

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

студента Баранова Александра группы Б22-534 . Дата сдачи: 07.05.2025
Ведущий преподаватель: Трофимов А. Г. оценка: _____ подпись: _____

Вариант №9

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, 150, 150, 100]

Диаграмма рассеяния исходных данных (отметить данные разных классов разными цветами):



Формирование обучающей, валидационной и тестовой выборок:

	Обучающая	Валидационная	Тестовая	Всего
%	60	30	10	100
Объём выборки	360	180	60	600
Объёмы выборок для каждого класса	[112, 69, 84, 95]	[27, 8, 8, 17]	[61, 23, 58, 38]	[200, 100, 150, 150]

Предобработка данных:

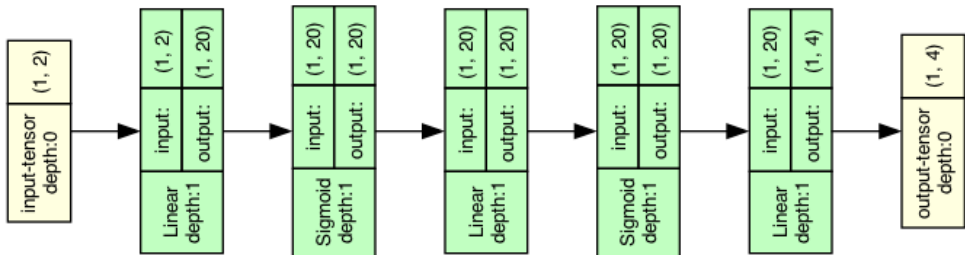
	Метод	Параметры метода	Формула расчёта
Предобработка входов	Whitening	\bar{X}, Σ	$X' = \Sigma^{-\frac{1}{2}}(X - \bar{X})$
Предобработка выходов	One-Hot encoding	K	$y' = (y_1 \quad y_2 \quad \dots \quad y_K)$ $y_i = \begin{cases} 1, & \text{if } y = i \\ 0 \end{cases}$

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 слоя
2	4	20, Sigmoid	20, Sigmoid	<i>Softmax</i>

Схема нейронной сети:



Параметры обучения:

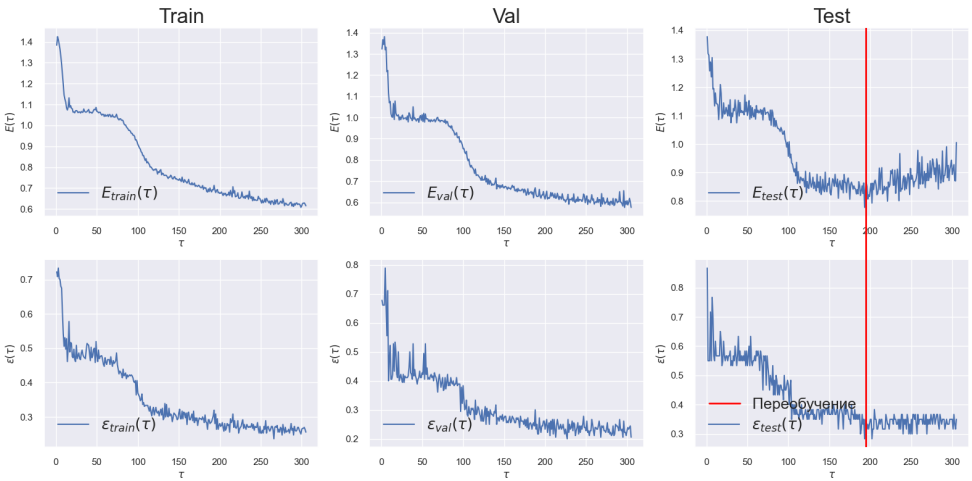
Метод обучения	Параметры метода обучения	Режим обучения	Функция потерь
Momentum	$\alpha = 0.05$ $\eta = 0.9$	Mini-Batch bs = 20	<i>Categorical cross-entropy</i>

Параметры инициализации:

Распределение весов 1-го скрытого слоя	Распределение весов 2-го скрытого слоя	Распределение весов выходного слоя
Xavier_normal(0, 0.1)	Xavier_normal(0, 0.1)	Xavier_normal(0, 0.1)

Критерий останова: **Early Stopping**

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

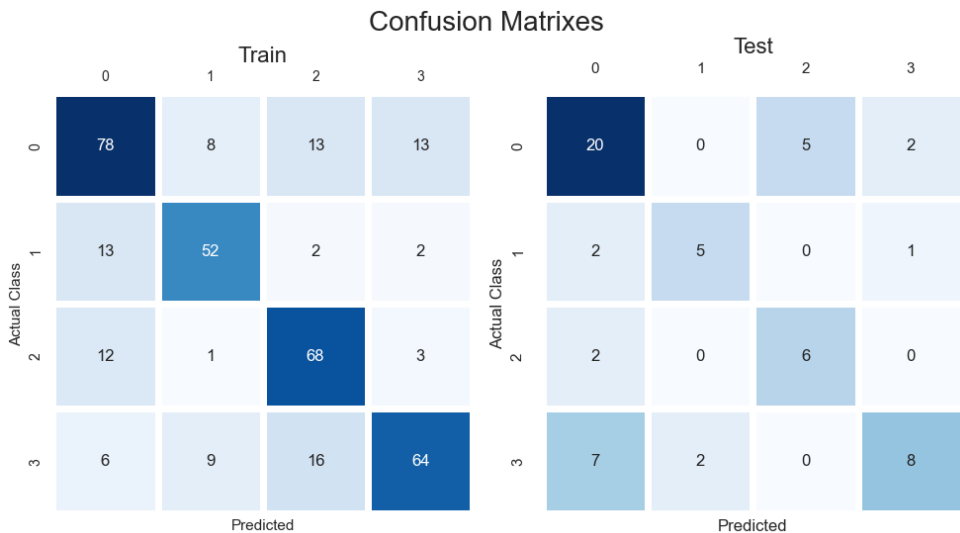


Отметить на графике начало переобучения (если наблюдается)
(ϵ = число неверно классифицированных примеров/число всех примеров)

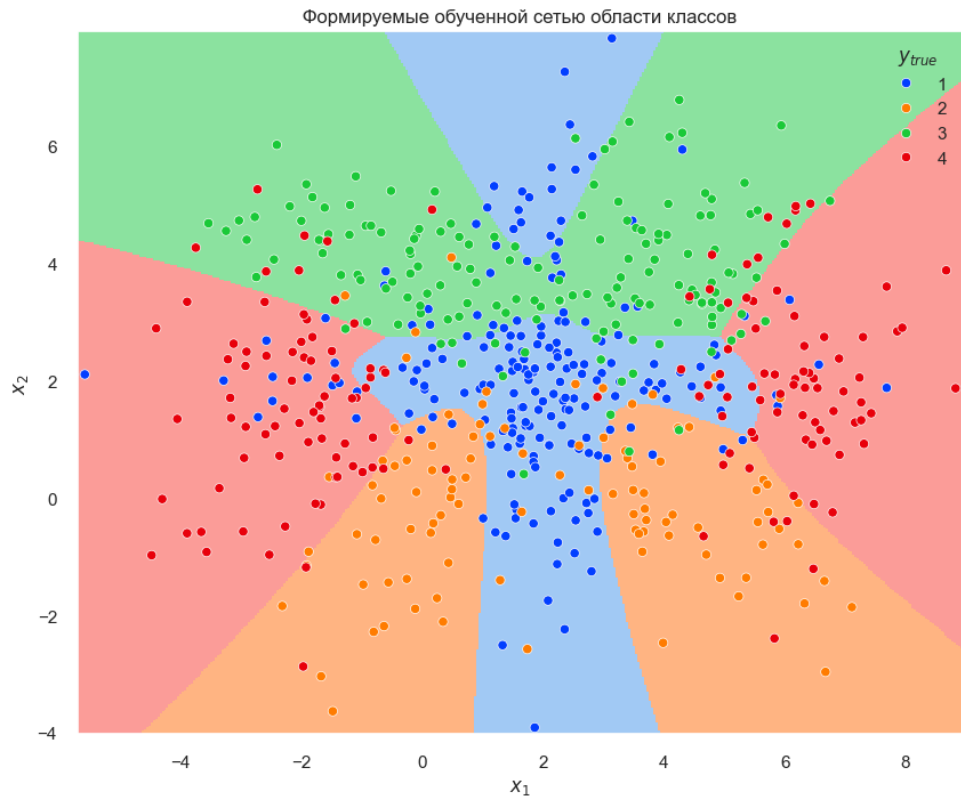
Показатели качества обученного нейросетевого классификатора:

	Обучающая	Валидационная	Тестовая
Среднее значение функции потерь E	0.818	0.767	0.953
Ошибка классификации ϵ	0.256	0.206	0.350

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)

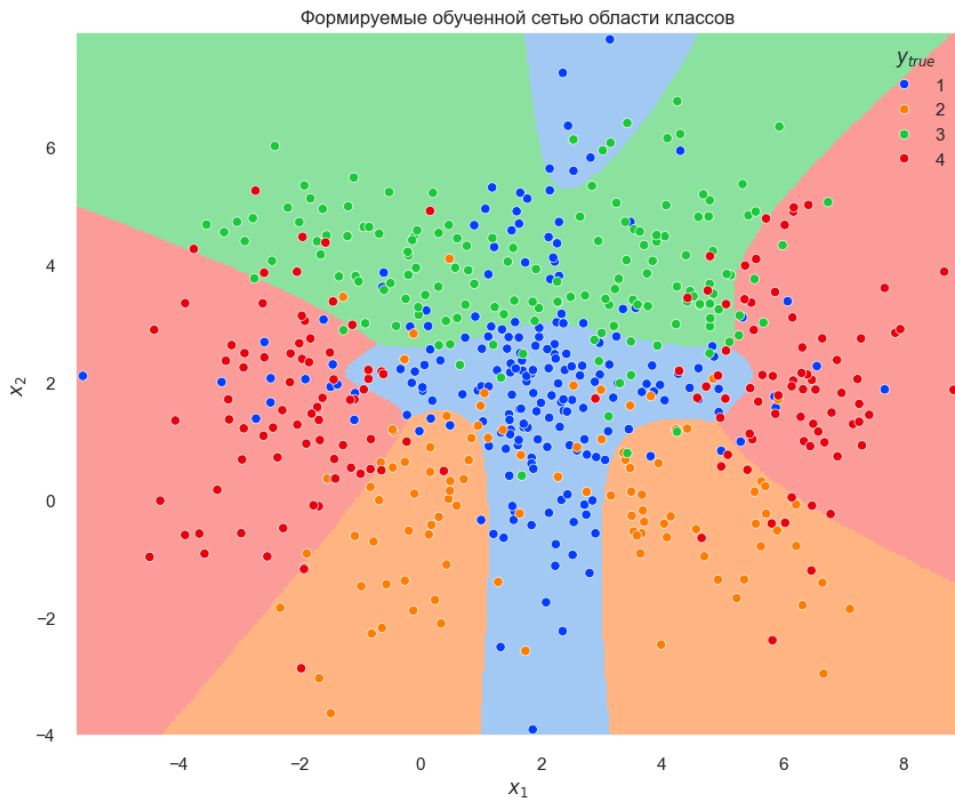
3. Проверка устойчивости найденного решения

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

Показатели качества обученного нейросетевого классификатора:

	Обучающая	Валидационная	Тестовая
Среднее значение функции потерь E	0.791	0.731	0.910
Ошибка классификации ϵ	0.270	0.250	0.350

Формируемые обученной сетью области классов:



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

Выводы: нейронная сеть с двумя скрытыми слоями способна к обобщению данных. Найденное в процессе лабораторной работы решение является устойчивым и показывает приемлемые результаты для таких исходных данных.