

Курсовая работа

Оптимизация архитектуры линейного перспетрона с помощью генетического алгоритма

Выполнил студент 206 группы
Клиентов Григорий Алексеевич.

Научный руководитель:
Д. ф.-м. н., профессор
Голубцов Пётр Викторович

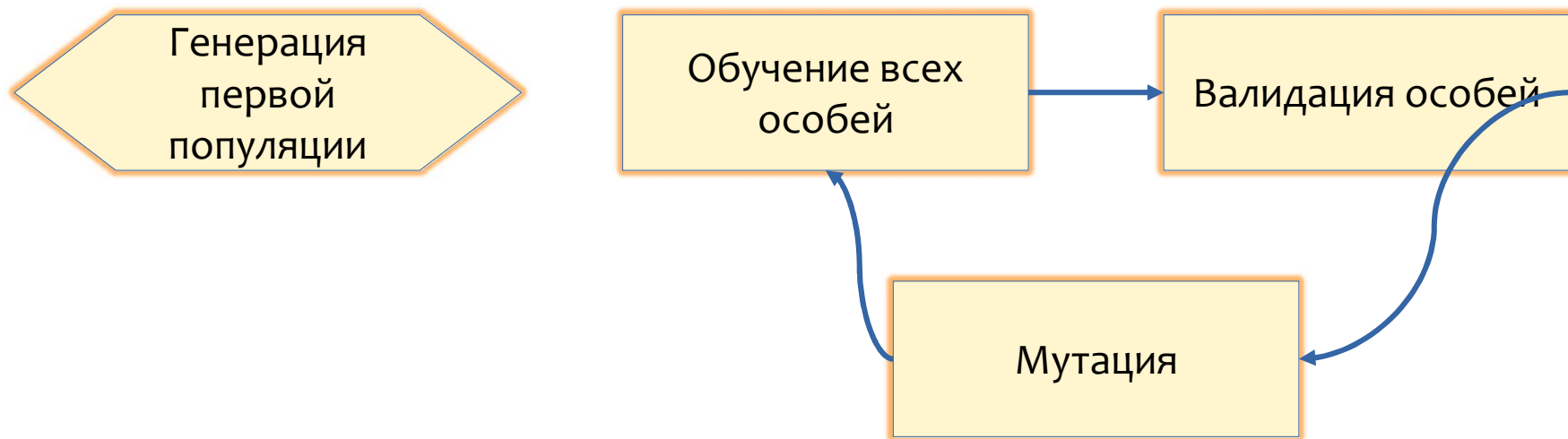
Цель работы

- Реализовать модель генетического алгоритма для оптимизации архитектуры НС
- Изучения работы модели ГА

Актуальность

- Алгоритм работает на основе перебора вариантов, что позволяет находить нетривиальные решения
- Алгоритм использует эволюционный подход, тем самым уменьшая время поиска наилучшего результата

Схема работы генетического алгоритма (ГА)



Реализация алгоритма

- Алгоритм был реализован на языке Python 3, при помощи Pytorch
- Исходные данные разбиты на 3 набора: обучающих, валидационный и тестовый
- Архитектуры строятся из следующих последовательных слоёв:
 - Линейный слой нейронов
 - Функции активации (ReLU, TanH, Sigmoid)
- Критерий — MSELoss
- Оптимизаторы параметров НС — SGD и ADAM
- Оптимизаторы параметров НС — SGD и ADAM
- Возможные мутации, происходящие случайным образом:
 - Удаление слоя
 - Добавления слоя
 - Изменения количества параметров слоя
 - Изменение оптимизатора параметров НС
- Использована стратегия элитизма — особи, показавшие наилучший результат, переходят в новую популяцию без мутаций

