

УДК УДК 621.396.62

АКТУАЛЬНОСТЬ БОРЬБЫ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ В РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВАХ

РОМАШ А. А., ПИЛЮШКО А. А.

Военная академия Республики Беларусь
(г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: andryusha.romash@mail.ru

Аннотация. В докладе рассмотрены вопросы борьбы с нелинейными явлениями в радиоприемных устройствах на основании обзора и анализа научно-технической литературы, посвященной данной области науки и техники.

Abstract. The report considers the issues of combating nonlinear phenomena in radio receivers based on a review and analysis of scientific and technical literature on this field of science and technology.

Введение

Исходя из анализа современной научно-технической литературы [1-7] можно сделать вывод, что, несмотря на достигнутые в современных радиоприемных устройствах (РПУ) успехи по обеспечению дальности и качества связи проблема борьбы с нелинейными явлениями в современных цифровых беспроводных системах передачи (радио, радиорелейных, тропосферных и спутниковых) не решена полностью.

На практике обеспечение большого динамического диапазона РПУ с малыми нелинейными искажениями (явлениями) представляет собой сложную научно-техническую задачу, часто связанную с большими аппаратными и экономическими издержками, соответственно построить высоколинейный усилительный ВЧ-тракт не всегда удается. В основном эта задача решается эмпирическим путем и строгого научного ее решения нет.

Основная часть

На вход радиоприемных устройств одновременно воздействует несколько сигналов (полезные с одной или несколькими несущими частотами и мешающие (помехи)). Как правило, тракт приема в отношении полезного сигнала обладает высокой линейностью. Однако в отношении мощных (обычно модулированных) помех, например, от соседних радиостанций, тракт приема оказывается нелинейным [1].

К мешающим сигналам относятся внешние помехи [2], такие как:

- атмосферные (обусловлены электрическими разрядами в атмосфере);
- промышленные либо индустриальные (возникают при работе различных электроустановок: электродвигатели, электросварочные аппараты и т.д.);
- излучение сторонних станций (всевозможное излучение от сторонних радиопередающих устройств);
- космические (излучения солнца, звезд, комет и т.д.);
- внутренние (внутренние шумы пассивных и активных элементов, фон от источника питания).

В результате влияния на входе РПУ мешающих сигналов (помех) на полезный (одночастотный, двухчастотный и т.д.), возникают различные вредные эффекты, которые снижают качество приема и уменьшают дальность связи.

В частности, возможно возникновение таких нелинейных явлений как [3,4]:

- перекрестные искажения;
- взаимная модуляция (интермодуляционные искажения);
- блокирование;
- комбинационный свист;
- амплитудно-фазовая конверсия.

В общем случае бороться необходимо со всеми нелинейными явлениями, однако в докладе авторы предлагают рассмотреть наиболее опасные из них:

- блокирование;
- перекрестная модуляция;
- взаимная модуляция (интермодуляционные искажения).

В настоящее время известны различные способы борьбы с нелинейными явлениями, позволяющие в той или иной степени осуществлять их подавление, а именно [5,6]:

- увеличение избирательности преселектора для большего подавления помехи (прежде всего во входном устройстве). Для этого во входном устройстве применяют 2-х контурные или многоконтурные фильтры;
- обеспечение минимально необходимого усиления во всех элементах преселектора. Это необходимо для того, чтобы не перегрузить смеситель большим уровнем входного сигнала. Если полезный сигнал на входе приемника значительно превышает уровень чувствительности, то можно уменьшить до номинальной величины, одновременно уменьшив амплитуду помехи;
- иногда перед входным устройством включают предварительный фильтр для подавления излучения близко расположенных радиопередатчиков;
- повышение линейности преселектора, а также уменьшение (или ограничение) его полосы пропускания;
- обеспечение минимально необходимого усиления тракта промежуточной частоты и тракта основной промежуточной частоты.

Все перечисленные способы борьбы не позволяют в полной мере подавить нелинейные явления, поэтому актуальной является задача разработки новых либо совершенствования существующих способов.

Заключение

Для повышения помехоустойчивости РПУ в докладе предлагается совместно с существующими способами борьбы с нелинейными явлениями применять «ограничитель-корректор». При этом ограничитель предназначен для ограничения характеристики преобразования по амплитуде (подавления нелинейных явлений), а корректор для линеаризации (коррекции) характеристики преобразования в рамках ограниченного участка. Такое устройство может быть включено в состав преселектора:

- последовательно с элементами преселектора;
- параллельно одному или нескольким (при их наличии) элементам преселектора;
- в цепь обратной связи (при ее наличии) одного или нескольких (при их наличии) элементов преселектора;
- комбинированные методы.

Каждый из приведенных вариантов обладает своими достоинствами и недостатками, которые рассмотрены в докладе. Также в докладе представлена математическая и имитационная модель предложенного «ограничителя-корректора», которая позволяет задавать пределы ограничения и степень коррекции характеристики преобразования.

Список использованных источников

1. Кириллов В. И. Гармонический анализ нелинейных устройств и трактов передачи сигналов в инфокоммуникациях: учеб.-метод. пособие / В. И. Кириллов, А. А. Пилушко. – Минск : БГУИР, 2015. – 100 с.: ил.
2. Курочкин А. Е. Конспект лекций по курсу «Радиоприемные устройства» для студентов специальностей: Радиотехника 39 01 01, Радиотехнические системы 39 01 02. – Минск, 2006.
3. Румянцев К. Е. Прием и обработка сигналов: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений -М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 528 с. (С. 337-344).
4. Колосовский Е. А. Устройства приема и обработки сигналов. Учебное пособие для вузов. – М: Горячая линия – Телеком, 2007. – 456с.: ил.
5. Малевич И. Ю. Конспект лекций по курсу «Методы и устройства приема и обработки сигналов» для студентов специальности I-39 01 03 «Радиоинформатика». – Минск, 2007.
6. Слюсарь Н. М. Конспект лекций по учебной дисциплине «Радиоприемные устройства». – Минск, 2020.
7. Забеньков И. И. Теория и расчет нелинейных инерционных трактов передачи радиосигналов. – Мн.: БГУИР, 1998.