

Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)

Факультет информационных технологий и прикладной  
математики

Кафедра вычислительной математики и программирования

Лабораторная работа №8 по курсу «Нейроинформатика»

Студент: К. О. Вахрамян  
Преподаватель: Н. П. Аносова  
Группа: М8О-406Б  
Дата:  
Оценка:  
Подпись:

Москва, 2021

## Лабораторная работа №8

**Задача:** Целью работы является исследование свойств некоторых динамических нейронных сетей, алгоритмов обучения, а также применение сетей в задачах аппроксимации функций и распознавания динамических образов.

### Основные этапы работы:

- Использовать сеть прямого распространения с запаздыванием для предсказания значений временного ряда и выполнения многошагового прогноза.
- Использовать сеть прямого распространения с распределенным запаздыванием для распознавания динамических образов.
- Использовать нелинейную авторегрессионную сеть с внешними входами для аппроксимации траектории динамической системы и выполнения многошагового прогноза.

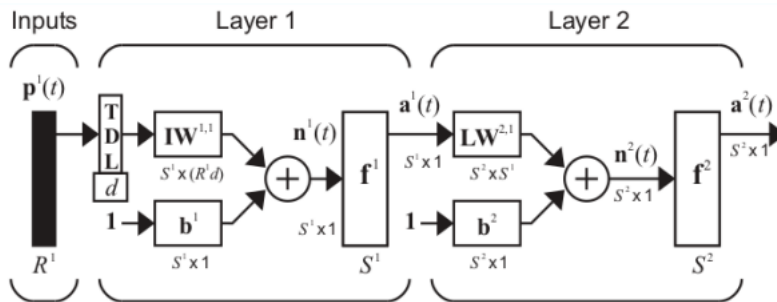
### Вариант :2

2.	$10/1860$
2.	$u(k) = \sin(-2k^2 + 7k)$

# 1 Описание

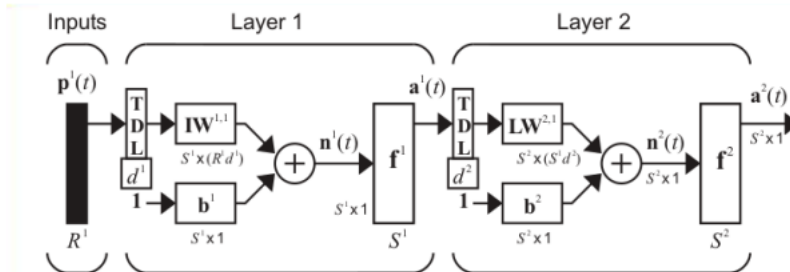
## Сеть прямого распространения с запаздыванием(FTDNN):

Сеть прямого распространения с запаздыванием(FTDNN) схожа с адаптивным фильтромом, различием является наличие двух полносвязных слоев вместо 1 в адаптивном фильтраторе, что делает ее более гибкой. Такая сеть позволяет справляться с задачами динамических процессов, например, распознавание аудио и видео потока.



## Сеть прямого распространения с распределенным запаздыванием(TDNN):

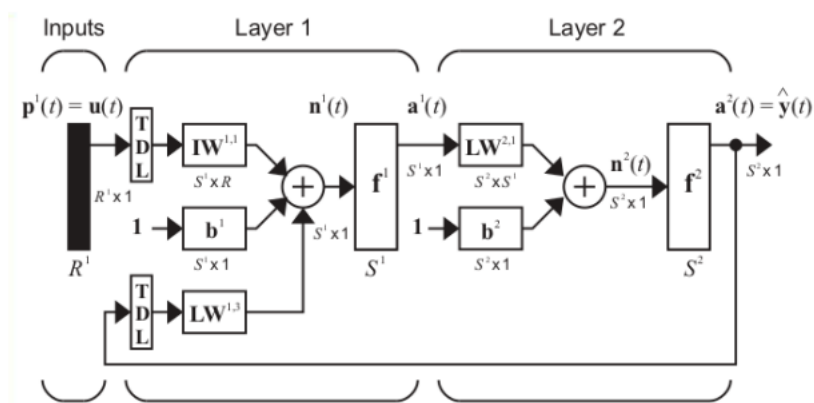
Сеть прямого распространения с распределенным запаздыванием(TDNN) в отличие от FTDNN имеет TDL блок не только перед первым слоем, но и перед вторым. Хорошо применима в задачах классификации временного паттерна, особенно, распознавание речи.