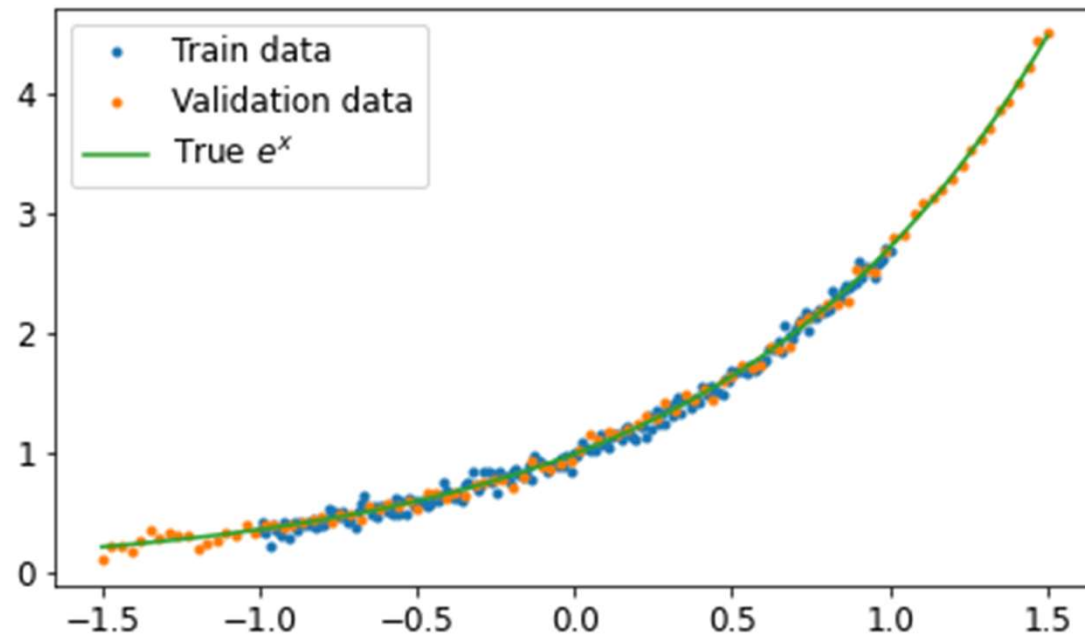
Рассмотренные типы задач для нейронных сетей

- Аппроксимация функций $y = e^x$ и $y = \sin x$
- Классификация точек на плоскости по схеме «Исключающее ИЛИ»

На всех задачах модель генетического алгоритма содержит в себе 15 особей, количество обучающих эпох для каждой НС равно 25.

