

**Отчет по лабораторной работе № 3**  
**«Применение многослойной нейронной сети**  
**для классификации данных»**

студента Шамаева Сергея группы Б21-514 Дата сдачи: \_\_\_\_\_  
Ведущий преподаватель: \_\_\_\_\_ оценка: \_\_\_\_\_ подпись: \_\_\_\_\_

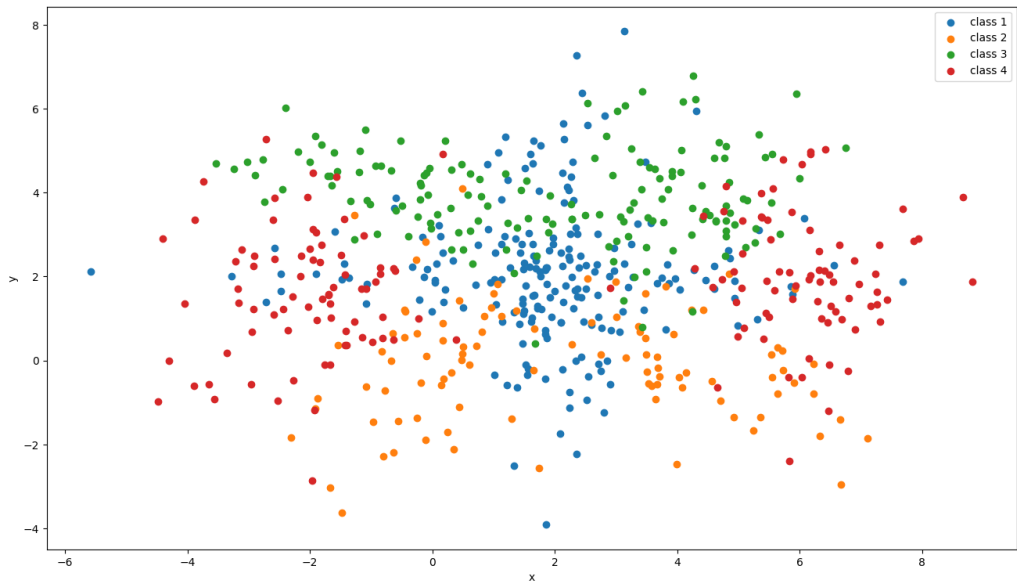
Вариант № 4

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

1. Исходные данные

Число признаков	Число классов	Объём выборки	Объёмы выборок для каждого класса
2	4	600	200; 100; 150; 150

Диаграмма рассеяния исходных данных:



(отметить данные разных классов разными цветами)

Формирование обучающей, валидационной и тестовой выборки:

	Обучающая	Валидационная	Тестовая	Всего
%	60	30	10	100
Объём выборки	360	180	60	600
Объёмы выборок для 1 класса	112	61	27	200
Объёмы выборок для 2 класса	69	23	8	100
Объёмы выборок для 3 класса	84	58	8	150
Объёмы выборок для 4 класса	95	38	17	150

Предобработка данных:

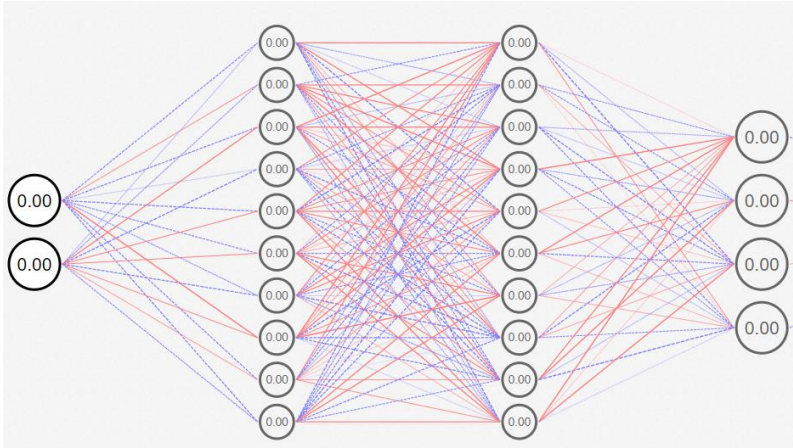
	Метод	Параметры метода	Формула расчёта
Предобработка входов	MinMaxScaler	feature range = (-1, 1)	$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$
Предобработка выходов	-		