## Нелинейная авторегрессионная сеть с внешними входами (NARX):

Нелинейная авторегрессионная сеть с внешними входами (NARX) отличается от FTDNN тем, что выход первого слоя формируется не только из умножения матрицы весов на входные значения, но и умножения другой матрицы весов на выход TDL блока, сформированного из предыдущих выходов нейронной сети.

Такая структура позволяет адаптироваться не только за счет известных значения, но и предсказанных сетью ранее, что позволяет ей управлять динамическими системами, где требуется адаптация.

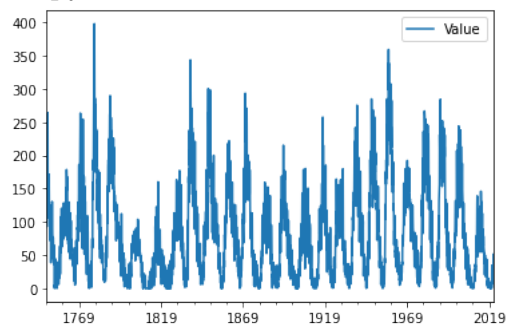


## 2 Ход работы

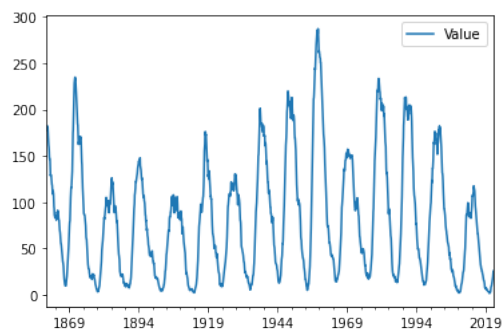
### Задание 1:

Использовать сеть прямого распространения с запаздыванием для предсказания значений временного ряда и выполнения многошагового прогноза.

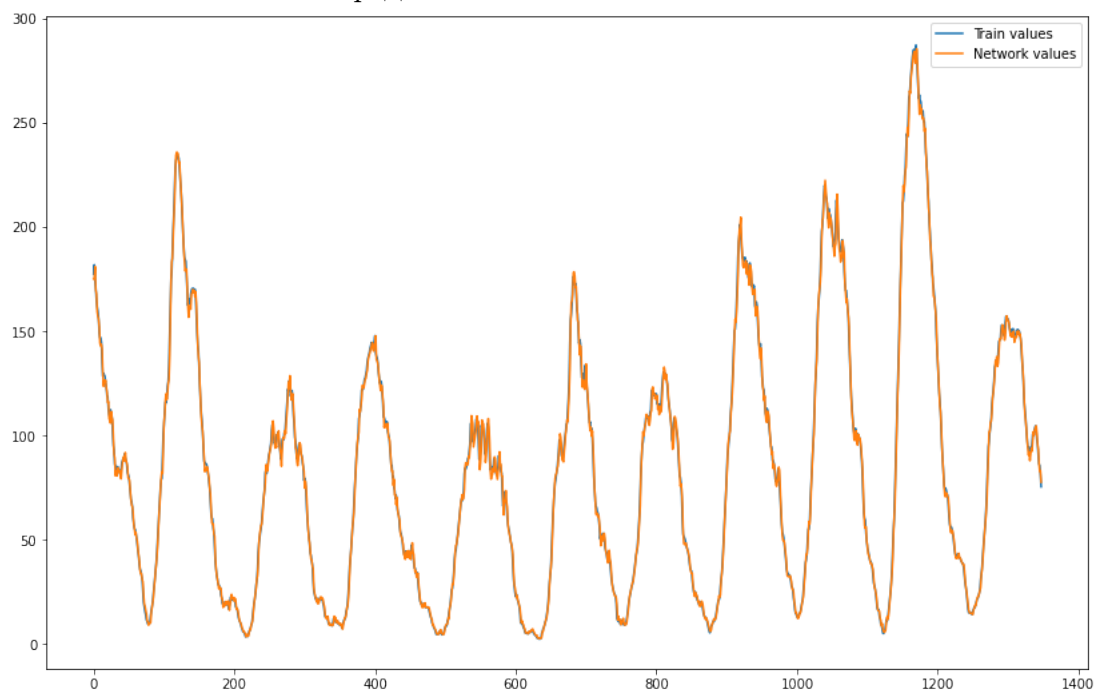
Загружаем данные:



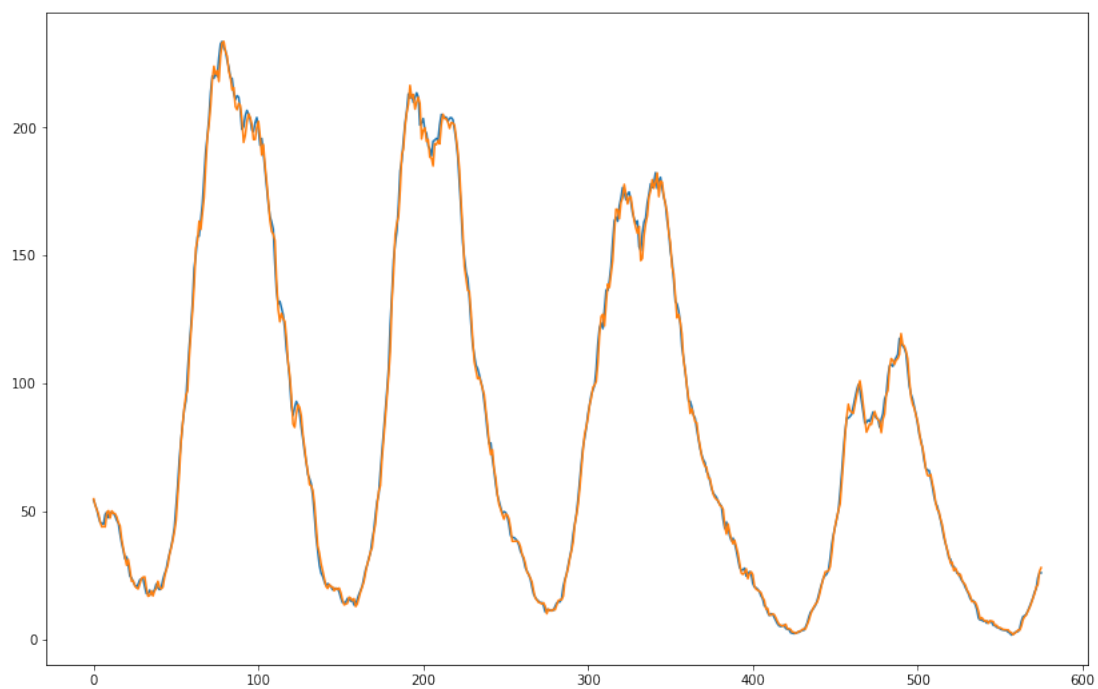
Выполняем сглаживание траектории с помощью усредняющего фильтра с шириной окна 12.



Создаем сеть с задержкой  $D = 5$  и обучаем её.  
Эталонные значения и предсказанные сетью:



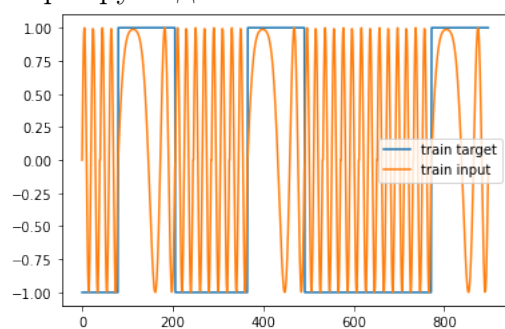
Выполняем многошаговый прогноз:



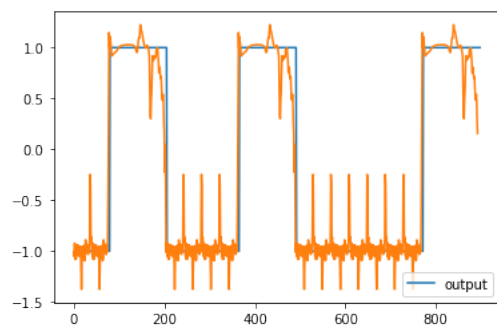
## Задание 2:

Использовать сеть прямого распространения с распределенным запаздыванием для распознавания динамических образов.

