

**Министерство образования Республики Беларусь**

**Учреждение образования**

**«Брестский Государственный технический университет»**

**Кафедра ИИТ**

**Лабораторная работа №6**

По дисциплине: «Основы машинного обучения»

Тема: «Рекуррентные нейронные сети»

**Выполнила:**

Студентка 3 курса

Группы АС-65

Рапин Е. Ю.

**Проверил:**

Крощенко А. А.

Брест 2025

**Цель работы:** исследование применения рекуррентных искусственных нейронных сетей.

### Вариант 11

**Задание:**

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

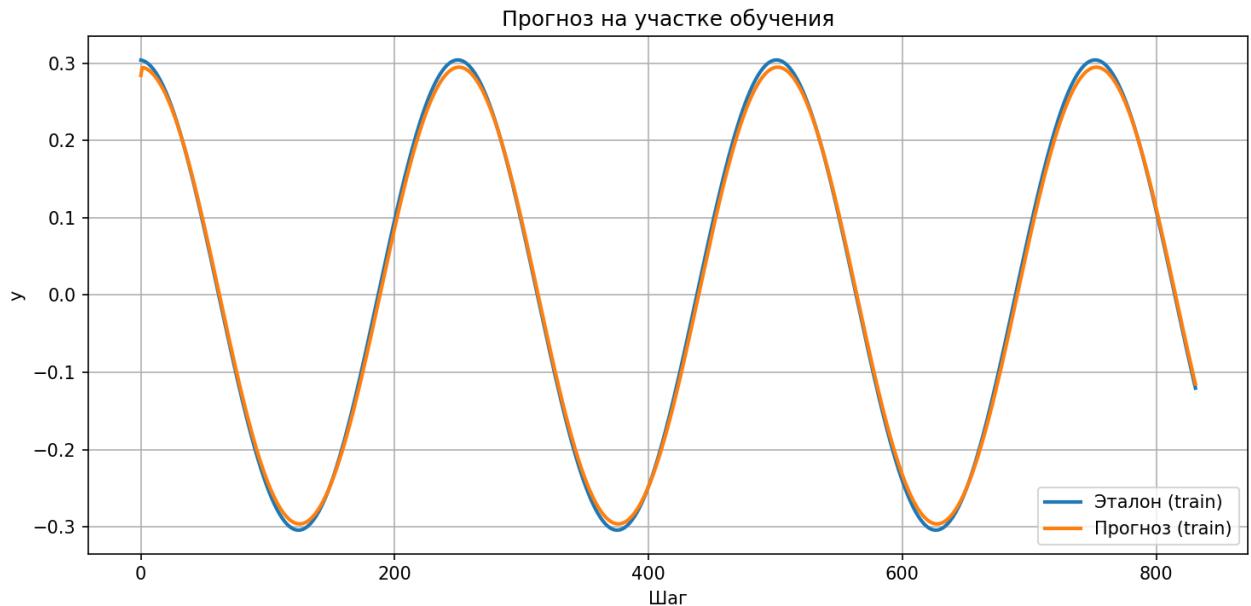
Выполнить моделирование прогнозирующей нелинейной ИНС. Для генерации обучающих и тестовых данных использовать функцию:

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

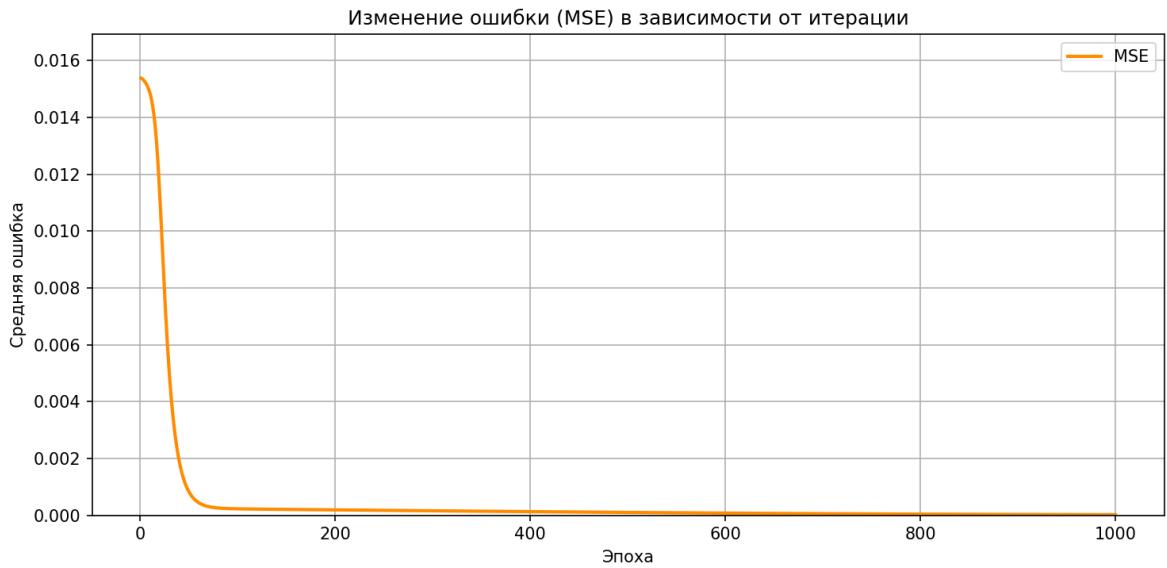
№	a	b	c	d	Кол-во входов ИНС	Кол-во НЭ в скрытом слое	Тип РНС
11	0.3	0.5	0.05	0.5	8	3	Джордана

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

2. График прогнозируемой функции на участке обучения



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



#### Результаты обучения:

Эталонное значение	Полученное значение	Отклонение
0.303952	0.284128	-0.019823
0.303590	0.294227	-0.009363
0.303039	0.294251	-0.008787
0.302297	0.293739	-0.008558
0.301367	0.293035	-0.008332
0.300248	0.292152	-0.008096
0.298940	0.291090	-0.007850
0.297446	0.289851	-0.007595
0.295766	0.288434	-0.007332
0.293900	0.286840	-0.007059

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

#### Результаты прогнозирования:

Эталонное значение	Полученное значение	Отклонение
-0.179717	-0.167400	0.012316
-0.185799	-0.179276	0.006523
-0.191765	-0.185327	0.006438
-0.197611	-0.191046	0.006565
-0.203333	-0.196630	0.006703
-0.208928	-0.202085	0.006843
-0.214392	-0.207407	0.006985
-0.219722	-0.212594	0.007128
-0.224914	-0.217643	0.007271
-0.229966	-0.222552	0.007414

## 5. Выводы по лабораторной работе.

Результаты для пунктов 3 и 4 приводятся для значения  $\alpha$ , при котором достигается минимальная ошибка. В выводах анализируются все полученные результаты.

Итоговая MSE на обучении: 0.000054

Итоговая MSE на teste: 0.000056

**Вывод:** в данной работе была успешно реализована рекуррентная нейронная сеть типа Джордана с заданными по варианту параметрами. Функция потерь быстро убывает с 0.015385 по 0.000016 за 1000 эпох. Минимальная ошибка была достигнута при значение  $\alpha = 0.01$ . MSE на обучающей и тестовой выборках мала, что указывает на отсутствие переобучения и хорошую способность сети к обобщению.

Джордан RNN превосходит ИНС по точности и лучше справляется с временными зависимостями, особенно в задачах прогнозирования последовательностей. В то время как нелинейная ИНС может быть проще в реализации и обучении, но уступает в моделировании динамики временных рядов.