2. Построение нейросетевого классификатора с двумя скрытыми слоями

Параметры архитектуры сети:

Число входов	Число выходов	Число и АХ нейронов 1-го скрытого слоя	Число и АХ нейронов 2-го скрытого слоя	Функция активации выходного нейрона
2	4	10, tanh	10, tanh	Logistic / Softmax

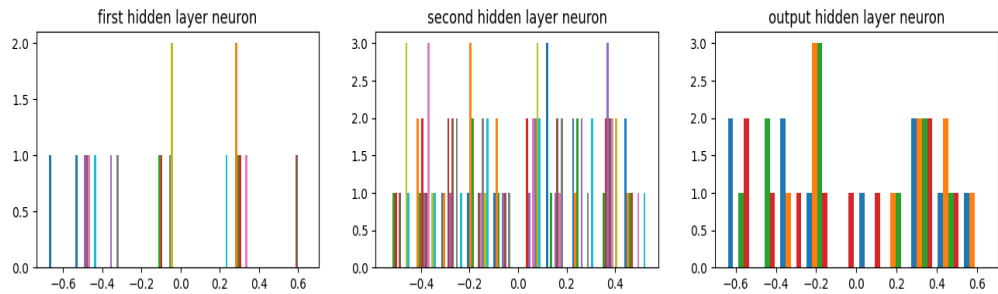
Схема нейронной сети:



Параметры обучения:

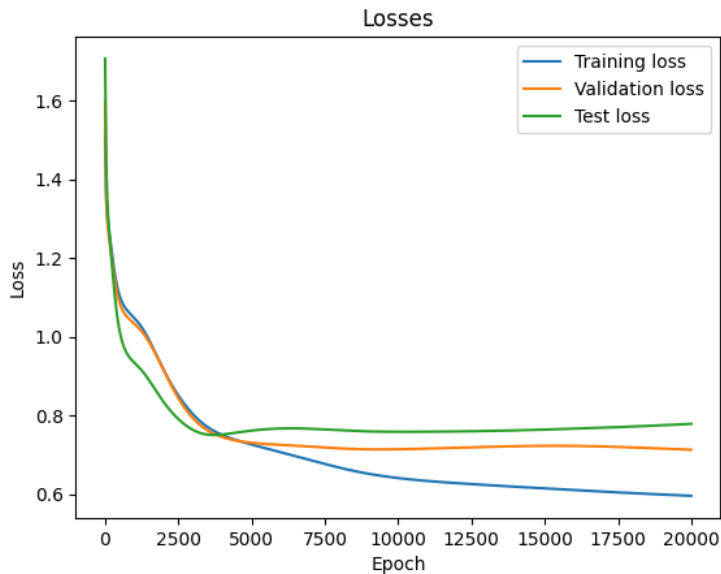
Метод обучения	Параметры метода обучения	Режим обучения	Функция потерь
Momentum	$lr = 0.001$ momentum = 0.8	SGD	Categorical cross-entropy

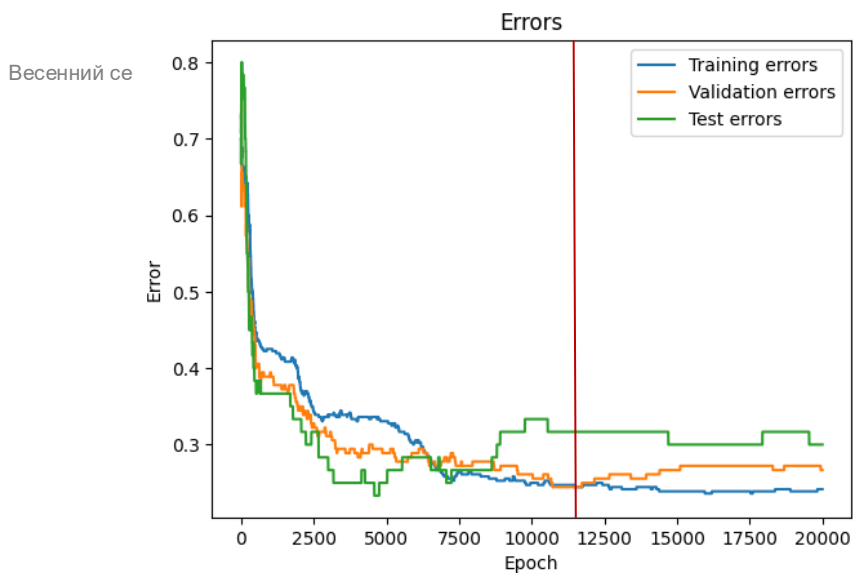
Параметры инициализации:



Критерий останова: 20000 эпох.

