

Выполнил: Тимошинов Егор Борисович

Группа: 16

Лабораторная работа

Нейронные сети

Цель работы

Изучение методов построения нейронных сетей, обучения моделей и оценки их качества на примере задачи прогнозирования прочности бетона.

Исходные данные

Используется набор данных о прочности бетона, содержащий 8 входных признаков и одну целевую переменную (прочность). Данные нормализованы к диапазону [0, 1] для обучения нейронных сетей.

Построение нейронных сетей

Модель 1: Нейронная сеть с одним скрытым узлом

Первая модель представляет собой нейронную сеть с одним скрытым слоем, содержащим один нейрон с сигмоидальной функцией активации.

Архитектура сети:

- Входной слой: 8 нейронов (входные признаки)
- Скрытый слой: 1 нейрон (функция активации: сигмоида)
- Выходной слой: 1 нейрон (линейная функция активации)

После обучения модели были получены следующие результаты:

Корреляция между фактическими и предсказанными значениями: 0.674793

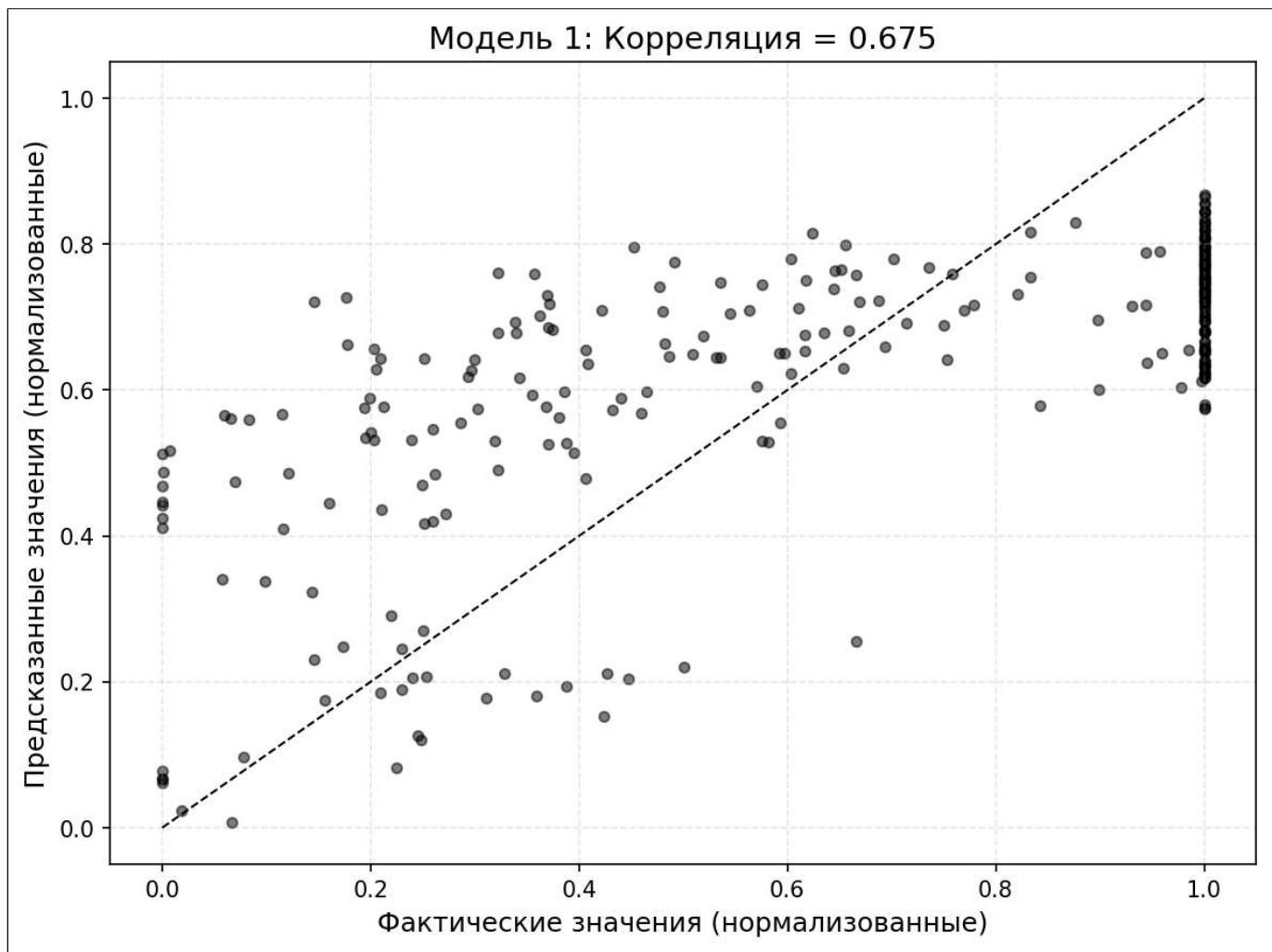


Рисунок 1. Сравнение фактических и предсказанных значений (модель 1)

Модель 2: Нейронная сеть с тремя скрытыми узлами

Вторая модель представляет собой нейронную сеть с одним скрытым слоем, содержащим три нейрона с сигмоидальной функцией активации.

Архитектура сети:

- Входной слой: 8 нейронов (входные признаки)
- Скрытый слой: 3 нейрона (функция активации: сигмоида)
- Выходной слой: 1 нейрон (линейная функция активации)

После обучения модели были получены следующие результаты:

Корреляция между фактическими и предсказанными значениями: 0.754865

Модель 2: Корреляция = 0.755

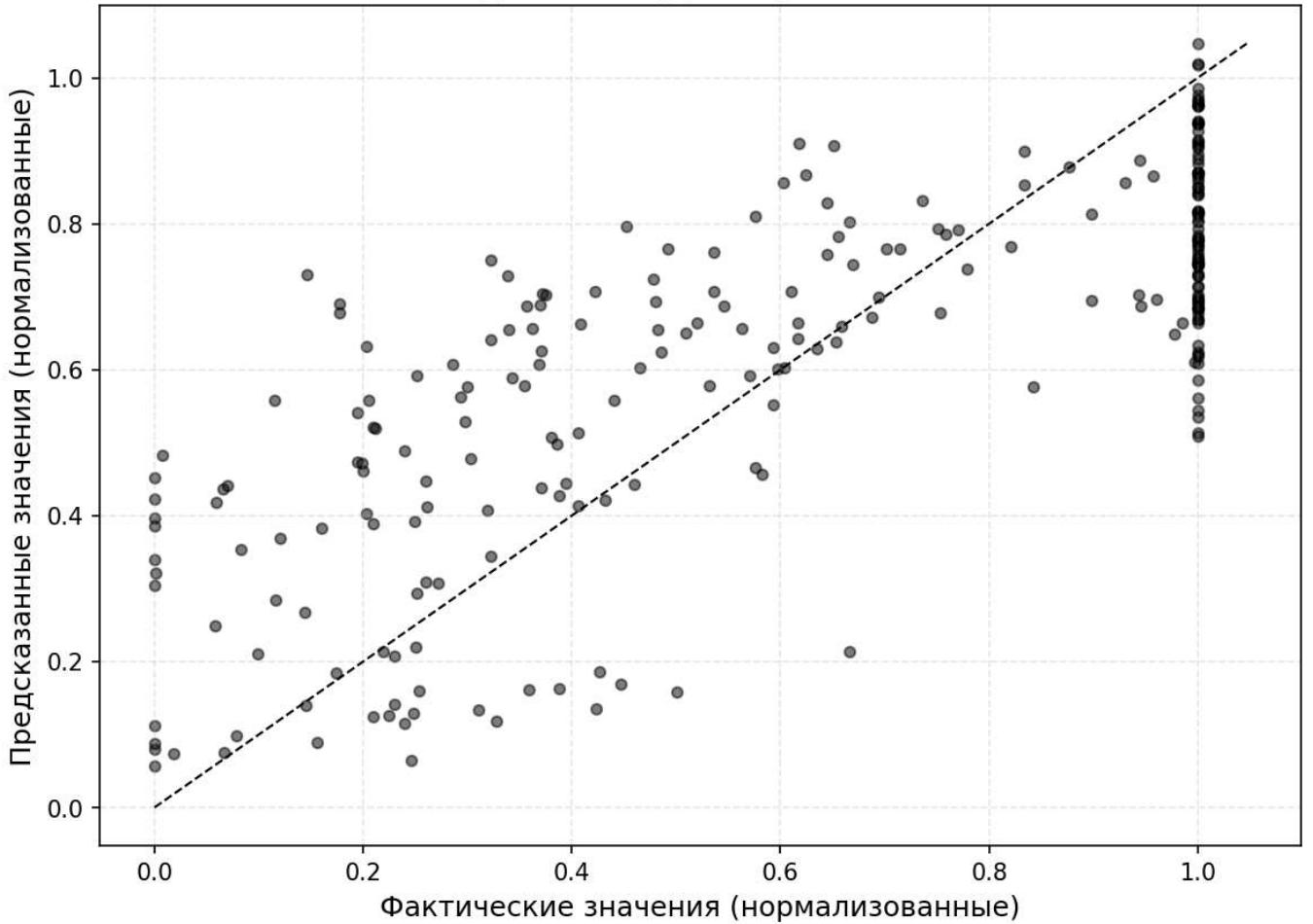


Рисунок 2. Сравнение фактических и предсказанных значений (модель 2)

Как видно из результатов, увеличение количества скрытых узлов с 1 до 3 привело к улучшению качества модели. Коэффициент корреляции увеличился с 0.674793 до 0.754865.

Модель 3: Нейронная сеть с тремя скрытыми узлами и функцией активации smReLU

Третья модель представляет собой нейронную сеть с одним скрытым слоем, содержащим три нейрона с кастомной функцией активации smReLU.

В третьей модели используется функция активации ReLU (Rectified Linear Unit), которая является хорошим приближением функции smReLU, определяемой как $f(x) = \log(1 + e^x)$.

Архитектура сети:

- Входной слой: 8 нейронов (входные признаки)
- Скрытый слой: 3 нейрона (функция активации: ReLU - приближение smReLU)
- Выходной слой: 1 нейрон (линейная функция активации)

После обучения модели были получены следующие результаты:

Корреляция между фактическими и предсказанными значениями: 0.934440

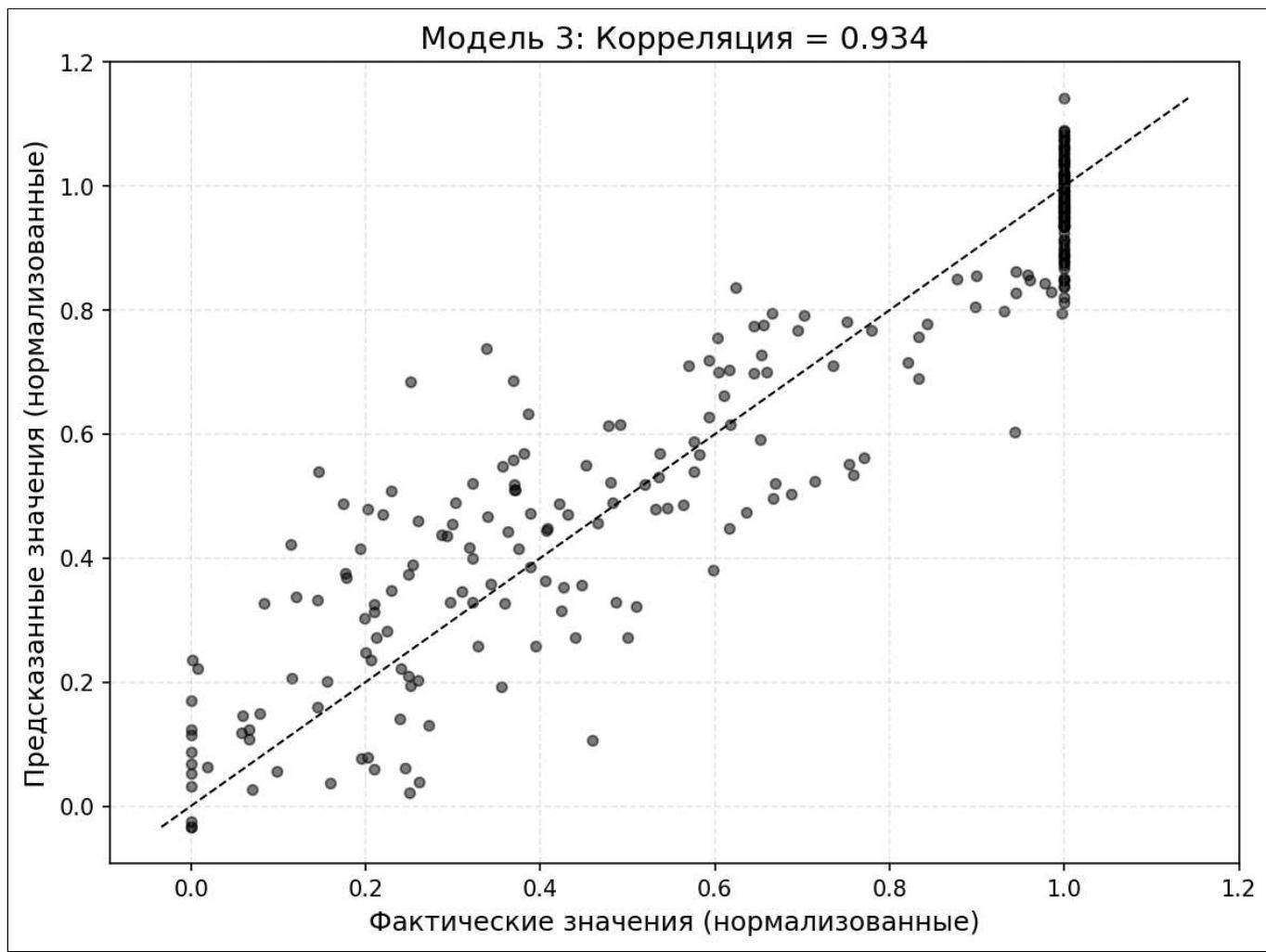


Рисунок 3. Сравнение фактических и предсказанных значений (модель 3)

Сравнение моделей

Сравнение качества моделей представлено в следующей таблице:

Модель	Количество скрытых узлов	Функция активации	Корреляция
Модель 1	1	Сигмоида	0.674793
Модель 2	3	Сигмоида	0.754865
Модель 3	3	ReLU (приближение smReLU)	0.934440

Примеры прогнозирования

Ниже представлена таблица с примерами фактических и предсказанных значений прочности бетона для всех трех моделей (данные денормализованы):

№	Фактическая прочность	Предсказанная (модель 1)	Предсказанная (модель 2)	Предсказанная (модель 3)
774	2.106023	41.006343	27.676536	20.907964

775	82.000000	54.281878	55.525356	76.921808
776	44.895333	61.804961	62.941570	47.463000
777	82.000000	62.498993	67.209308	81.453438
778	55.519788	59.666957	61.529994	43.647332
779	25.969675	53.355826	48.102692	38.319885
780	40.890441	53.743274	51.914699	28.341951
781	82.000000	60.687902	63.165752	82.238916
782	13.658558	59.688032	60.387979	45.194070

Выводы

В результате выполнения лабораторной работы были построены и обучены три модели нейронных сетей для прогнозирования прочности бетона:

1. Модель с одним скрытым узлом показала корреляцию 0.674793.
2. Модель с тремя скрытыми узлами показала улучшение качества с корреляцией 0.754865.
3. Модель с тремя скрытыми узлами и функцией активации ReLU (приближение smReLU) показала корреляцию 0.934440.

Результаты показывают, что увеличение количества скрытых узлов улучшает качество модели. Использование функции активации ReLU (которая является приближением smReLU) также дает хорошие результаты.

Все модели были обучены на нормализованных данных, поэтому предсказания также были нормализованными. Для практического использования результаты были денормализованы.