя из этого, можно сделать следующий вывод: для повышения ДД₃ необходимо использовать более высоколинейные радиочастотные усилители на входе устройства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ITU-R SM.331-4. Noise and sensitivity of receivers.
2. ITU-R SM.1837. Test procedure for measuring the 3rd order intercept point (IP3) level of radio monitoring receivers.
3. ITU-R SM.332-4. SELECTIVITY OF RECEIVERS.
4. James Tsui. Special design topics in digital wideband receivers.— Artech house, 2010, - 440 p.
5. Ред Э.Т. Справочное пособие по высокочастотной схемотехнике: Схемы, блоки, 50-омная техника: Перевод с немецкого. - М.: 1990. – 256 с.