Зависимость средней функции потерь  $E(\tau)$  (левая ось) и ошибки классификации  $\varepsilon(\tau)$  (правая ось) на обучающей, валидационной и тестовой выборках от времени обучения (всего 6 графиков):



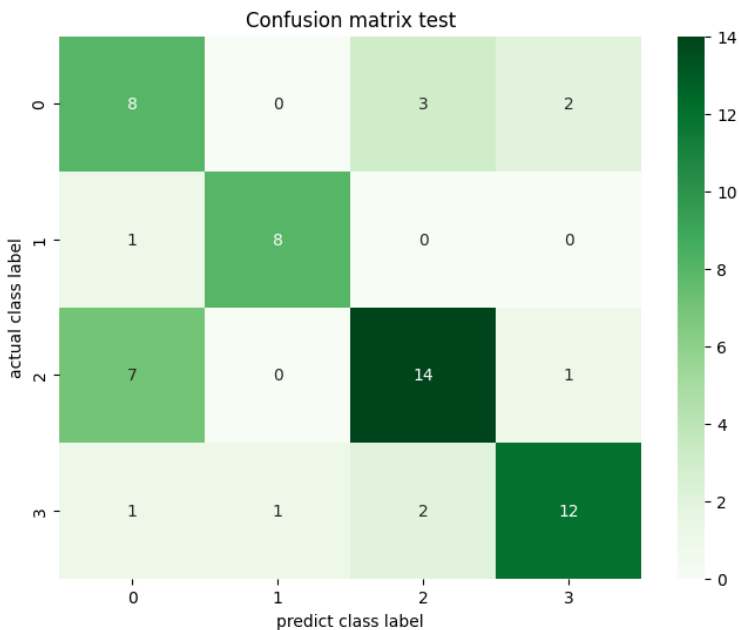
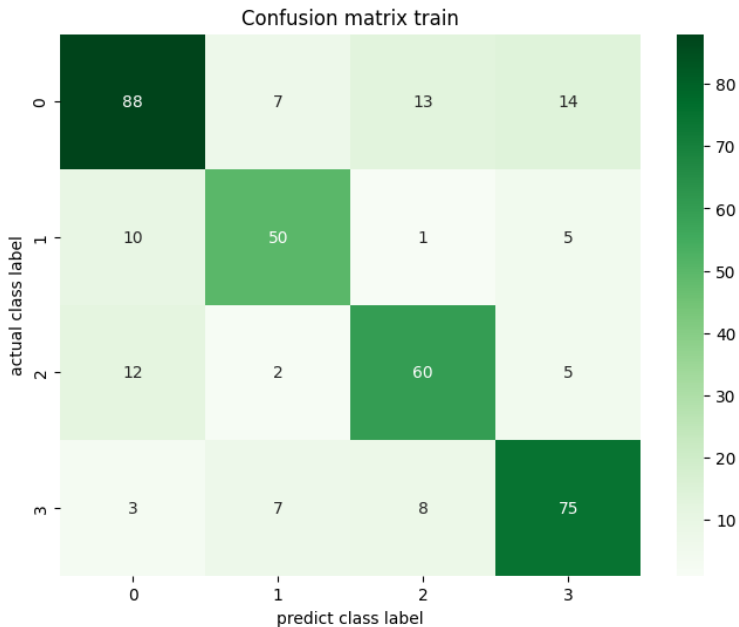


**Отметить на графике начало переобучения (если наблюдается)**  
 ( $\varepsilon$  = число неверно классифицированных примеров/число всех примеров)

