

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:  
Студент 3 курса  
Группы АС-65  
Нестюк Н. С.  
Проверил:  
Крощенко А. А.

Брест 2025

Цель работы: изучить и познакомиться с рекуррентными нейронными сетями.

Ход работы:

Задание. Выполнить моделирование прогнозирующей нелинейной ИНС. Для генерации обучающих и тестовых данных использовать функцию:

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

Вариант задания приведен в следующей таблице:

№ варианта	a	b	c	d	Кол-во входов ИНС	Кол-во НЭ в скрытом слое
2	0.2	0.2	0.06	0.2	8	3

Для прогнозирования использовать многослойную ИНС с одним скрытым слоем. В качестве функций активации для скрытого слоя использовать сигмоидную функцию, для выходного - линейную.

```
Размер обучающей выборки: (393, 8)
Размер тестовой выборки: (99, 8)
Эпоха 0, Ошибка: 0.491741
Эпоха 200, Ошибка: 0.017928
Эпоха 400, Ошибка: 0.015902
Эпоха 600, Ошибка: 0.013940
Эпоха 800, Ошибка: 0.012030
Эпоха 1000, ошибка: 0.010198
Эпоха 1200, Ошибка: 0.008473
Эпоха 1400, Ошибка: 0.006891
Эпоха 1600, Ошибка: 0.005483
Эпоха 1800, Ошибка: 0.004272
Эпоха 2000, Ошибка: 0.003269
Эпоха 2200, Ошибка: 0.002469
Эпоха 2400, Ошибка: 0.001853
Эпоха 2600, Ошибка: 0.001395
Эпоха 2800, Ошибка: 0.001065
Эпоха 3000, Ошибка: 0.000834
Эпоха 3200, Ошибка: 0.000675
Эпоха 3400, Ошибка: 0.000567
Эпоха 3600, Ошибка: 0.000496
Эпоха 3800, Ошибка: 0.000448
Эпоха 4000, Ошибка: 0.000417
Эпоха 4200, Ошибка: 0.000396
Эпоха 4400, Ошибка: 0.000381
Эпоха 4600, Ошибка: 0.000371
Эпоха 4800, Ошибка: 0.000363
```

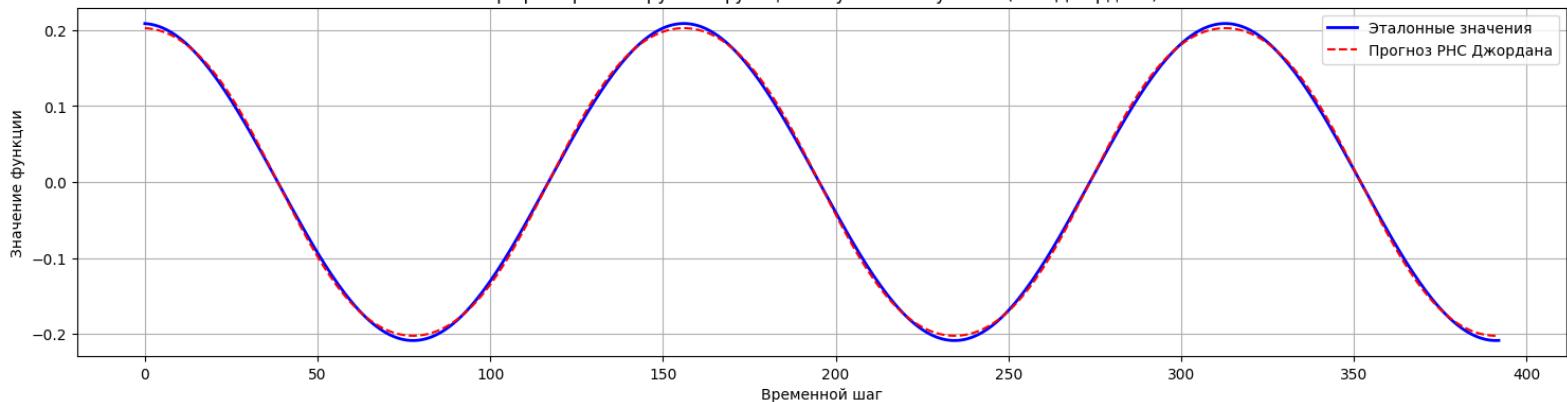
#### РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

