

## Отчет по лабораторной работе №2 «Применение многослойной нейронной сети для аппроксимации функций»

Студента Умарова Азиза группы Б21-215 . Дата сдачи: Ведущий  
преподаватель: \_\_\_\_\_ оценка: \_\_\_\_\_ подпись: \_\_\_\_\_

Вариант №12

*Цель работы* : изучение математической модели многослойной нейронной сети и решение с её помощью задачи аппроксимации функций.

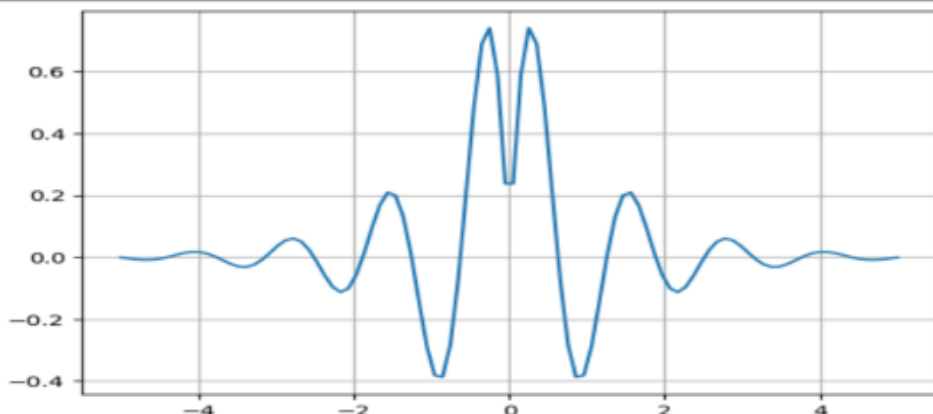
### 1. Подготовка данных

Аппроксимируемая функция	Число входов	Число выходов	Диапазон изменения аргументов
$\sin(\text{abs}(5 * x)) * \exp(-\text{abs}(x))$	1	1	[-5;5]

Формирование обучающей, валидационной и тестовой выборок:

	Обучающая	Валидационная	Тестовая	Всего
%	60	30	10	100
Объём выборки	180	90	30	300

График аппроксимируемой функции:



Предобработка данных:

	Метод	Параметры метода	Формула расчёта
Предобработка входов	Добавление шума	scale=0.05, size=300	$x + \xi_x \sim N(0, 0.0025)$
Предобработка выходов	Добавление шума	scale=0.01, size=300	$y + \xi_y \sim N(0, 0.0001)$

2. Обучение и тестирование нейронной сети с одним скрытым

слоем Параметры архитектуры сети:

Схема нейронной сети:

```
Sequential(
  (0): Linear(in_features=1,out_features=60,bias=True)
  (1): relu
  (2): Linear(in_features=60, out_features=1,bias=True))
)
```

Параметры обучения:

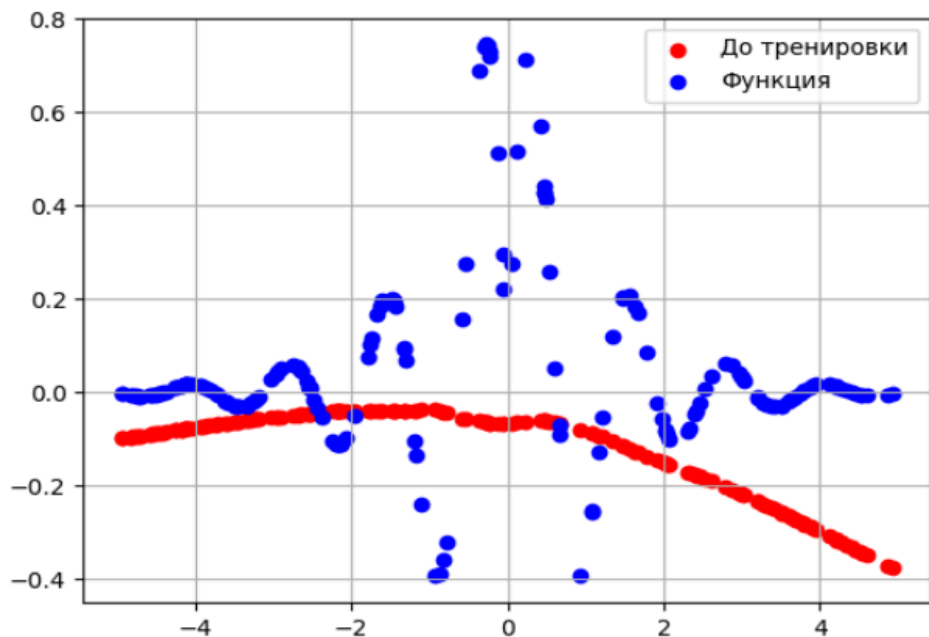
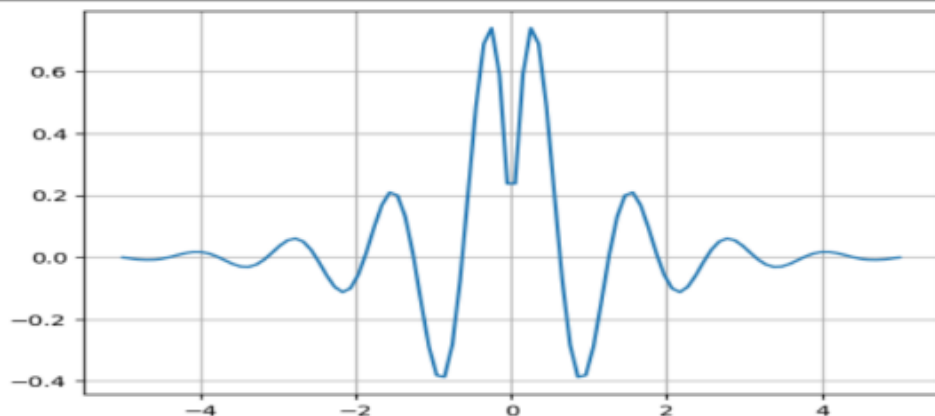
Метод обучения	Скорость обучения	Режим обучения	Функция потерь
GD	0.01	Stochastic	Quadraticloss

