



# ЦИФРОВЫЕ КОРРЕКТОРЫ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ЛИНЕАРИЗАЦИИ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ

## 1 Проблематика

Взаимодействие сигналов в нелинейных элементах, в первую очередь, усилителях мощности (УМ), приводит к возникновению искажений, единственным способом борьбы с которыми является обеспечение линейности применяемых усилителей.

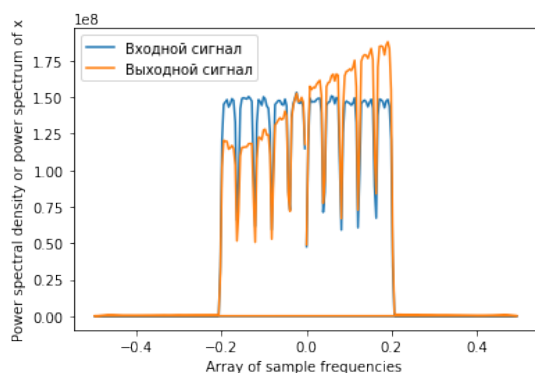


Fig. 1 Входной (син.) и искаженный сигналы.

Также обеспечение высокой энергетической эффективности является крайне важным требованием, предъявляемым к усилителю мощности. Главная проблема состоит в том, что высокая энергоэффективность усилителя достигается лишь в нелинейных режимах его работы, что приводит к высоким уровням нелинейных искажений сигнала. Одним из наиболее эффективных методов линейаризации искажений является метод цифровых предсказаний. Метод предсказаний предполагает включение на входе усилителя мощности дополнительного устройства (корректора), осуществляющего предварительное искажение входного сигнала с целью уменьшения нелинейных искажений на выходе усилителя. При этом для построения цифровых корректоров широко используются бесструктурные модели.

## 2 Постановка задачи

Анализ показал, что для управления амплитудной характеристикой УМ может служить система,

использующая принцип адаптивного обратного моделирования объекта типа «чёрный ящик». Смысл этого вида моделирования состоит в том, что обратная модель некоторого объекта с неизвестными структурой и параметрами является наилучшим приближением дискретной передаточной функции, обратной передаточной функции объекта. Структурная схема системы обратного адаптивного моделирования показана на рисунке [рис. 2].

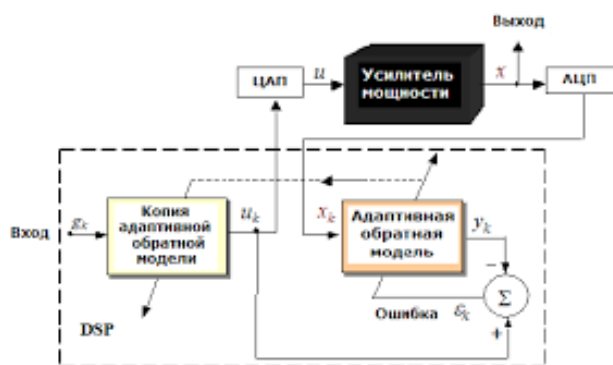


Fig. 2 Структурная схема адаптивного устройства линейаризации амплитудной характеристики усилителя мощности

В данный момент успешно применяется цифровой корректор на основе ряда Вольтерра [рис. 3].

Однако, было доказано, что применение нейронных сетей более эффективно для некоторых видов сигналов, но не было исследовано применение к данной задаче нейронных сетей различных конфигураций.

$$\begin{aligned}
y_{sv}(n) = & \sum_{\substack{k=1 \\ k-\text{odd}}}^{K_a} \sum_{m=0}^{M_a} a_{km} x(n-m) |x(n-m)|^{k-1} \\
& + \sum_{\substack{k=3 \\ k-\text{odd}}}^{K_b} \sum_{m=0}^{M_b} \sum_{l=1}^{L_b} b_{kml} x(n-m) |x(n-m-l)|^{k-1} \\
& + \sum_{\substack{k=3 \\ k-\text{odd}}}^{K_c} \sum_{m=0}^{M_c} \sum_{l=1}^{L_c} c_{kml} x(n-m) |x(n-m+l)|^{k-1} \\
& + \sum_{\substack{k=3 \\ k-\text{odd}}}^{K_d} \sum_{m=0}^{M_d} \sum_{l=1}^{L_d} d_{kml} x^*(n-m) x^2(n-m-l) |x(n-m-l)|^{k-3} \\
& + \sum_{\substack{k=3 \\ k-\text{odd}}}^{K_e} \sum_{m=0}^{M_e} \sum_{l=1}^{L_e} e_{kml} x^*(n-m) x^2(n-m+l) |x(n-m+l)|^{k-3}
\end{aligned}$$

Fig. 3  $x(n)$ ,  $y(n)$  — комплексные отсчеты сигнала на входе и выходе корректора соответственно,  $h_{pm}$ ,  $a_{pmq}$ ,  $b_{pmq}$  — комплексные коэффициенты модели

Таким образом перед нами стоит три задачи:

- 2.1 Моделирование многослойной нейросети с заданной структурой.
- 2.2 Моделирование и оптимизация LSTM модели для статического сигнала.
- 2.3 Моделирование и оптимизация LSTM модели для динамических сигналов.

### 3 Набор в команду

Требуется специалист по анализу данных со следующими качествами:

Необходимо:

- 3.1 Знание библиотек машинного обучения python (numpy, scipy, tensorflow/theano)
- 3.2 Опыт разработки RNN, в частности, LSTM

Желательно:

- 3.3 Научные публикации по теме применения RNN для решения реальных задач