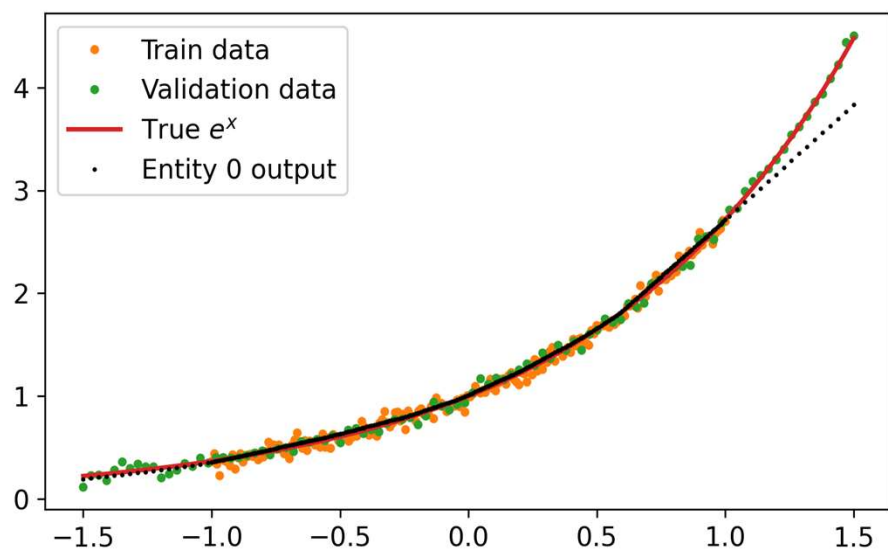
Задача аппроксимации функции $y=e^x$

Исходные данные

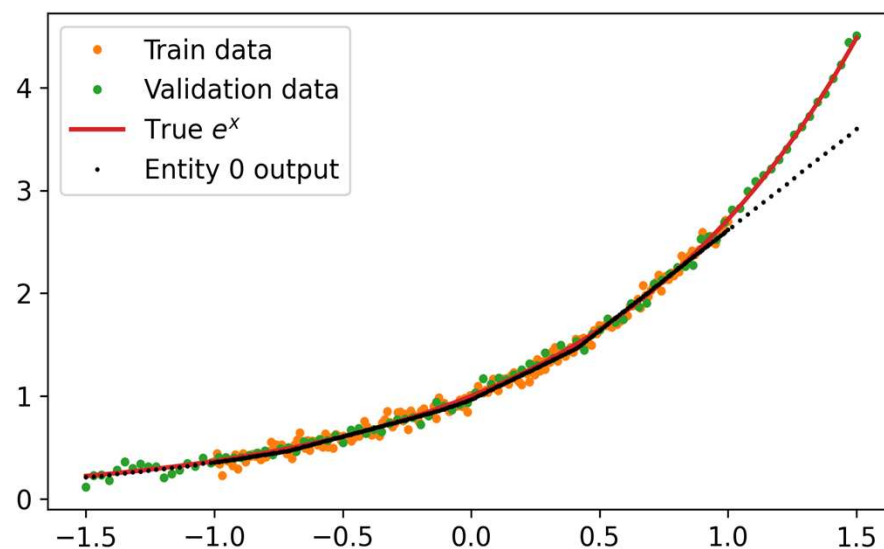


Результаты особей

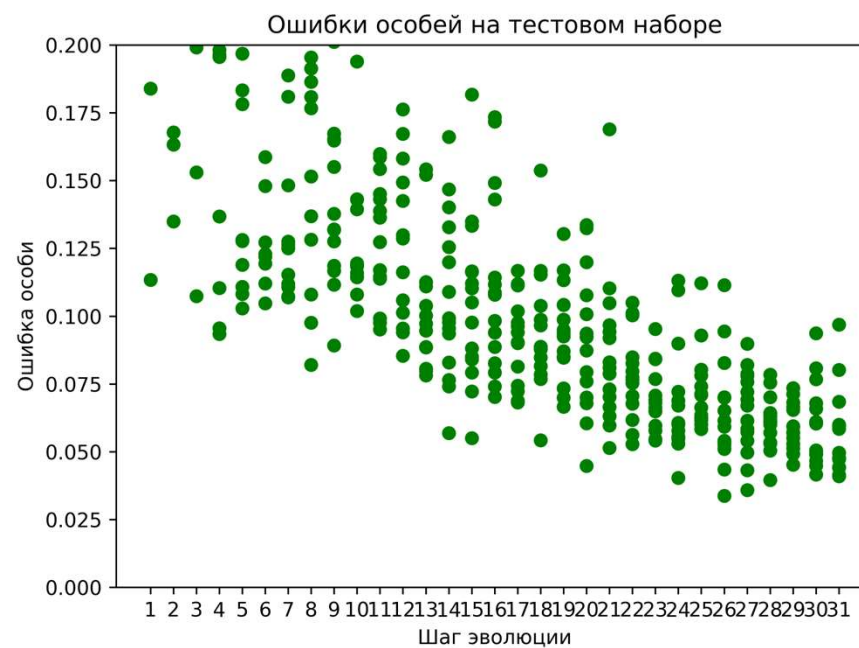
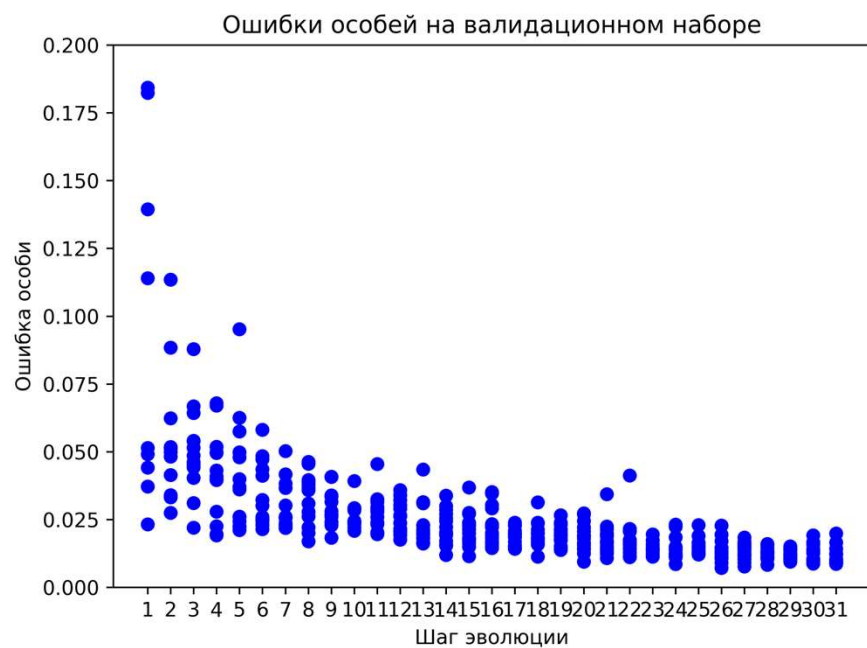
Спустя 11 эпох



