

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»
Кафедра ИИТ

Лабораторная работа №6
По дисциплине: «Основы машинного обучения»
Тема: «Рекуррентные нейронные сети»

Выполнил:
3-го курса
Группы АС-65
Вавдийчик Н.Д.
Проверил:
Крощенко А.А.

Ход работы

Задание:

- По вариантам предыдущей лабораторной работы реализовать предложенный вариант рекуррентной нейронной сети. Сравнить полученные результаты с ЛР 5.

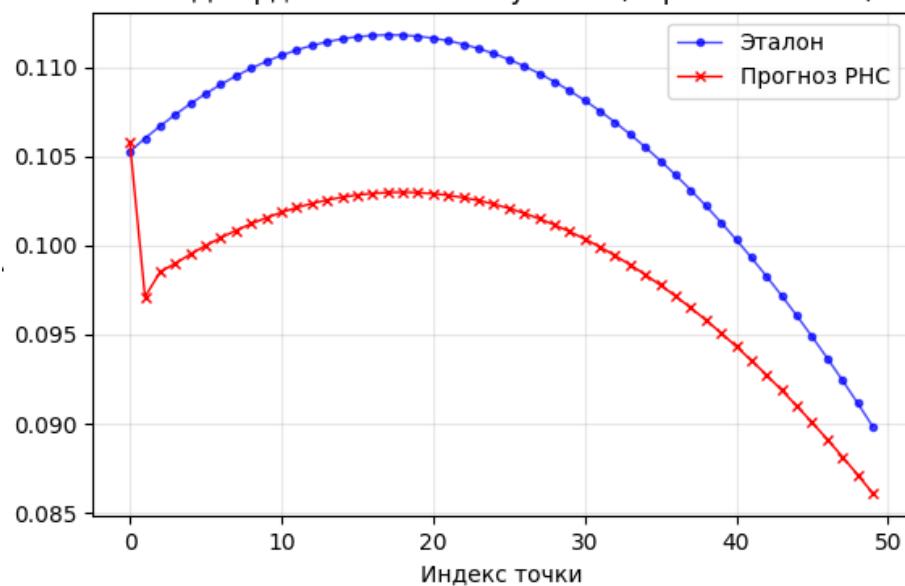
$$y = a \cos(bx) + c \sin(dx)$$

1	0.1	0.1	0.05	0.1	6	2		Элмана
---	-----	-----	------	-----	---	---	--	--------

В качестве функций активации для скрытого слоя использовать сигмоидную функцию, для выходного – линейную

График прогнозируемой функции на участке обучения:

РНС Джордана: Участок обучения (первые 50 точек)



Результаты обучения: таблицу со столбцами: эталонное значение, полученное значение, отклонение; график изменения ошибки в зависимости от итерации.

```
== РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ РНС ДЖОРДАНА ==
```

```
=====
```

```
Первые 10 записей:
```

Эталон	Предсказание	Отклонение
0 0.105271	0.105754	0.000483
1 0.106004	0.097119	0.008885
2 0.106694	0.098515	0.008179
3 0.107341	0.098991	0.008350
4 0.107946	0.099510	0.008436
5 0.108507	0.099988	0.008519
6 0.109025	0.100431	0.008594
7 0.109499	0.100839	0.008660
8 0.109929	0.101212	0.008717
9 0.110315	0.101550	0.008765

```
=====
```

```
== СТАТИСТИКА ==
```

```
=====
```

```
Финальная ошибка обучения (MSE): 0.00000399
```

```
Финальная ошибка теста (MSE): 0.00039718
```

```
Среднее отклонение на обучении (MAE): 0.014928
```