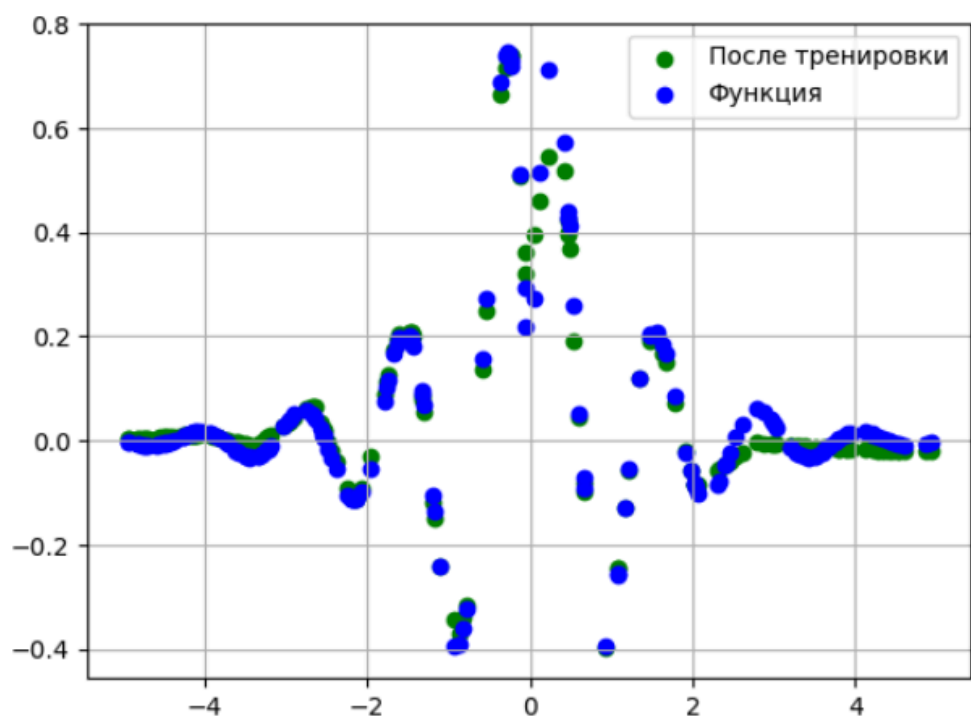
Метод инициализации сети: \_Посредством класса Net

Критерий обучения:  $E(w) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \sigma)^2$  =

Критерий останова: \_\_\_\_epoch=1000 \_\_\_\_\_

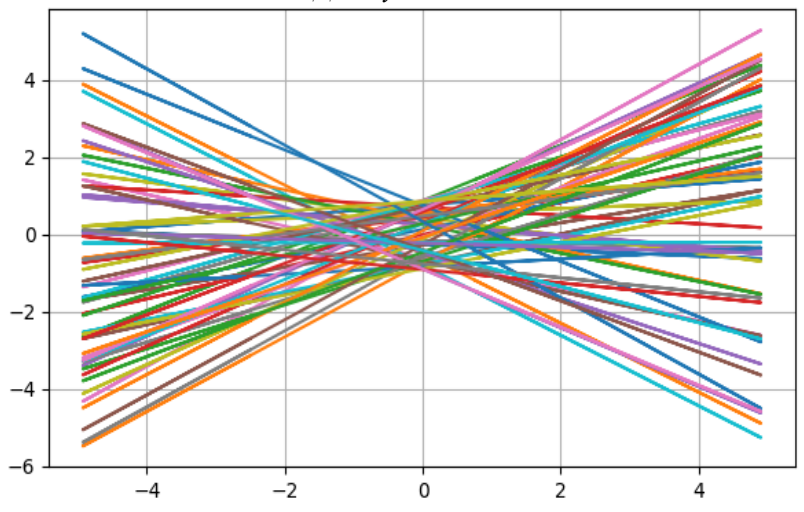
Зависимость выхода  $y(x)$  сети от входа сети(изобразить три графика: до обучения, после обучения и график аппроксимируемой функции)