Спустя 31 эпоху



История эволюции

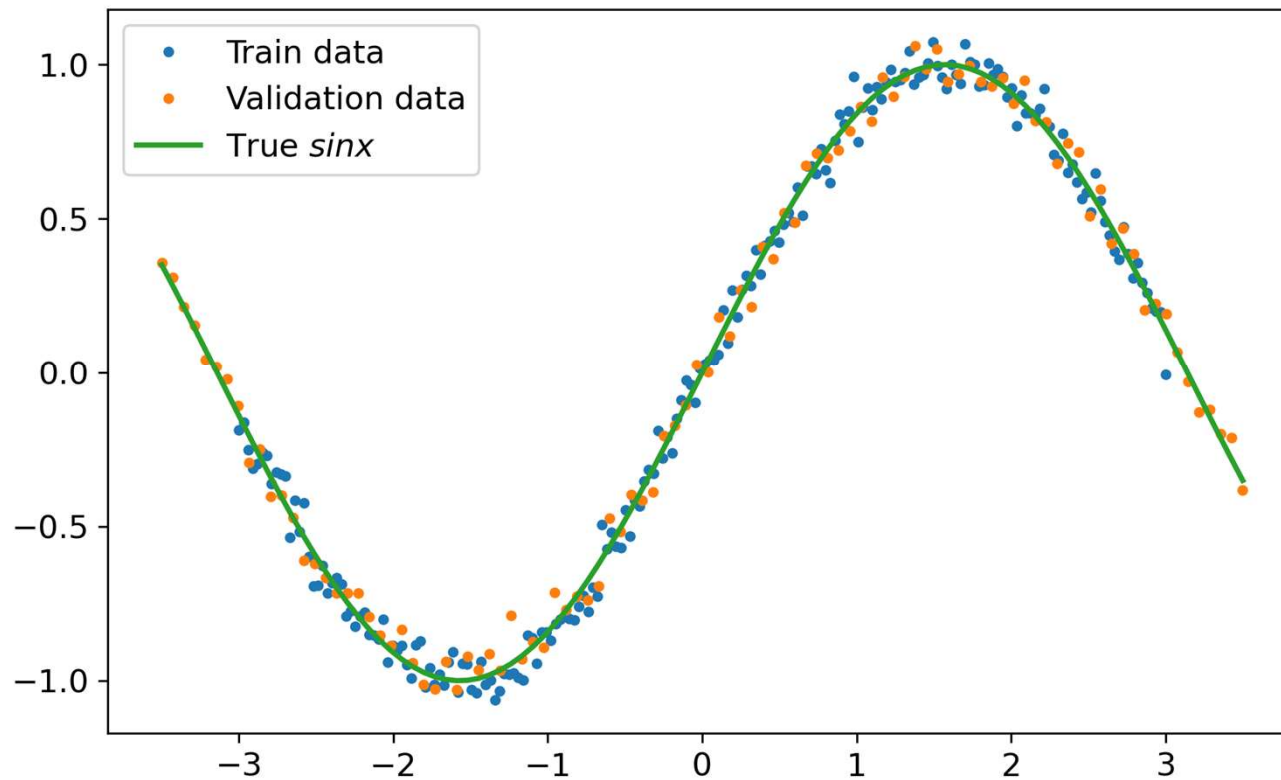


Анализ результатов

- Из графика ошибок особей видно, что с шагом эволюции размах ошибок среди особей одной популяции уменьшается, что говорит о схожести их архитектур, что позволяет более тонко подстраивать параметры на последующих шагах эволюции.
- Также стоит отметить, что минимальная ошибка среди всех особей одной популяции с течением эволюции уменьшается, что говорит о работоспособности стратегии элитизма. Однако заметны некоторые флуктуации этих ошибок. Это связано с тем, что при переходе в новую популяцию наилучшие особи заново инициализируют параметры самой НС, что может привести либо к попаданию в другой локальный минимум ошибки, либо к тому, что НС не успевает за то же количество обучающих эпох попасть в локальный минимум.