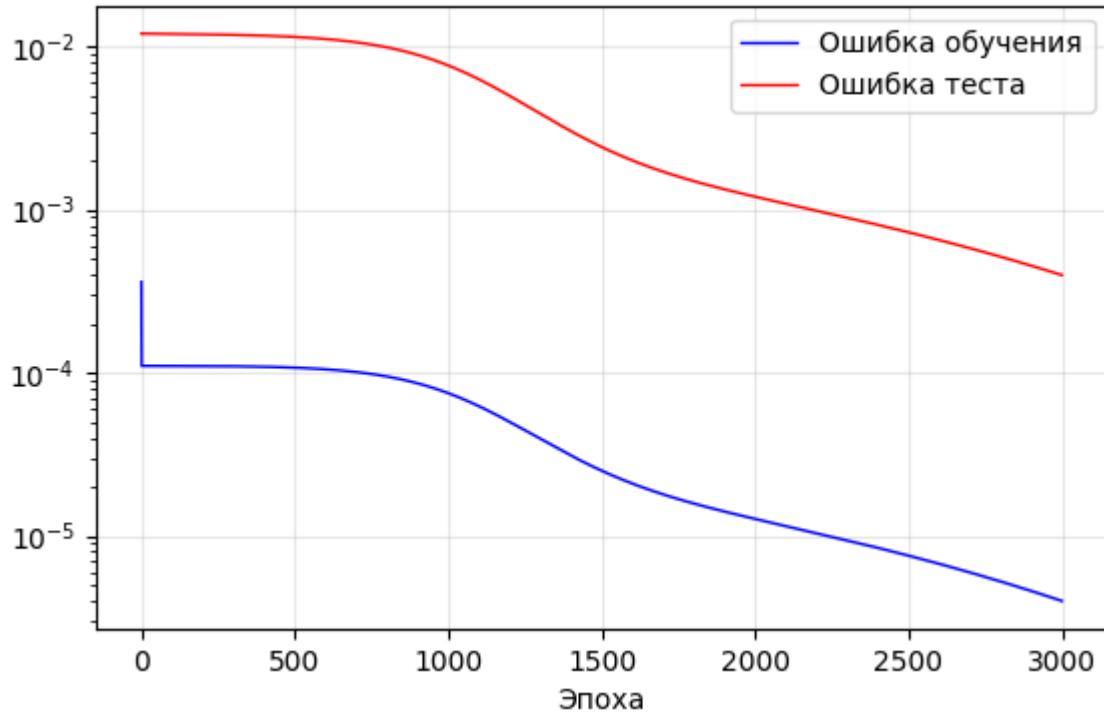
```
Среднее отклонение на тесте (MAE): 0.016639
```

```
Максимальное отклонение на тесте: 0.033564
```

```
Оптимальный параметр а (learning rate): 0.05
```

```
При а = 0.05 достигнута MSE на тесте: 0.00039718
```

РНС Джордана: Изменение ошибки обучения



Результаты прогнозирования: таблицу со столбцами: эталонное значение, полученное значение, отклонение

```
==== РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РНС ДЖОРДАНА ====
=====
Первые 10 записей:
    Эталон   Прогноз   Отклонение
  0 0.060029 0.067997  0.007968
  1 0.058129 0.060331  0.002201
  2 0.056206 0.059331  0.003125
  3 0.054260 0.057721  0.003461
  4 0.052292 0.056145  0.003853
  5 0.050303 0.054546  0.004243
  6 0.048294 0.052931  0.004637
  7 0.046266 0.051299  0.005033
  8 0.044219 0.049652  0.005433
  9 0.042155 0.047989  0.005834

Создание РНС Джордана...
Начало обучения РНС Джордана...
Эпоха 0, Ошибка обучения: 0.000360, Ошибка теста: 0.012013
Эпоха 500, Ошибка обучения: 0.000108, Ошибка теста: 0.011459
Эпоха 1000, Ошибка обучения: 0.000075, Ошибка теста: 0.007660
Эпоха 1500, Ошибка обучения: 0.000025, Ошибка теста: 0.002421
Эпоха 2000, Ошибка обучения: 0.000013, Ошибка теста: 0.001201
Эпоха 2500, Ошибка обучения: 0.000008, Ошибка теста: 0.000727
```

Модель	Train MSE	Test MSE	Среднее отклонение на тесте (MAE)
MLP (ЛР5)	0.000100	0.000107	0.009454
RNN Джордана (ЛР6)	0.000004	0.000397	0.016639

В ходе выполнения лабораторных работ были реализованы и сравнены две архитектуры нейронных сетей для задачи прогнозирования гармонического временного ряда.

Многослойный перцептрон (ЛР5) показал существенно более высокое качество прогнозирования на тестовой выборке. Его среднеквадратичная ошибка (0.000107) оказалась в 3.7 раза ниже, чем у рекуррентной сети Джордана (0.000397). Среднее абсолютное отклонение прогнозов MLP также почти в два раза меньше (0.009454 против 0.016639).