

## Алгоритм предсказаний для работы с внешним усилителем мощности

В начале февраля 2013 нами публиковалась информация о разработке алгоритма предсказаний сигнала передачи трансивера ZS-1. Таким образом, ZS-1 является вторым, после ADT-200a, а на момент написания данной заметки и единственным серийно выпускаемым трансивером с встроенным алгоритмом предсказаний.

Результаты, которых нам удалось достичь, можно найти в ранее опубликованных материалах. Сейчас же речь пойдет о внешних усилителях мощности.

Как известно, выходная мощность трансивера ZS-1 – 15 Вт, что вполне достаточно для любителей QRP. Но зачастую с трансивером используется внешний усилитель мощности для получения 100 Вт, или даже 1 кВт и более. К сожалению далеко не каждый радиолубитель заботится о качестве своего сигнала. Для многих первоочередной параметр – это выходная мощность, а насколько чистым является сигнал – не так и важно.

В результате, в эфире не редко можно видеть сигналы не очень похожие на сигналы с ОБП.

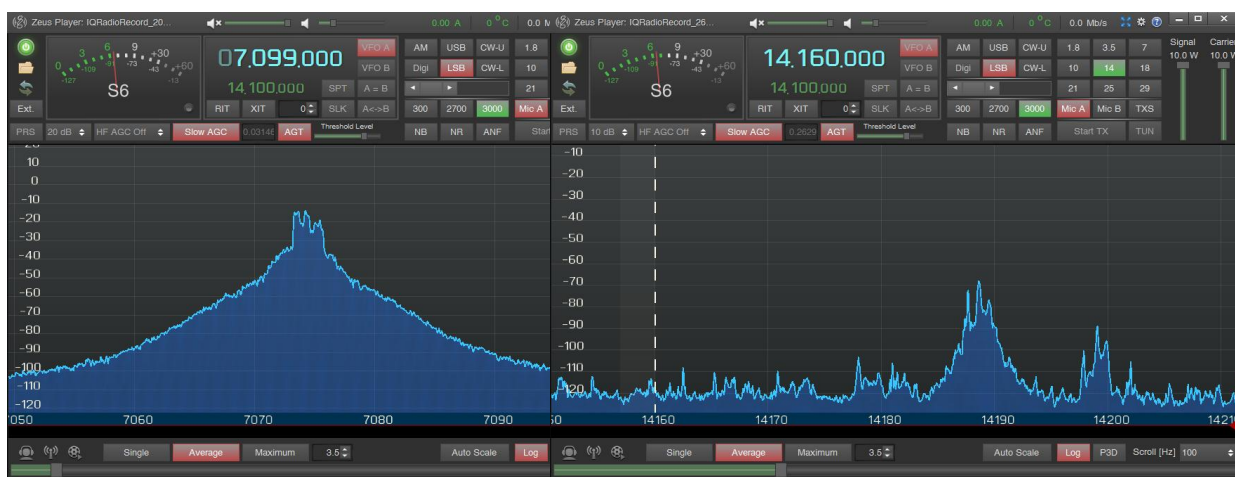


Рисунок 1: Слева - одна из станций, работавшая на Валдайском слете летом 2013; справа – сигнал одного из участников CQWW в октябре 2013.

В то же время легко выделить радиолубителей, обладающих качественным оборудованием, грамотным подходом к построению своей станции и заботой о соседях, коллегах по хобби.

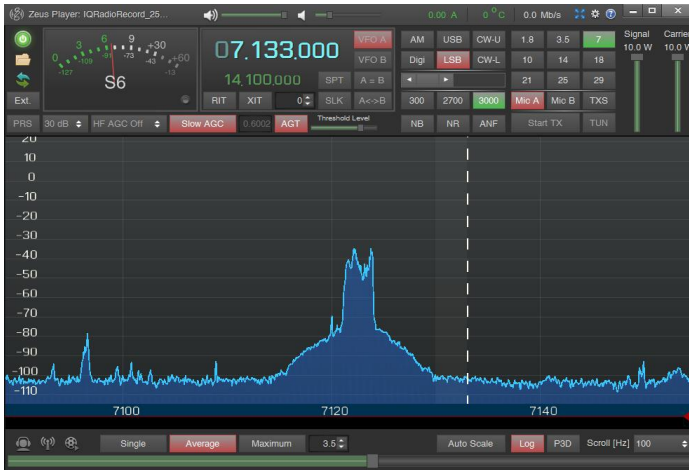


Рисунок 2: Сигнал одного из наших соседей, выходная мощность около 800 Вт.