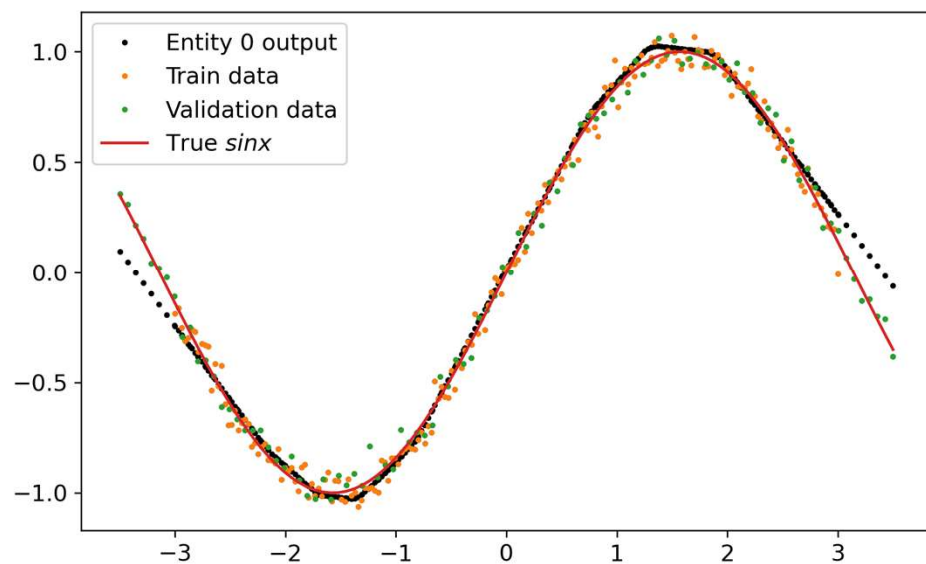
Задача аппроксимации функции $y=\sin x$

Исходные данные

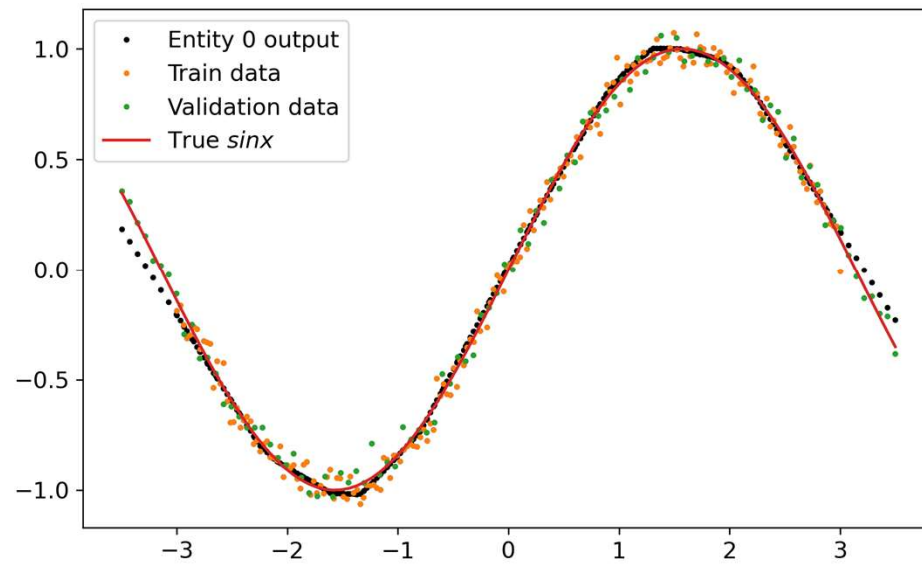


Результаты особей

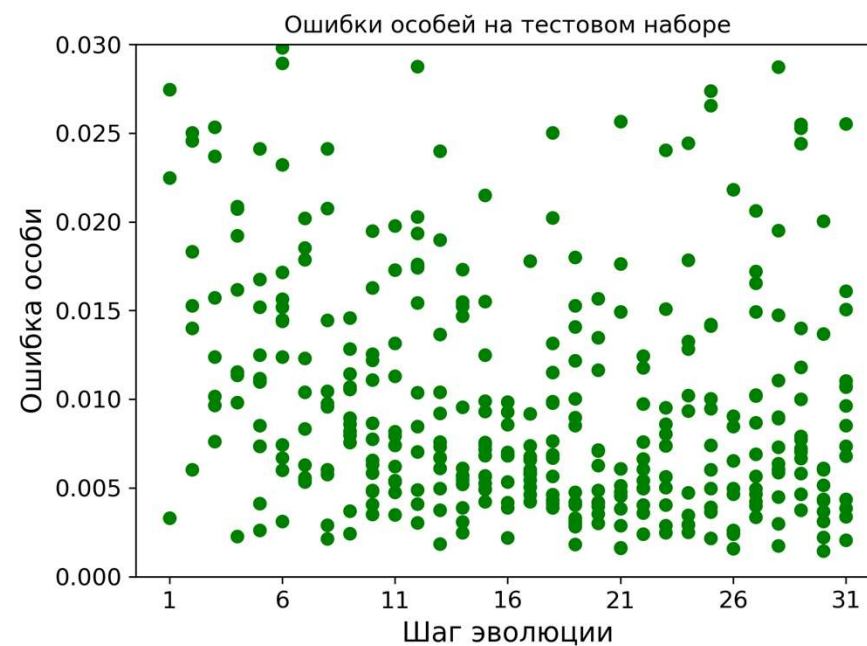
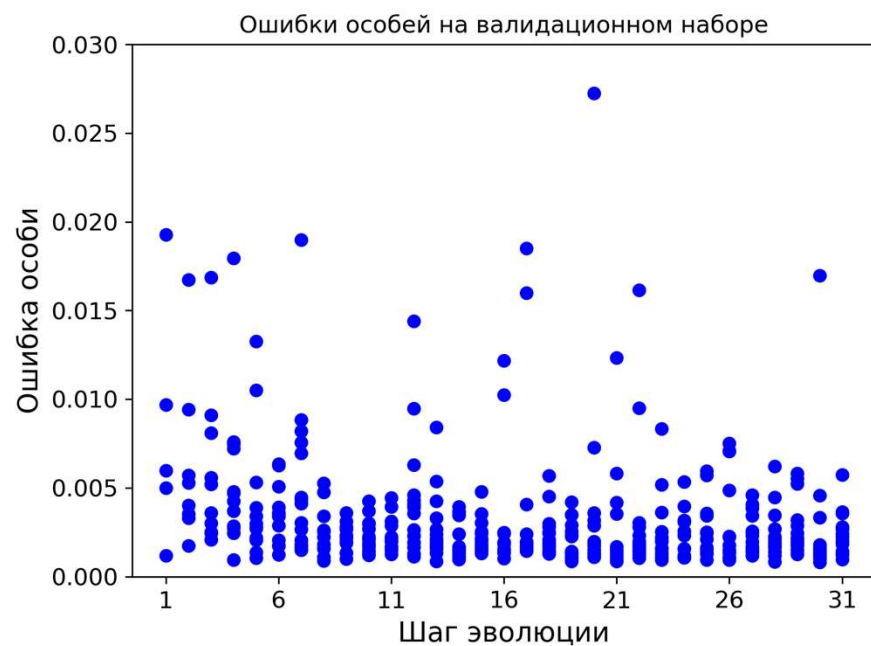
Спустя 11 эпох



