

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

**Лабораторная работа №5**  
По дисциплине «Основы машинного обучения»  
**Тема:** «Нелинейные ИНС в задачах регрессии»

**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:

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

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

Варианты заданий приведены в следующей таблице:

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

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

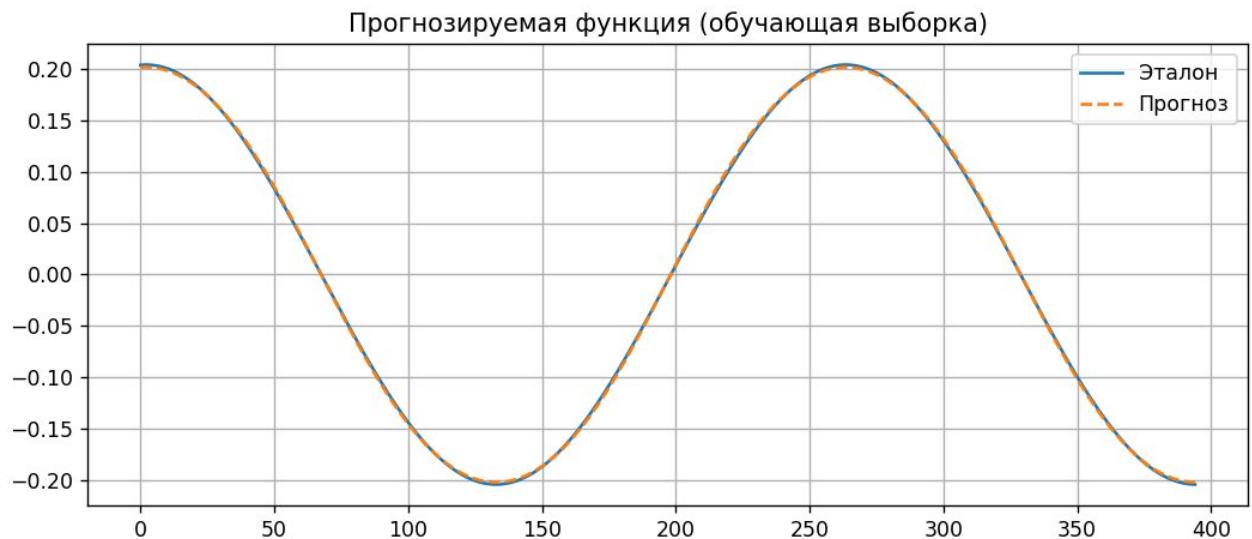
- Результаты представить в виде отчета содержащего:

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



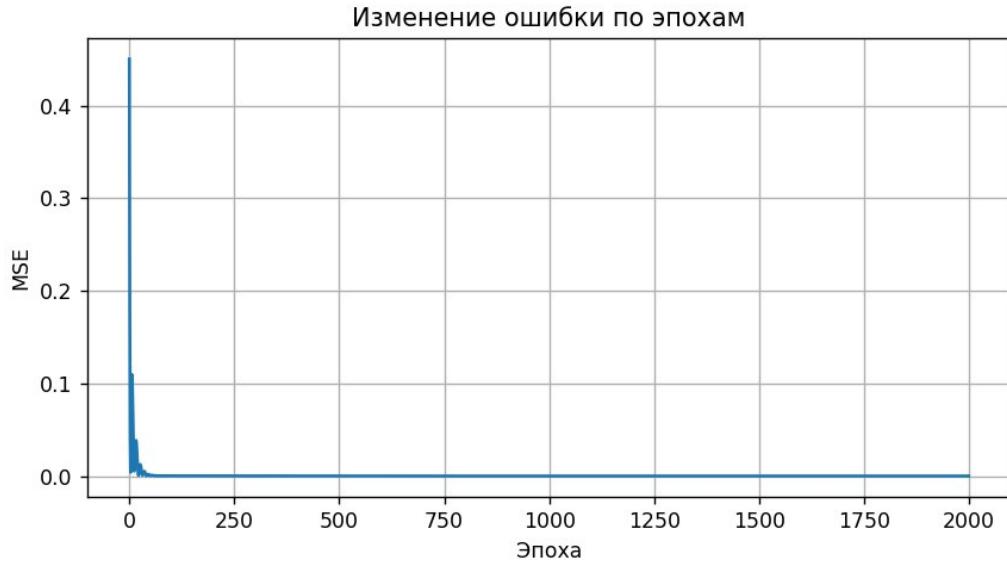
Прогнозируемая функция почти идеально повторяет эталон.

### Результаты обучения

Первые строки результата обучения:			
	Эталон	Модель	Ошибка
0	0.203673	0.201347	-0.002326
1	0.203875	0.201514	-0.002361
2	0.203958	0.201575	-0.002383
3	0.203924	0.201530	-0.002394
4	0.203772	0.201379	-0.002392
5	0.203501	0.201123	-0.002379
6	0.203113	0.200760	-0.002353
7	0.202608	0.200292	-0.002316
8	0.201986	0.199718	-0.002268
9	0.201246	0.199039	-0.002208

Средняя ошибка меньше 0.0025, 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	-0.201828	0.002088
1	-0.203753	-0.201691	0.002062
2	-0.203472	-0.201447	0.002026
3	-0.203074	-0.201096	0.001979
4	-0.202559	-0.200638	0.001921
5	-0.201927	-0.200074	0.001852
6	-0.201177	-0.199403	0.001774
7	-0.200312	-0.198625	0.001686
8	-0.199330	-0.197741	0.001589
9	-0.198233	-0.196750	0.001483

Средняя ошибка прогнозирования меньше 0.0020 показывает высокую точность предсказаний.

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

```
Поиск лучшего а:  
a=0.0010 - MSE=0.007017  
a=0.0050 - MSE=0.000451  
a=0.0100 - MSE=0.000251  
a=0.0500 - MSE=0.000292  
a=0.1000 - MSE=0.000188
```

```
Лучшее а = 0.1000 (ошибка = 0.000188)
```

Минимальная ошибка (0.000188) достигается при скорости обучения 0.1.

**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.