

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

Шлейхер А. С.

**Проверил:**

Крощенко А. А.

**Брест 2025**

**Цель:** изучить применение нелинейной искусственной нейронной сети с одним скрытым слоем для решения задачи регрессии и прогнозирования, реализовать обучение сети на синтетических данных и оценить точность полученной модели.

### Вариант 10

**Задание:**

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

Варианты заданий приведены в следующей таблице:

№	a	b	c	d	Кол-во входов ИНС	Кол-во НЭ в скрытом слое	Тип РНС
10	0.2	0.4	0.09	0.4	6	2	Элмана

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

2. Результаты представить в виде отчета содержащего:

1. Титульный лист,
2. Цель работы,
3. Задание,
4. График прогнозируемой функции на участке обучения,
5. Результаты обучения: таблицу со столбцами: эталонное значение, полученное значение, отклонение; график изменения ошибки в зависимости от итерации.
6. Результаты прогнозирования: таблицу со столбцами: эталонное значение, полученное значение, отклонение.
7. 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.

## Ход работы

### График прогнозируемой функции на участке обучения



Прогнозируемая функция почти идеально повторяет эталон.

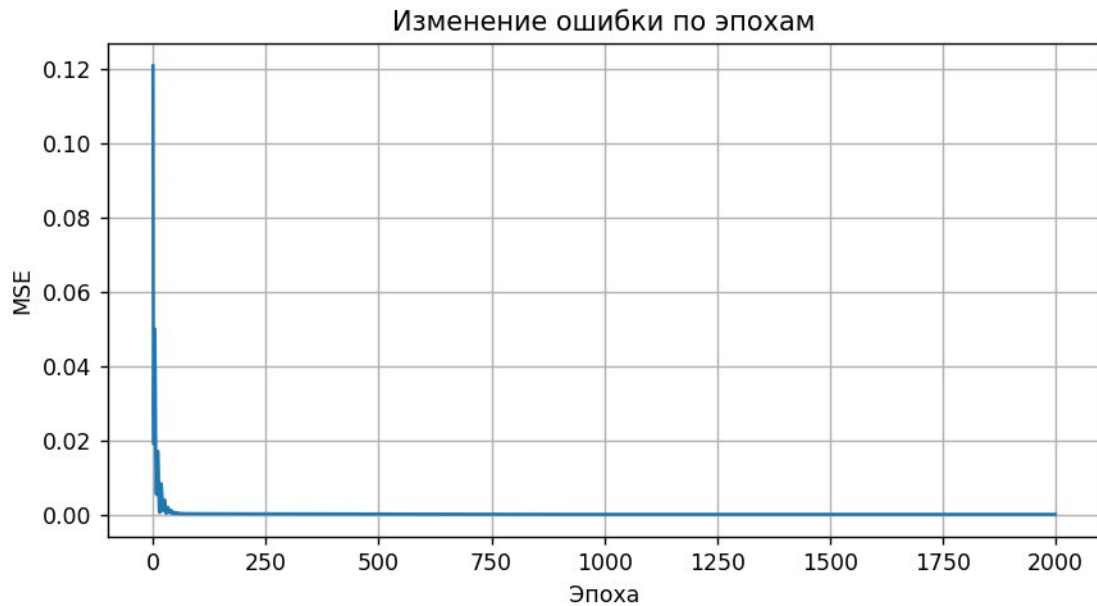
### Результаты обучения

Первые строки результата обучения:

	Эталон	Модель	Ошибка
0	0.203673	0.202332	-0.001342
1	0.203875	0.202518	-0.001357
2	0.203958	0.202593	-0.001366
3	0.203924	0.202557	-0.001367
4	0.203772	0.202411	-0.001361
5	0.203501	0.202154	-0.001347
6	0.203113	0.201787	-0.001327
7	0.202608	0.201309	-0.001299
8	0.201986	0.200721	-0.001265
9	0.201246	0.200022	-0.001224

Средняя ошибка меньше  $0.0014$ , что показывает: сеть точно выучила зависимость и хорошо совпадает с обучающими значениями.

График изменения ошибки в зависимости от итерации:



Ошибка резко падает в первые +-50 эпох и далее остаётся практически нулевой, что означает, что нейросеть быстро нашла оптимальные параметры и удерживает минимальную ошибку на протяжении обучения, без переобучения и колебаний.

### Результаты прогнозирования

Первые строки результата прогнозирования:

	Эталон	Модель	Ошибка
0	-0.203915	-0.202534	0.001381
1	-0.203753	-0.202383	0.001370
2	-0.203472	-0.202122	0.001351
3	-0.203074	-0.201750	0.001325
4	-0.202559	-0.201267	0.001292
5	-0.201927	-0.200674	0.001252
6	-0.201177	-0.199971	0.001206
7	-0.200312	-0.199158	0.001154
8	-0.199330	-0.198235	0.001095
9	-0.198233	-0.197203	0.001031

Средняя ошибка прогнозирования меньше *0.0014* показывает высокую точность предсказаний.

Полученные выше результаты были получены при таком значении  $\alpha$ , при котором достигается минимальная ошибка.

```
Поиск лучшего  $\alpha$ :  
 $\alpha=0.0010$  -  $MSE=0.009012$   
 $\alpha=0.0050$  -  $MSE=0.000208$   
 $\alpha=0.0100$  -  $MSE=0.000258$   
 $\alpha=0.0500$  -  $MSE=0.000306$   
 $\alpha=0.1000$  -  $MSE=0.000199$   
  
Лучшее  $\alpha = 0.1000$  (ошибка =  $0.000199$ )
```

Минимальная ошибка ( $0.000199$ ) достигается при скорости обучения  $0.1$ .

### Сравнение с ЛР5:

Прогнозы функций на обучающих участках одинаково хороши, как в ЛР5, так и в ЛР6.

ЛР5:

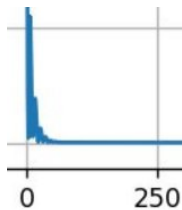


ЛР6:

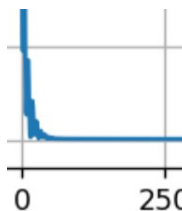


В обоих ЛР ошибка резко падает в первые +-50 эпох и далее остаётся практически нулевой.

ЛР5:



ЛР6:



Средняя ошибка на этапе обучения в ЛР6 меньше примерно на 0.0011 чем в ЛР5.

Средняя ошибка на этапе прогнозирования в ЛР6 меньше примерно на 0.0006 чем в ЛР5.

**Вывод:** изучила применение нелинейной искусственной нейронной сети с одним скрытым слоем для решения задачи регрессии и прогнозирования, реализовала обучение сети на синтетических данных и оценила точность полученной модели.