

Задание 3. Построение поведенческой модели усилителя мощности.

В этом задании необходимо научиться использовать методы машинного обучения для построения поведенческих моделей усилителя мощности. Усилитель мощности преобразует входной сигнал, увеличивая его амплитуду. Кроме того, усилитель мощности изменяет спектр сигнала, приводя к нежелательным помехам, которые возникают вне основного диапазона частот выходного сигнала. Это означает, что усилитель мощности нелинейно влияет на сигнал, т.е. модель усилителя мощности также должна быть нелинейной. Усилитель мощности также может обладать памятью, т.е. выходной сигнал в текущий момент времени может зависеть от входного сигнала в некоторые моменты в прошлом, от истории сигнала. Все это нужно учитывать при построении модели усилителя мощности.

Входные данные:

- Файл “Amp_C_train.txt”, в формате .csv, который содержит следующие данные:
 - Time – временные отсчеты, в секундах.
 - Input – комплексный сигнал, подаваемый на вход усилителя.
 - Output – комплексный сигнал на выходе из усилителя.

Задача: построить поведенческую модель усилителя, т.е. такую функцию F , которая по входному сигналу x_{out} предсказывает выходной сигнал x_{out} :

$$x_{out} = F(x_{in})$$

Требования:

1. Ошибка поведенческой модели усилителя не должна превышать 10^{-5} . В качестве функции ошибки принимается RMSE (root mean squared error).
2. Результат задачи должен быть представлен модулем на языке Python, в котором реализована функция F :

```
def F(x_in):
```

```
...
```

где x_{in} – входной сигнал. Функция F должна возвращать выходной сигнал x_{out} .

Критерии приемки:

1. Задание будет приниматься на тестовой выборке, которая не входит в высланные данные.
2. Решение должно быть самодостаточным, т.е. оно должно включать (i) файл с программным модулем и (ii) файл requirements.txt со всеми необходимыми зависимостями.
3. Для проверки модели будет запускаться функция F на тестовой выборке. Ошибка будет рассчитываться как RMSE (root mean squared error).

Подсказки:

1. С поведенческими моделями для усилителя мощности можно познакомиться в этих источниках:
[1, основной источник + ссылки на литературу] *Ghannouchi, F. M., Hammi, O., & Helaoui, M. (2015). Behavioral modeling and predistortion of wideband wireless transmitters. John Wiley & Sons.*
[2, обзорная статья, без деталей] *Ghannouchi, F. M., & Hammi, O. (2009). Behavioral modeling and predistortion. IEEE Microwave magazine, 10(7), 52-64.*
2. Полезные библиотеки:
 - i. Чтение данных, работа с данными: Pandas
 - ii. Визуализация: seaborn
 - iii. Машинное обучение: scikit-learn, PyTorch, TensorFlow
3. Я предлагаю попробовать построить следующие модели :
 - i. Полиномиальные модели с памятью (Memory polynomial models, Глава 5 в книге [1]).
 - ii. Нейронные сети типа RVFTDNN, RVRNN и др. (Глава 7 в книге [1]).