Формируем два сигнала:

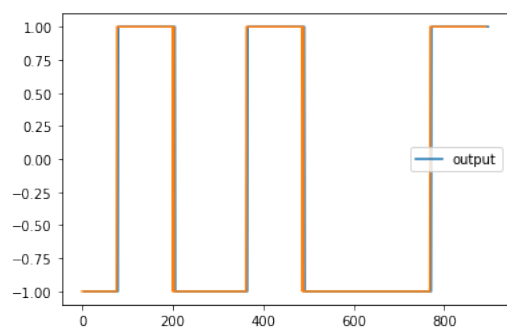


Создадим и обучим сеть с задержкой  $D=5$ :



Преобразуем значения по правилу:

$$\begin{cases} 1, & a_{ij} \geq 0; \\ -1, & a_{ij} < 0; \end{cases}$$



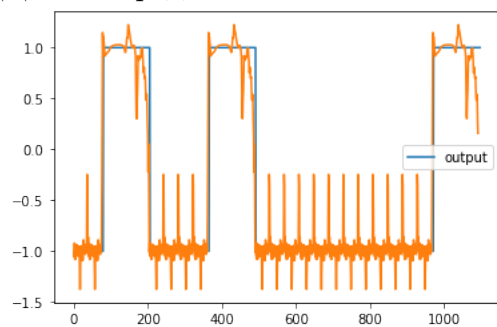
Количество точек : 898

Количество правильно классифицированных точек : output 885

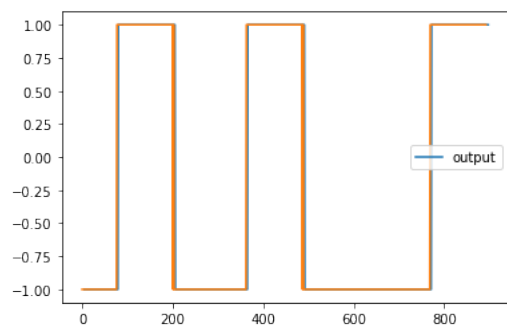
Accuracy: output 0.985523

Формируем новое обучающее множество:

Делаем предсказание:



Преобразуем значения:



Количество точек : 1098

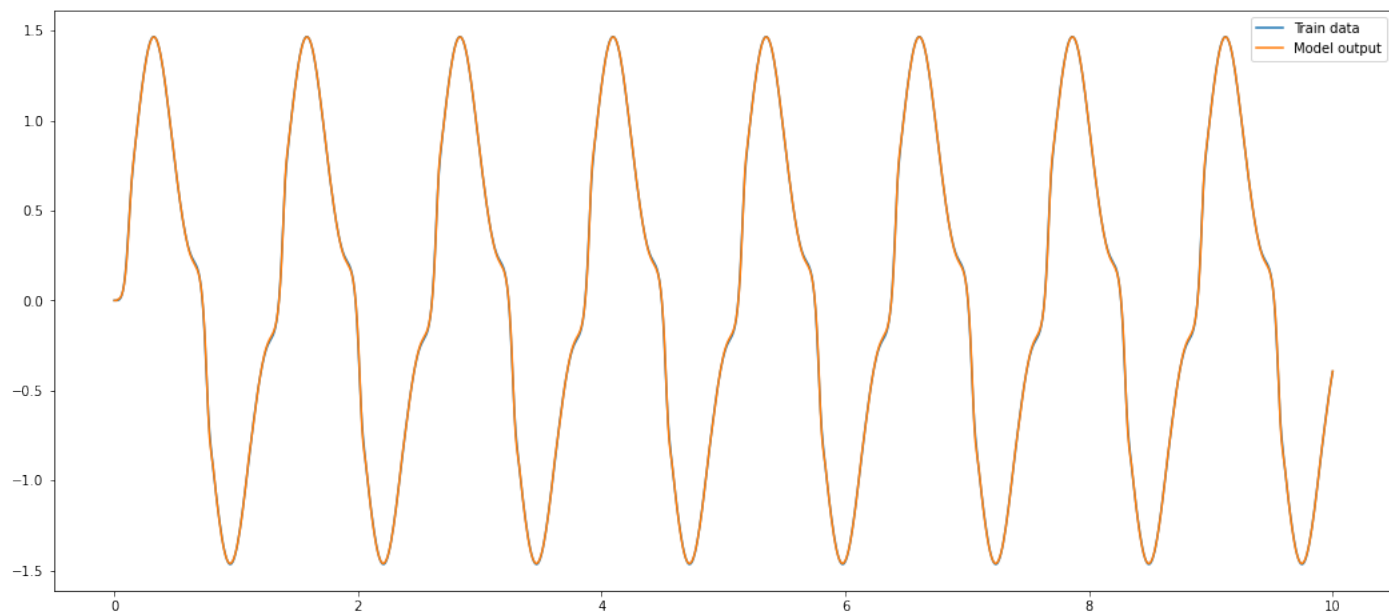
Количество правильно классифицированных точек : output 1085