Спустя 31 эпоху



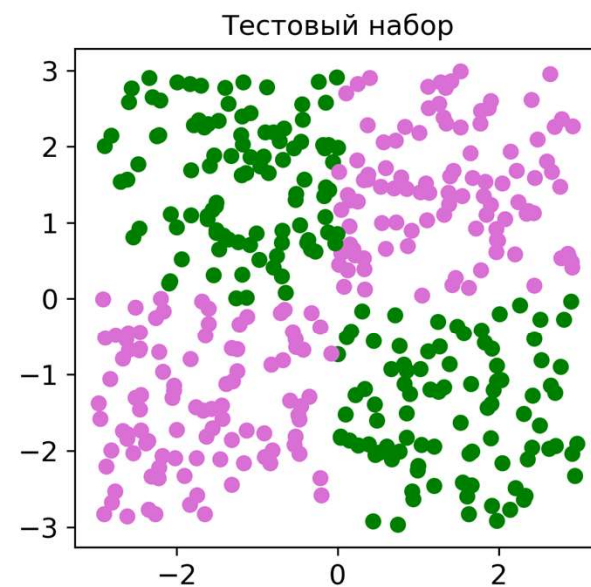
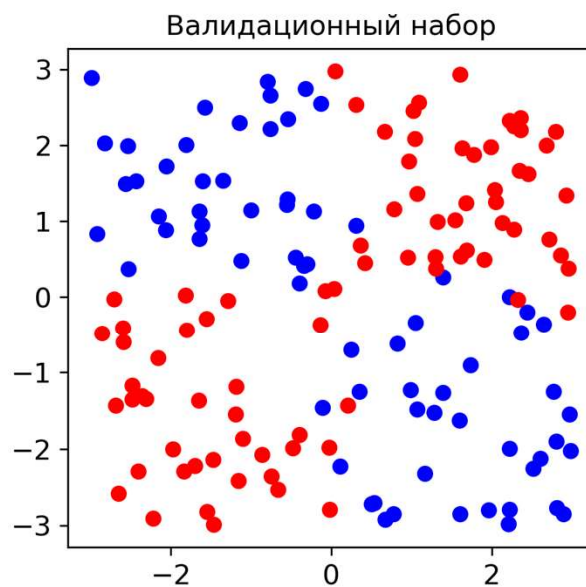
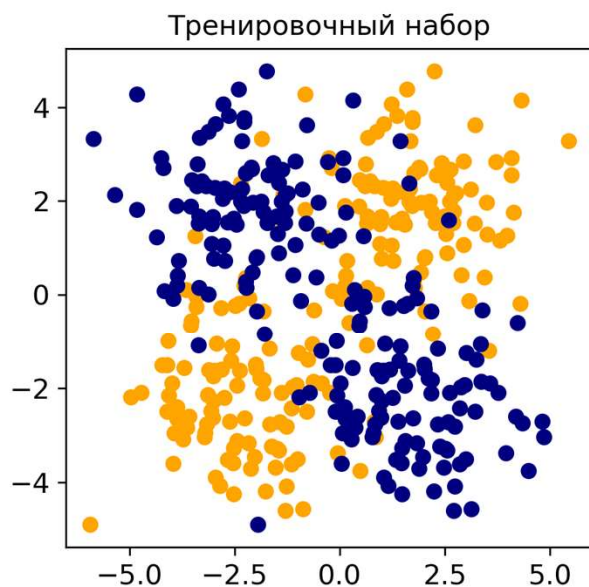
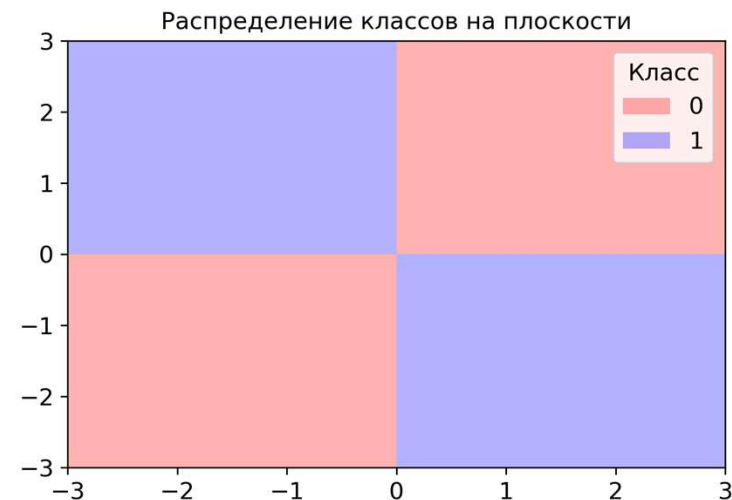
История эволюции



