

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**»

**Выполнил:**  
Студент 3 курса  
Группы АС-65  
Ярмак К. А.  
**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 11

### 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
11	0.3	0.5	0.05	0.5	8	3

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

Для выбора оптимального значения  $\alpha$  была проведена серия экспериментов с параметрами  $[0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1]$ . На каждом шаге сеть обучалась в течение 500 эпох, после чего вычислялась MSE на тестовой выборке.

Подбор оптимального  $\alpha$ :

$\alpha=0.001 \rightarrow \text{MSE}=0.000869$   
 $\alpha=0.005 \rightarrow \text{MSE}=0.000817$   
 $\alpha=0.010 \rightarrow \text{MSE}=0.000875$   
 $\alpha=0.050 \rightarrow \text{MSE}=0.000048$   
 $\alpha=0.100 \rightarrow \text{MSE}=0.000029$

Оптимальное значение  $\alpha$ : 0.100, минимальная ошибка: 0.000029

Из результатов видно, что минимальная ошибка достигается при  $\alpha = 0.1$ , что и выбрано для дальнейшего обучения.

### График прогнозируемой функции на участке обучения:



На графике показано совпадение реальных (эталонных) и предсказанных значений функции на обучающем участке.

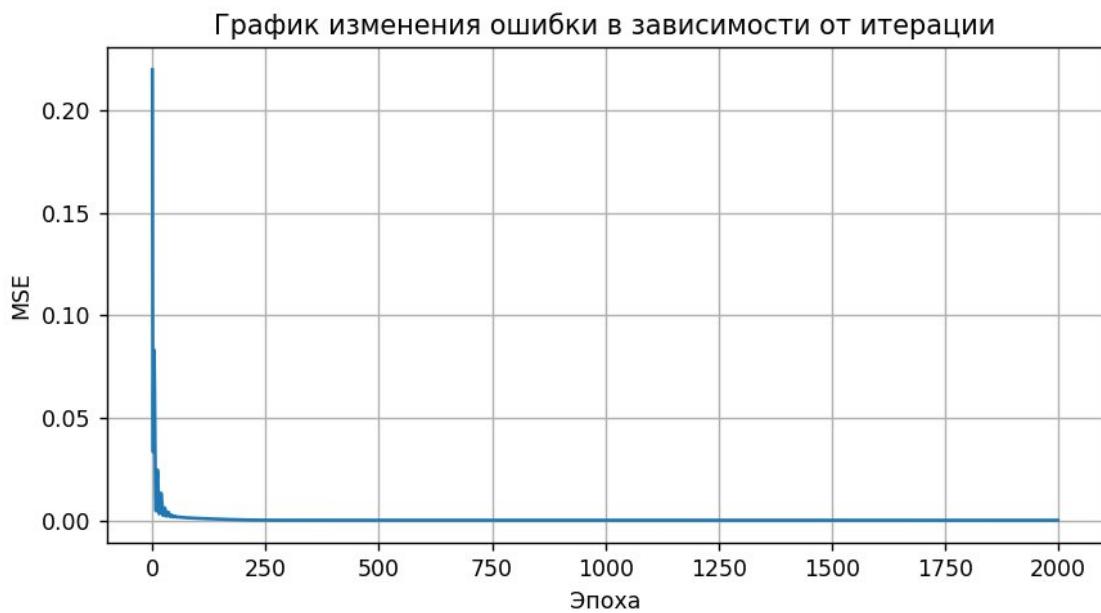
## Результаты обучения:

В таблице представлены примеры из обучающей выборки: эталонные значения функции, предсказания модели и величина отклонения.

Результаты обучения:			
	Эталонное значение	Полученное значение	Отклонение
0	0.303276	0.301928	-0.001348
1	0.302451	0.301169	-0.001282
2	0.301352	0.300146	-0.001206
3	0.299982	0.298861	-0.001121
4	0.298340	0.297314	-0.001026
5	0.296429	0.295506	-0.000923
6	0.294250	0.293437	-0.000813
7	0.291805	0.291110	-0.000695
8	0.289097	0.288524	-0.000572
9	0.286127	0.285682	-0.000445

Отклонения минимальны, что подтверждает успешное обучение сети.

График изменения ошибки в зависимости от итерации:



На графике показано, как изменяется среднеквадратичная ошибка (MSE) в процессе обучения. Ошибка быстро уменьшается и стабилизируется, что свидетельствует о сходимости алгоритма.

## **Результаты прогнозирования:**

Результаты прогнозирования:			
	Эталонное значение	Полученное значение	Отклонение
0	0.236984	0.236651	-0.000333
1	0.242606	0.242192	-0.000414
2	0.248009	0.247512	-0.000497
3	0.253188	0.252608	-0.000580
4	0.258139	0.257475	-0.000664
5	0.262856	0.262108	-0.000748
6	0.267335	0.266505	-0.000830
7	0.271573	0.270661	-0.000912
8	0.275566	0.274575	-0.000991
9	0.279310	0.278242	-0.001068

Для проверки качества работы сети использовалась тестовая выборка, не участвовавшая в обучении. Результаты показывают, что модель точно воспроизводит закономерности исходной функции.

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