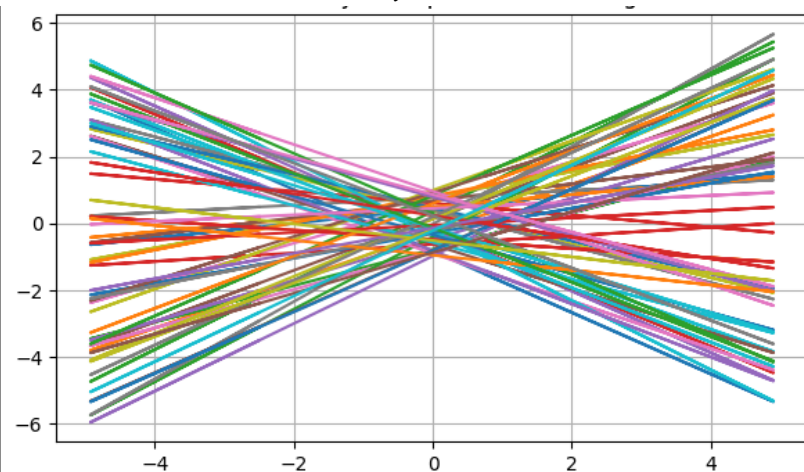


Зависимость выходов  $y_k(x)$  нейронов скрытого слоя от входа сети (изобразить на одном графике):