Accuracy: output 0.98816

### Задание 3:

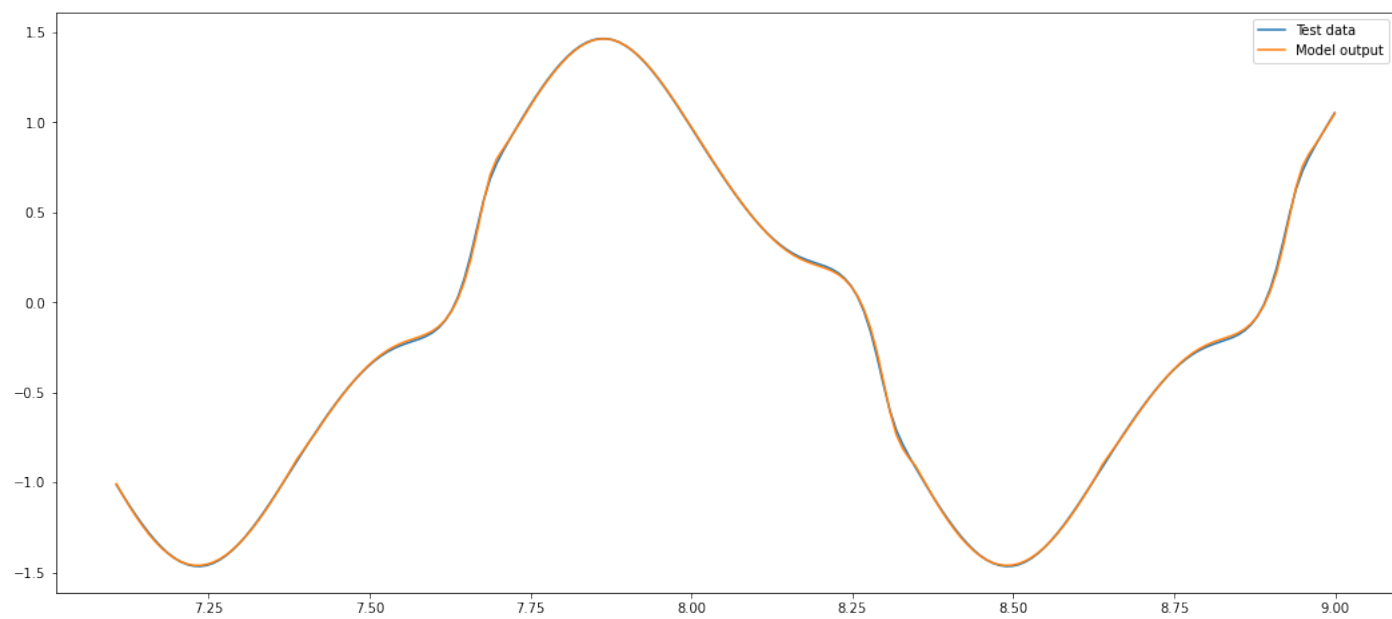
Использовать нелинейную авторегрессионную сеть с внешними входами для аппроксимации траектории динамической системы и выполнения многошагового прогноза.

Формируем входные данные, затем создаем и обучаем сеть. Для обучающего множества:



Для тестовых данных:





### 3 Выводы

Выполнив 8 лабораторную работу, я познакомился с динамическими сетями, способными предсказывать значения временного ряда и выполнять многошаговый прогноз, а также распознавать образы и аппроксимировать траекторию динамических систем.