Анализ результатов

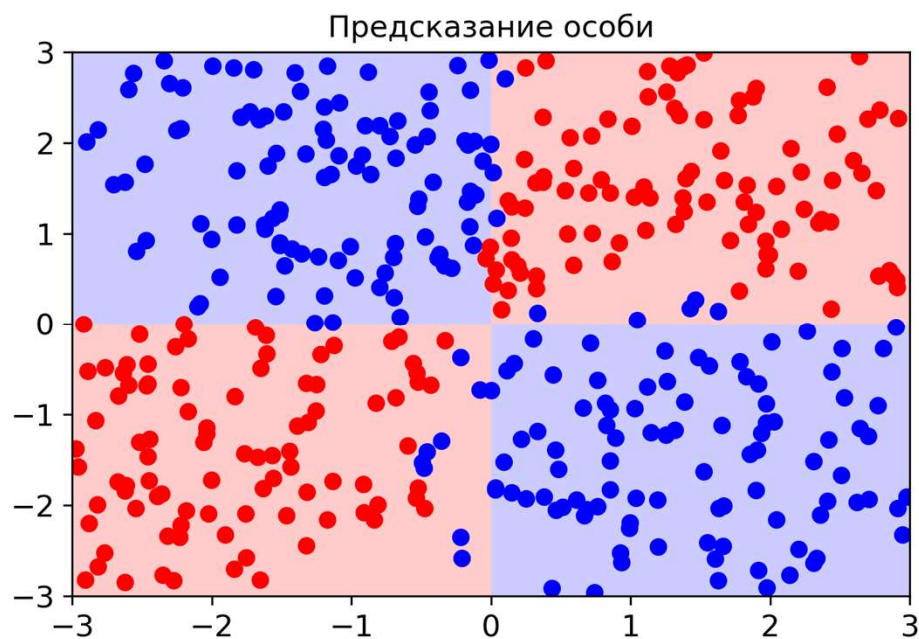
- Из графика ошибок особей видно, что с шагом эволюции размах ошибок среди особей одной популяции уменьшается, что говорит о схожести их архитектур.
- Стоит отметить, что минимальная ошибка среди особей одной популяции не уменьшается с шагом эволюции. Это связано либо с маленькой вероятностью мутации, либо с тем, что оптимальная НС была получена уже на ранних эпохах.