*До обучения*

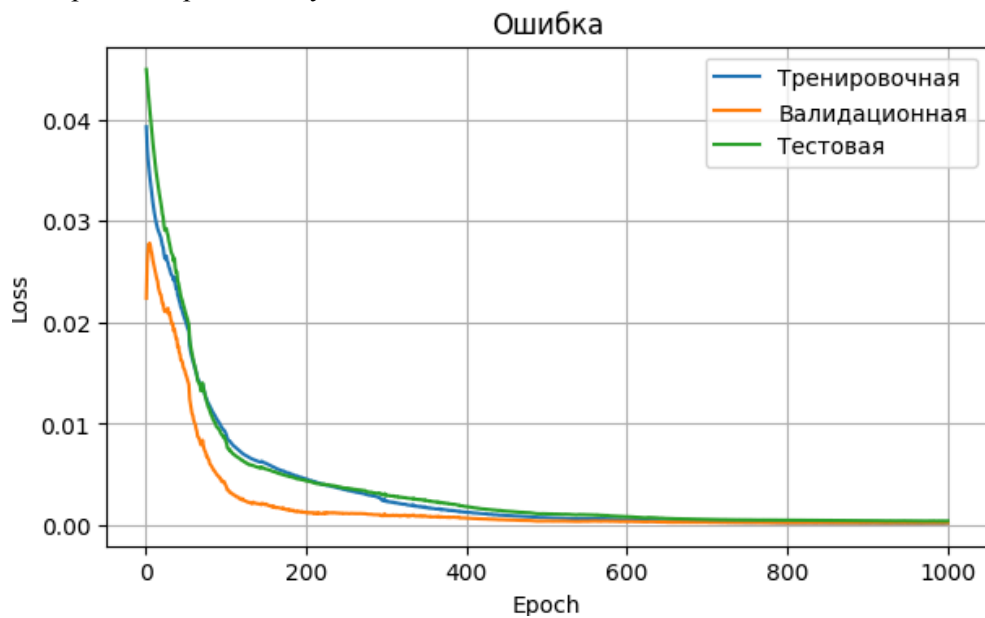


*После обучения*



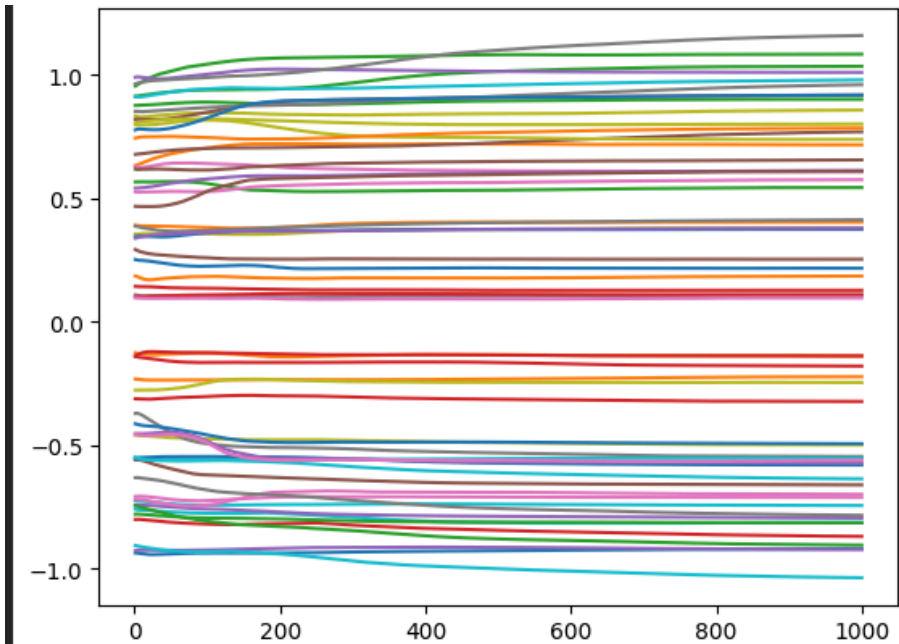
Зависимость ошибки сети  $E(\tau)$  на обучающей, валидационной и тестовой

выборках от времени обучения:

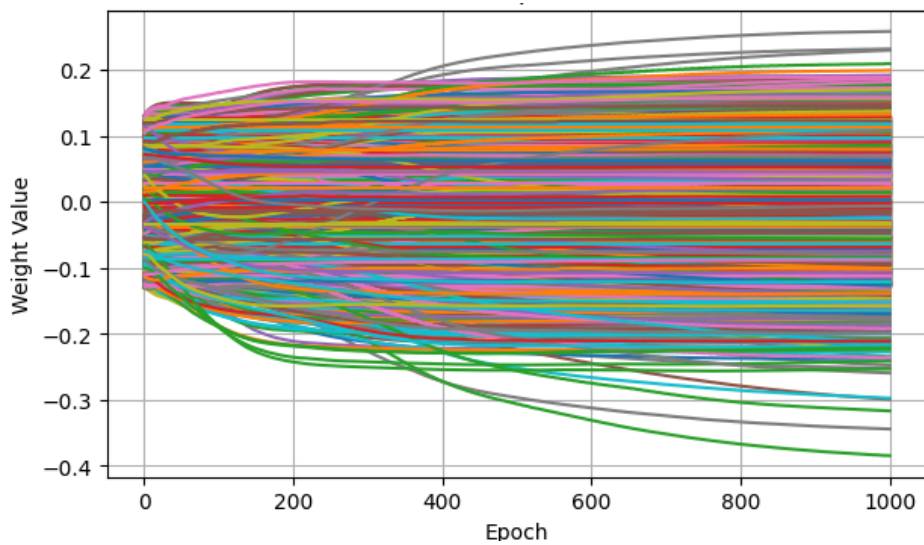


Отметить на графике начало переобучения (если наблюдается)

Зависимость синаптических коэффициентов сети  $w(\tau)$  от времени обучения:  
Нейронов скрытого слоя



*Выходного нейрона*





Показатели качества обученной нейросетевой модели:

	Обучающая	Валидационная	Тестовая
Макс.абс. ошибка	0.0440	0.0749	0.808
С.к.о. ошибки	0.0147	0.0134	0.0478
RMSE	0.0176	0.0213	0.0238

Обученная нейросетевая модель *не обладает* способностью к генерализации данных. Для улучшения качества аппроксимации требуется использовать сеть с большим числом слоев.

### 3. Улучшение качества

аппроксимации Параметры

архитектуры сети:

Число нейронов в скрытом слое	Функция активации нейронов скрытого слоя	Функция активации выходного нейрона
60, 60, 60	relu	Linear $y=h$

Параметры обучения:

Метод обучения	Скорость обучения	Режим обучения	Функция потерь
GD	0.0001	Stochastic	Quadraticloss

Метод инициализации сети: \_\_\_\_\_ Посредством класса Net \_\_\_\_\_

Критерий останова: \_\_\_\_\_ epoch=1000

нейросетевой модели:	Показатели качества обученной		
	Обучающая	Валидационная	Тестовая
Макс. абс. ошибка	0.0320	0.0542	0.0740
С.к.о. ошибок	0.0081	0.0072	0.0270
RMSE	0.0091	0.0125	0.0156

Выводы: Была построена нейронная сеть для аппроксимации нелинейной функции. Переобучения замечено не было. Точность аппроксимации увеличилась при увеличении числа слоев.