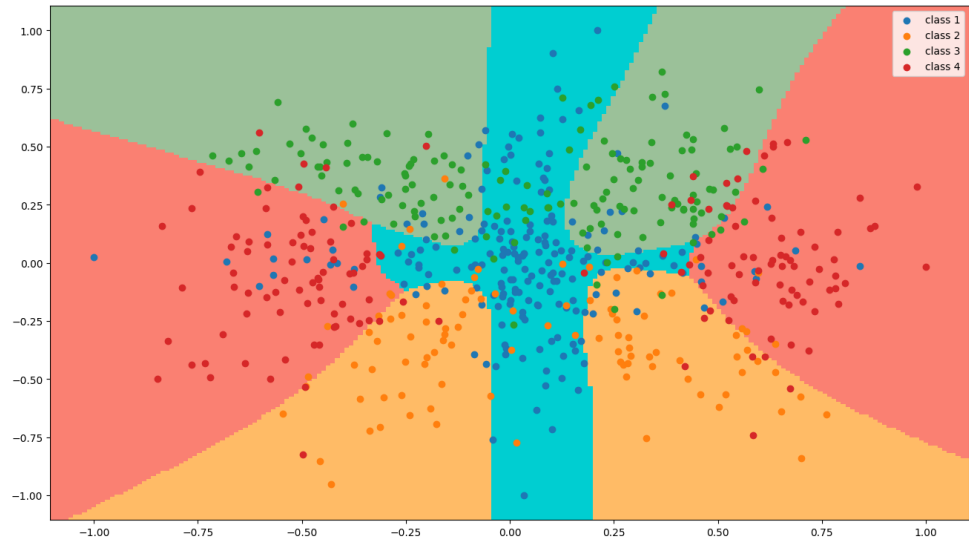
Показатели качества обученного нейросетевого классификатора:

	Обучающая	Валидационная	Тестовая
Среднее значение функции потерь $E$	0.595	0.712	0.778
Ошибка классификации $\varepsilon$	0.241	0.266	0.3

Весенний семестр 2022/2023. Лабораторный практикум по курсу «Нейронные сети»  
Матрица ошибок классификации обученной сети на обучающей / тестовой выборках:



Формируемые обученной сетью области классов:



(нанести на диаграмму исходные данные, закрасить области разных классов разными цветами, отметить границы между классами)

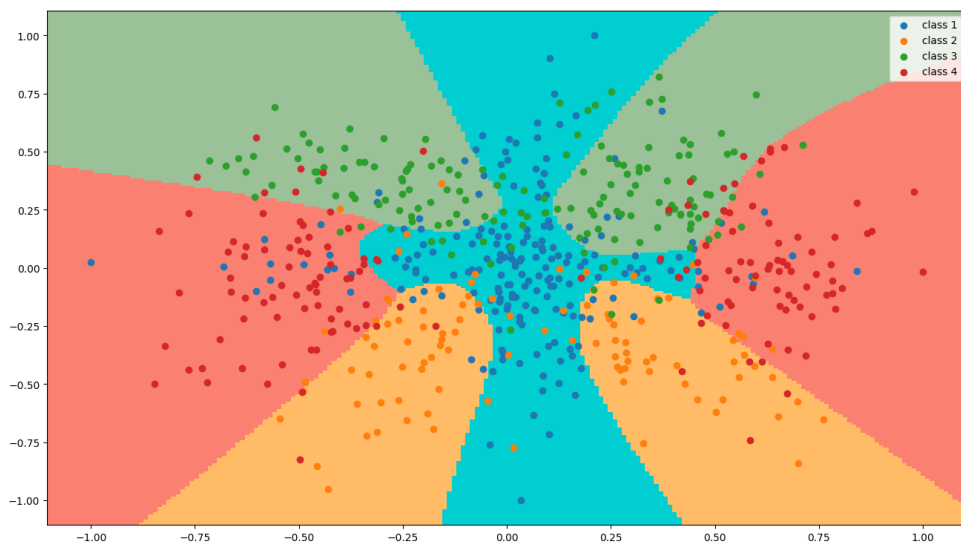
3. Проверка устойчивости найденного решения

Провести обучение сети заново из другой случайной начальной точки  $w(0)$ .

Показатели качества обученного нейросетевого классификатора:

	Обучающая	Валидационная	Тестовая
Среднее значение функции потерь $E$	0.573	0.711	0.828
Ошибка классификации $\epsilon$	0.233	0.277	0.316

### Формируемые обученной сетью области классов:



(нанести на диаграмму исходные данные, закрасить области разных классов разными цветами, отметить границы между классами)

Выводы: Данный классификатор устойчив к выбору начальных весов, можно заметить, что он достаточно точно разделяет классы. Основная ошибка связана с перемешиванием классов изначальных данных. После 10000 эпох на валидационной выборке мы видим переобучение, однако функция потерь имеет лишь незначительный рост.