

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

студента Каравашкин Марка группы Б19-514. Дата сдачи: \_\_\_\_\_

Ведущий преподаватель: Трофимов Александр Геннадиевич оценка: \_\_\_\_\_

подпись: \_\_\_\_\_

### Вариант №1

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

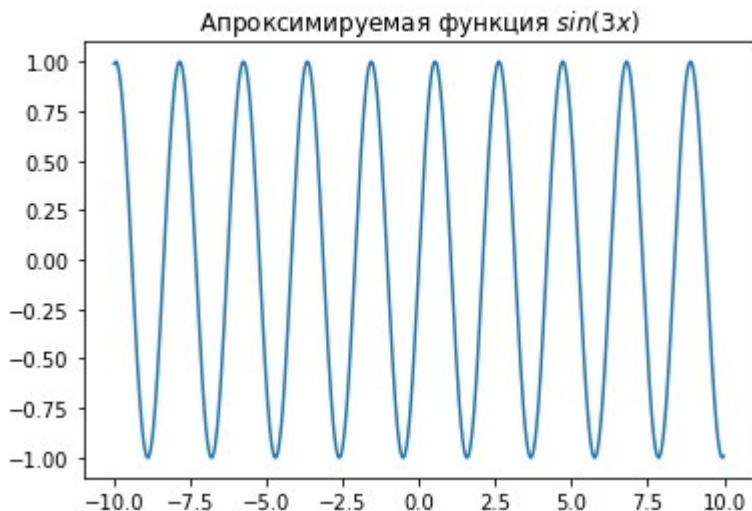
#### 1. Подготовка данных

Аппроксимируемая функция	Число входов	Число выходов	Диапазон изменения аргументов
$\sin(3x)$	1	1	$[-300; 300]$

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:

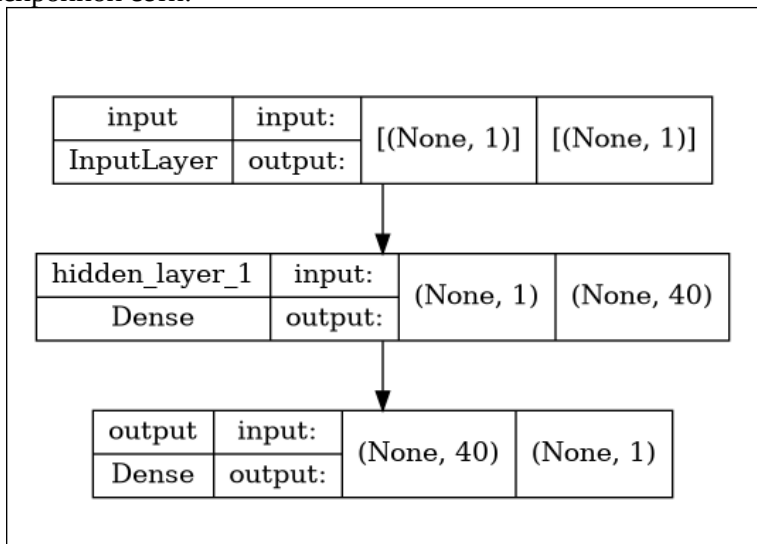
	Метод	Параметры метода	Формула расчёта
Предобработка входов	Нормировка	$\bar{x}, \sigma$	$\frac{x - \bar{x}}{\sigma}$
Предобработка выходов	Нормировка	$\bar{x}, \sigma$	$\frac{x - \bar{x}}{\sigma}$

## 2. Обучение и тестирование нейронной сети с одним скрытым слоем

### Параметры архитектуры сети:

Число входов	Число выходов	Число нейронов в скрытом слое	Функция активации нейронов скрытого слоя	Функция активации выходного нейрона
1	1	40	$y = \tanh x$	Linear $y = h$

### Схема нейронной сети:



### Параметры обучения:

Метод обучения	Скорость обучения $\alpha$	Режим обучения	Функция потерь
GD	0.04	batch	Quadratic loss

