

ЛИНЕАРИЗАЦИЯ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ В СЕТЯХ 5G

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

Мишук И.А.

Козел В.М. – к.т.н., доцент

В работе рассматриваются теоретические основы метода цифровых предискажений, позволяющего увеличивать линейность усилителей мощности. Рассматривается применение данного метода для использования в сетях пятого поколения.

На текущий момент сети пятого поколения 5G только разрабатываются, хотя основы для его развития уже заложены. Однако внедрение этих сетей в современных реалиях затруднено. Помимо нераспространённости устройств, работающих с данной технологией, заметной проблемой реализации является неэффективность усилителей мощности, количество которых в структурных элементах сетей 5G, за счёт использования технологии массивного MIMO, увеличилось в десятки и, в некоторых реализациях, в сотни раз. Так, например, в сетях предыдущего поколения, использовалось 2-3 антенны в каждом элементе сети, тогда как в 5G используются антенные решётки с 128, 256 и более антенн в каждой.

Строгие требования к линейности усилителей мощности (power amplifiers, PA) как были важны для прошлых стандартов, так и продолжают оставаться критически важной характеристикой каждого будущего передатчика 5G. Отсутствие должного внимания к характеристикам усилителей мощности при разработке новых продуктов для работы в высоколинейных регионах приведет к тому, что решения окажутся попросту неконкурентоспособными, особенно когда речь идет о более высоких частотах и широкополосных каналах связи, которые прямо ассоциируются с 5G. По этой причине для повышения эффективности передатчика и одновременного ограничения искажения сигнала и нивелирования межканальных помех обычно применяются методы цифрового предискажения (digital predistortion, DPD).

Суть данного метода – намеренное программное искажение сигнала перед обработкой энергоэффективным усилителем мощности с целью компенсировать искажения усилителя мощности. На рис. 1 изображена блок-схема адаптивной системы, реализующей линейаризацию усилителя мощности с помощью предискажения цифрового сигнала.

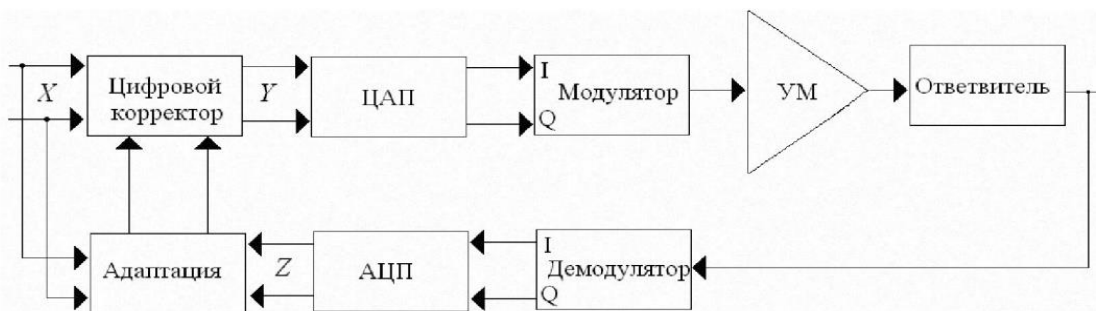


Рис. 1 – Блок-схема системы с адаптивным предискажением.

Адаптивная линейаризация цифровыми методами требует построения нелинейной модели усилителя. Эта модель должна адаптироваться к изменениям характеристик усилителя, включая температурные изменения, изменение напряжения источника питания, старение транзисторов, а также к изменению свойств входного сигнала (количества пользователей, обслуживаемых каналом). На основе этой нелинейной модели усилителя строится корректирующая таблица LUT, значения которой записываются в ячейки памяти ПЛИС цифрового корректора. Таблица является двумерной, так как необходимо корректировать синфазную и квадратурную составляющие сигнала. Блок адаптации использует квадратуры исходного и усиленного сигналов, корректирует значения LUT и периодически перезаписывает их в память. Поэтому весь метод цифровых предискажений можно разбить на несколько этапов: измерение амплитудно-амплитудной (ААХ) и фазо-амплитудной (ФАХ) характеристик усилителя мощности, вычисление значений корректирующей таблицы, выбор метода адаптации.

Алгоритм предискажения позволяет существенно снизить – но не полностью убрать – основные искажения сигнала от работы усилителя мощности.

Список использованных источников:

1. Веб-ресурс – [<https://networkguru.ru/5g-new-radio-nr/>].
2. Кожемякин И.И., Семушин И.В. Линеаризация с предискажением для исправления дефектов работы радиочастотного усилителя мощности в сетях 5G с массивным MIMO // Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. УлГУ. Электрон. журн. 2018, № 2, с. 28-34.
3. Л. И. Аверина, А. М. Бобрешов, В. Д. Шутов Адаптивный цифровой метод уменьшения внеполосного излучения усилителей мощности // Вестник ВГУ, серия: Системный анализ и информационные технологии, 2013, № 1