Очевидно, что недостаточно иметь трансивер с хорошей линейностью передатчика. Необходимо иметь также высоколинейный усилитель мощности. При изготовлении своими руками – это непростая задача, а серийные образцы обычно имеют параметр IMD около -30 дБ при полной выходной мощности.

В связи с этим мы модифицировали наш алгоритм предсказаний для коррекции внешних усилителей мощности, используемых с ZS-1. Этот алгоритм позволит существенно снизить уровень интермодуляционных составляющих на выходе станции, или, например, сохранить их на приемлемом уровне при использовании усилителя с более высоким КПД.

Мы провели измерения с достаточно широко распространенными моделями усилителей мощности: HLA-300 и ACOM-1000.



Рисунок 3: Сверху вниз: ZS-1, MFJ-993B, ACOM-1000, HLA-300.

Измерения проводились при разносе между тонами 500 Гц, выходная мощность трансивера ZS-1 была установлена 15 Вт. Для отображения спектра излучаемого сигнала использовался второй трансивер ZS-1 в режиме приема, с его помощью в процессе измерений были сделаны IQ записи. Приведенные ниже скриншоты, получены при воспроизведении записей в программе IQ Player.



Рисунок 4: HLA-300, с выключенным (слева) и включенным (справа) алгоритмом предсказаний.

На выходе HLA-300 мощность составила около 200 Вт. При включении алгоритма предсказаний уровень интермодуляционных составляющих 3-го порядка уменьшился на 37 дБ, 5-го – на 9 дБ, а 7-го – вырос на 5 дБ.



Рисунок 5: ACOM-1000, с выключенным (слева) и включенным (справа) алгоритмом предсказаний.

На выходе ACOM-1000 мощность составила около 340 Вт. При включении алгоритма предсказаний уровень интермодуляционных составляющих 3-го порядка уменьшился на 25 дБ, 5-го – на 3 дБ, а 7-го – вырос на 6 дБ.

Стоит отметить, что подбирая параметры алгоритма предсказаний можно добиваться как минимума, например, продуктов 3-порядка, как это делали

мы при проведении испытаний, так и равенства уровней продуктов разных порядков.

По рисункам 4 и 5 можно заметить, что уровень основных тонов при включении предуслаживаний немного уменьшается. К сожалению это плата за более чистый в результате сигнал. Так для HLA-300 это уменьшение составило 0,9 дБ, для АСОМ-1000 – 1,1 дБ. То есть вместо 200 Вт, в случае HLA-300, мы получали на выходе 160 Вт, и 270 Вт вместо 340 Вт в случае АСОМ-1000.

Конечно же мы попробовали включить оба усилителя последовательно: ZS-1 → HLA-300 → АСОМ-1000. Но для того чтобы на выходе получить 1 кВт пришлось выходную мощность ZS-1 понижать до 1-2 Вт. Было видно, что алгоритм работает, но после определенного момента (регулировки параметров) сильно падала выходная мощность. Этот нюанс мы исправим и внедрим алгоритм в будущих версиях нашего ПО.

В качестве подведения итогов можно сказать, что алгоритм показал себя вполне успешно и обеспечивает улучшение качества сигнала независимо от количества каскадов усиления и типа усилительного элемента (транзистор или лампа).

К недостаткам его можно отнести необходимость ручной настройки параметров в каждом диапазоне частот используя вынесенный анализатор спектра (у нас использовался второй ZS-1). Но, в то же время, нет необходимости отвлекать часть выходной мощности и подавать ее обратно в трансивер. И несмотря на отсутствие такой обратной связи и автоматической коррекции параметров алгоритма, имеющиеся у нас данные о работе в длительном режиме (нагрев усилителя, изменение КСВ нагрузки) позволяют нам рассчитывать на улучшение продуктов интермодуляции 3-го порядка на 10-15 дБ.



Коллектив ZS-1

9.12.2013