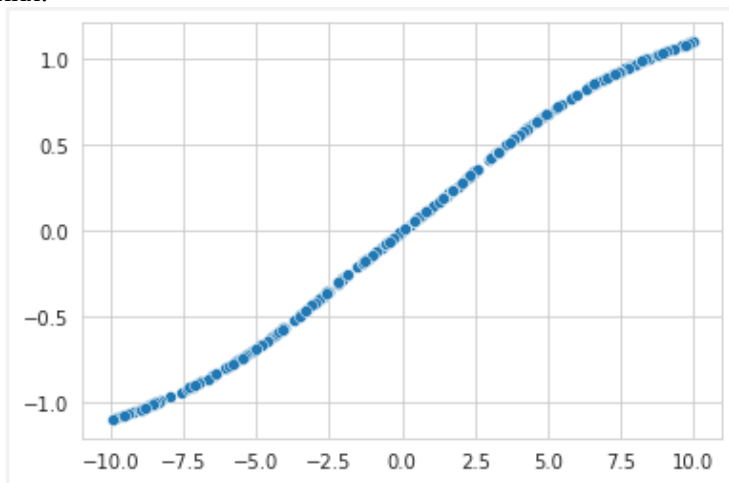
Метод инициализации сети: инициализация Хавьера

Критерий обучения:  $E(w) = \frac{1}{n} \sum_1^n E^{(i)}(w) \rightarrow \min_w$

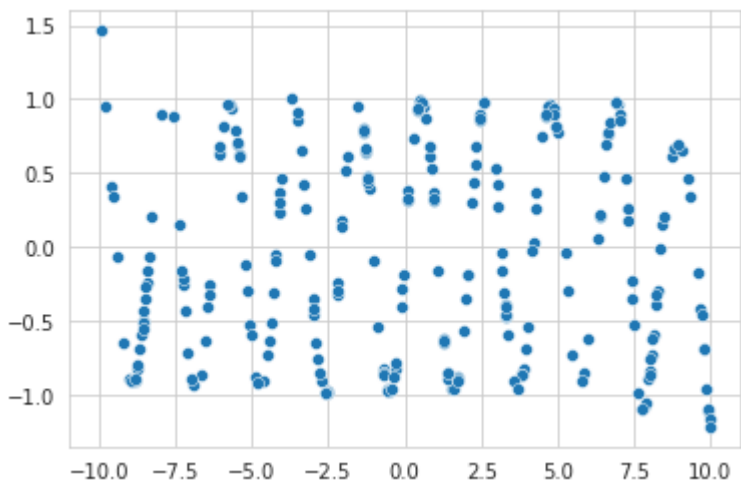
Критерий останова: увеличение значения функции потерь на валидационной выборке на протяжении 20 эпох.

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

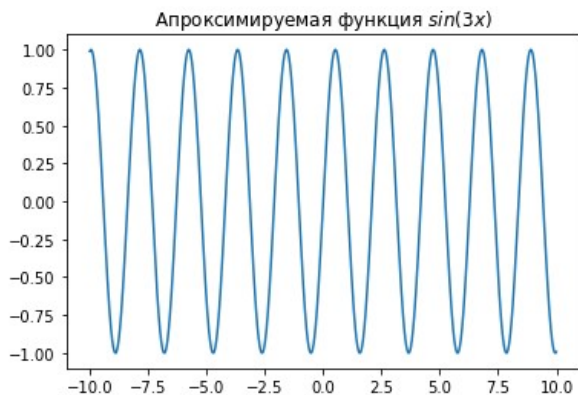
До обучения:



После обучения:

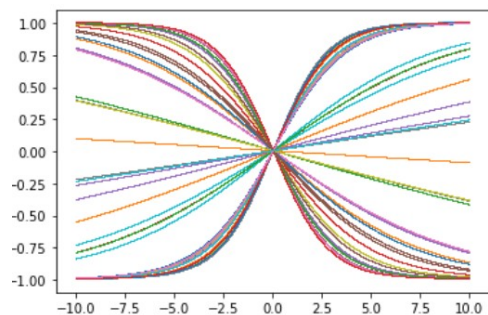


Аппроксимируемая функция:

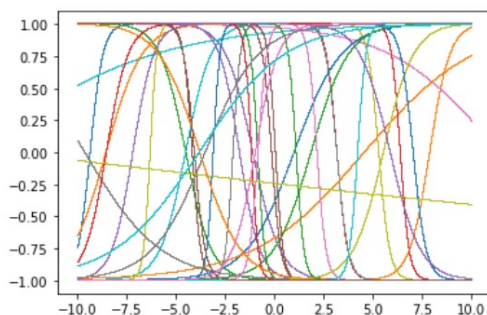


Зависимость выходов  $y_k(x)$  нейронов скрытого слоя от входа сети (изобразить на одном графике):

*До обучения*

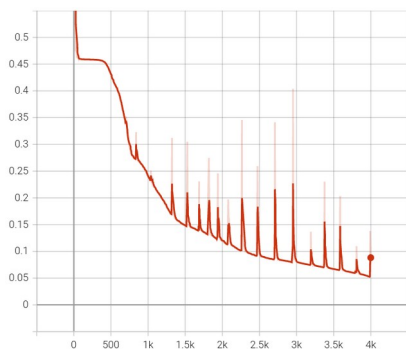


*После обучения*

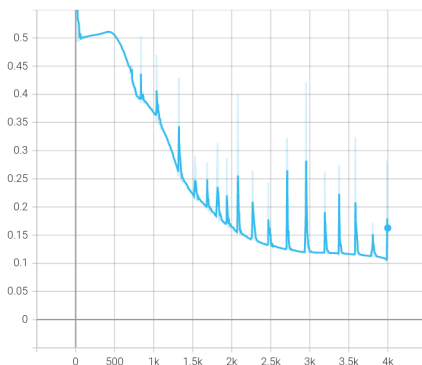


Зависимость ошибки сети  $E(\tau)$  на обучающей и валидационной выборках от времени обучения:

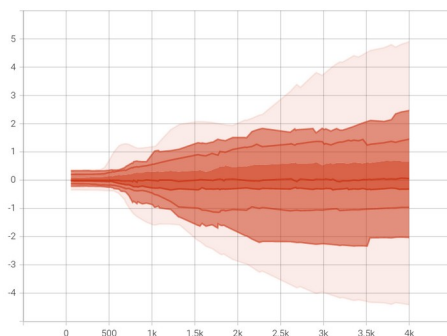
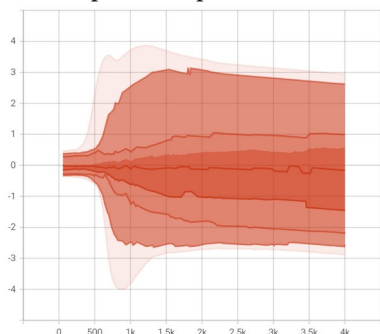
Обучающая



Валидационная



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	1.37323699	1.2191898	1.39991169
С.к.о. ошибки	0.238216	0.260080	0.317277
RMSE	0.02171832	0.0482439	0.0863264

Обученная нейросетевая модель *обладает* способностью к генерализации данных. Для улучшения качества аппроксимации требуется *продолжить* обучение имеющейся сети.

### 3. Улучшение качества аппроксимации

Параметры архитектуры сети:

Число входов	Число выходов	Число нейронов в скрытом слое	Функция активации нейронов скрытого слоя	Функция активации выходного нейрона
1	1	40	$y = \tanh(x)$	Linear $y = h$

Параметры обучения:

Метод обучения	Скорость обучения $\alpha$	Режим обучения	Функция потерь
GD	0.05	batch	Quadratic loss

Метод инициализации сети: инициализация Хавьера

Критерий останова: увеличение значения функции потерь на валидационной выборке на протяжении 20 эпох.

Показатели качества обученной нейросетевой модели:

	Обучающая	Валидационная	Тестовая
Макс. абс. ошибка	0.29044631	0.28779505	0.42038108
С.к.о. ошибок	0.07113638	0.10259150	0.06505007
RMSE	0.006487104	0.026449164	0.012321438

Выводы: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_