Задача классификации точек на плоскости

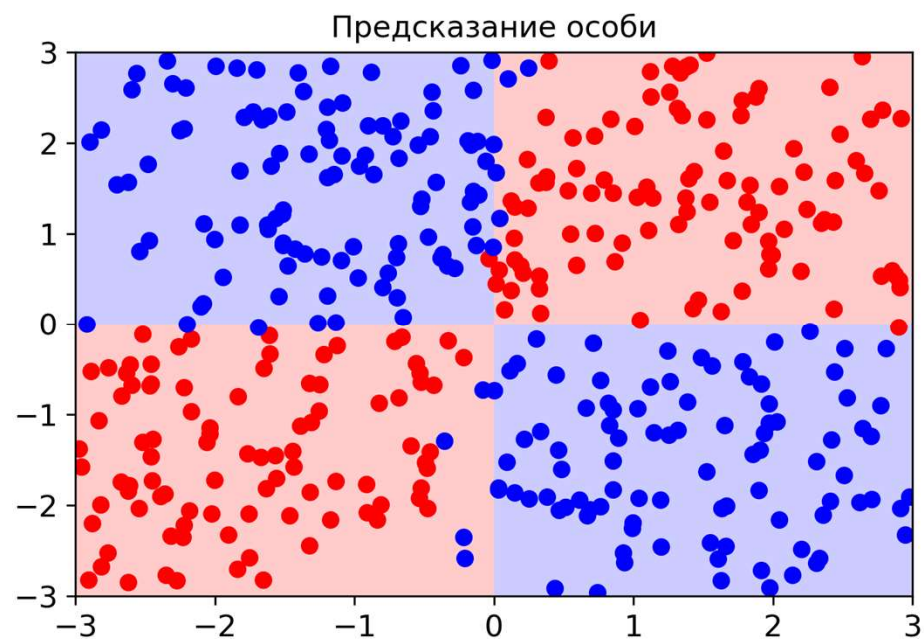


Результаты особей

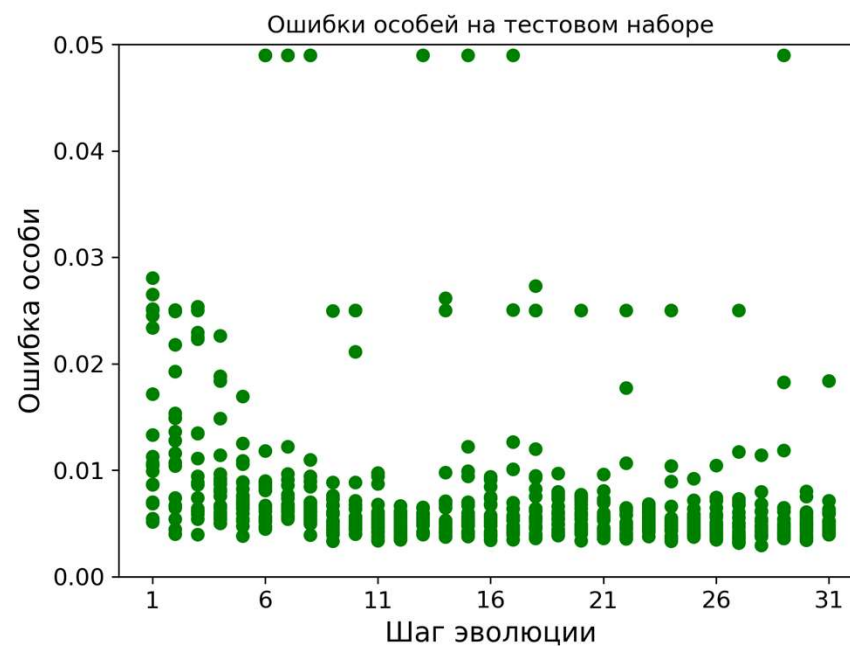
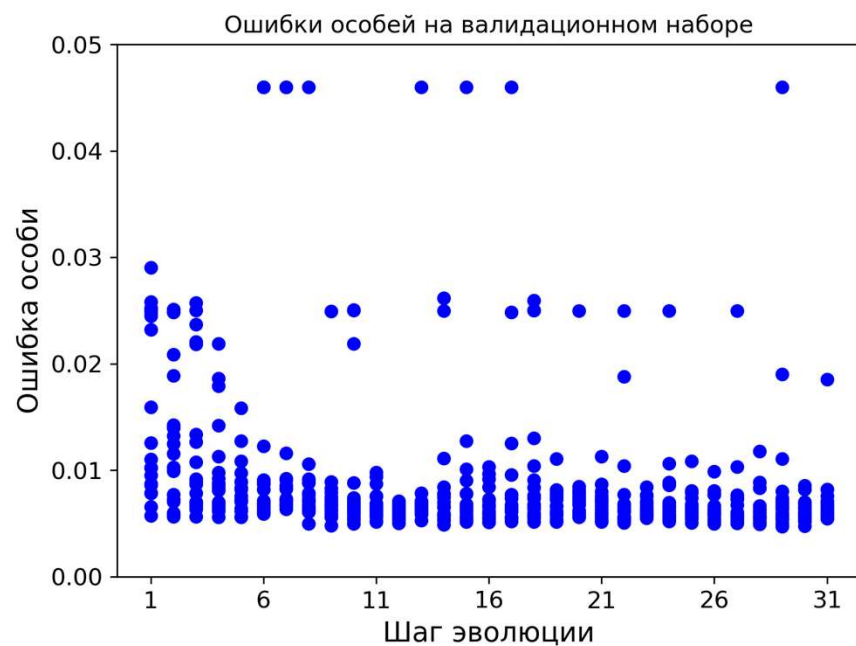
Спустя 11 эпох



Спустя 31 эпоху



История эволюции



Анализ результатов

- Из графика ошибок особей видно, что минимальная ошибка, а также размах среди всех особей одной популяции не изменяется уже с первых шагов эволюции. Это связано со спецификой поставленной для НС задачи — для оптимального решения её подходит достаточно широкий класс видов НС, поэтому все получающиеся архитектуры достаточно хорошо решают поставленную задачу.

Основные итоги работы

- Реализована модель ГА для оптимизации архитектуры линейного персептрона
- Изучено поведение данной модели на задачах аппроксимации и классификации
- Продемонстрированы случаи как уместного, так и неуместного применения ГА