	Эталонное значение	Полученное значение	Отклонение
0	0.208717	0.202651	0.006066
1	0.208305	0.202328	0.005977
2	0.207559	0.201743	0.005816
3	0.206479	0.200895	0.005585
4	0.205068	0.199782	0.005286
5	0.203327	0.198404	0.004923
6	0.201260	0.196759	0.004501
7	0.198869	0.194844	0.004025
8	0.196159	0.192658	0.003501
9	0.193134	0.190199	0.002935

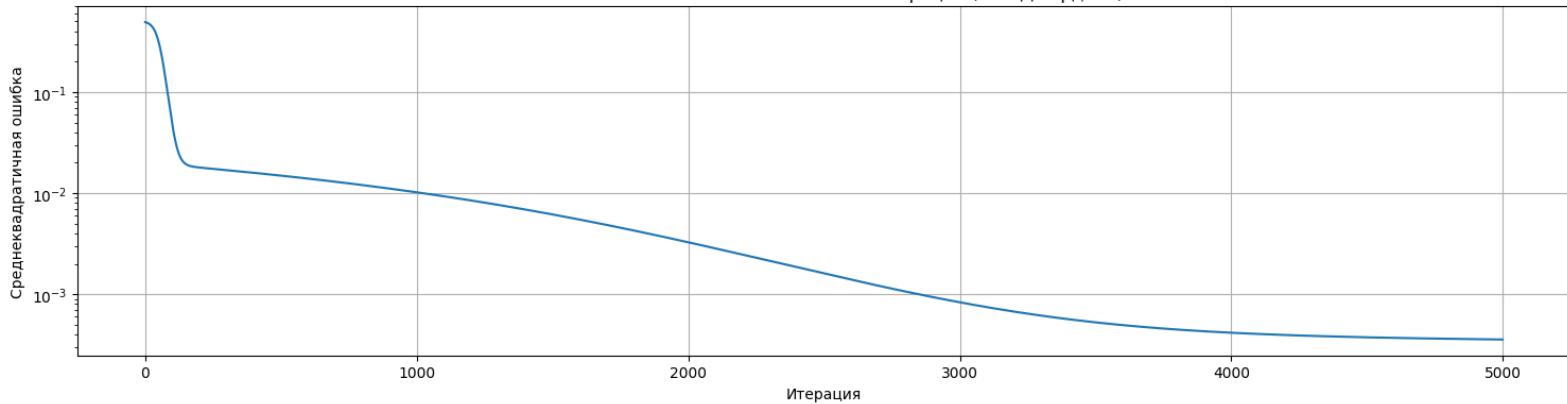
### РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

	Эталонное значение	Полученное значение	Отклонение
0	-0.208254	-0.202135	0.006119
1	-0.207479	-0.201533	0.005946
2	-0.206371	-0.200670	0.005701
3	-0.204931	-0.199544	0.005387
4	-0.203162	-0.198153	0.005009
5	-0.201066	-0.196496	0.004570
6	-0.198648	-0.194571	0.004077
7	-0.195910	-0.192376	0.003534
8	-0.192858	-0.189908	0.002950
9	-0.189497	-0.187166	0.002331

График прогнозируемой функции на участке обучения (РНС Джордана)



Изменение ошибки в зависимости от итерации (РНС Джордана)



Вывод: изучил и познакомился с рекуррентными нейронными сетями. Обе архитектуры успешно справились с задачей прогнозирования нелинейной функции. ИНС показала незначительно лучшие результаты при меньшей вычислительной сложности, однако РНС Джордана обладает потенциалом для более сложных временных зависимостей благодаря рекуррентным связям. Выбор архитектуры должен определяться спецификой задачи и доступными ресурсами.