

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:

1. 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.

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 α , 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.

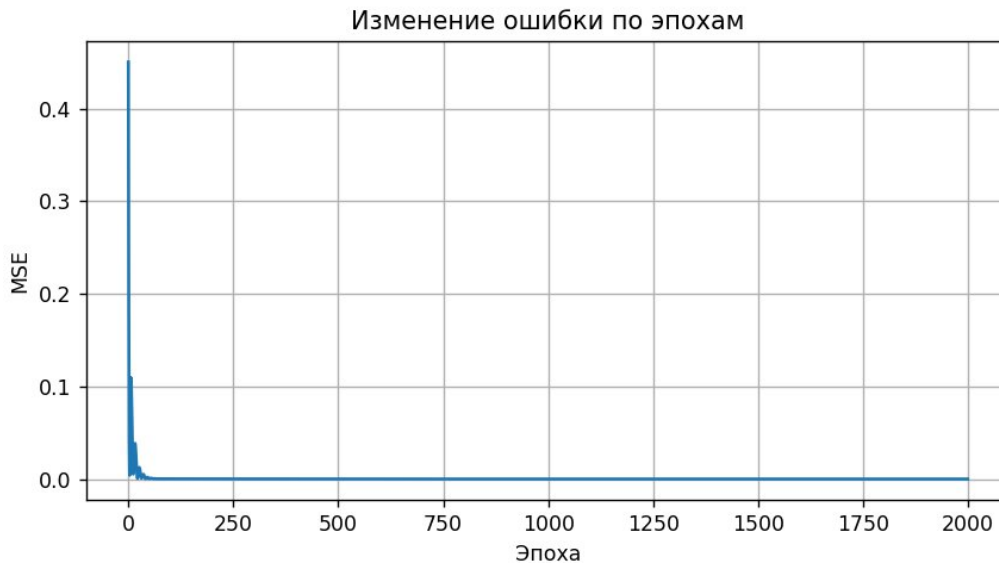
Результаты обучения

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 α , при котором достигается минимальная ошибка.

```
Поиск лучшего  $\alpha$ :  
 $\alpha=0.0010$  -  $MSE=0.007017$   
 $\alpha=0.0050$  -  $MSE=0.000451$   
 $\alpha=0.0100$  -  $MSE=0.000251$   
 $\alpha=0.0500$  -  $MSE=0.000292$   
 $\alpha=0.1000$  -  $MSE=0.000188$   
  
Лучшее  $\alpha = 0.1000$  (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.