

Курсовая работа по программированию

**Реализация генетического алгоритма
для оптимизации архитектуры
линейного персептрона**

Выполнил студент 206 группы
Клиентов Григорий Алексеевич

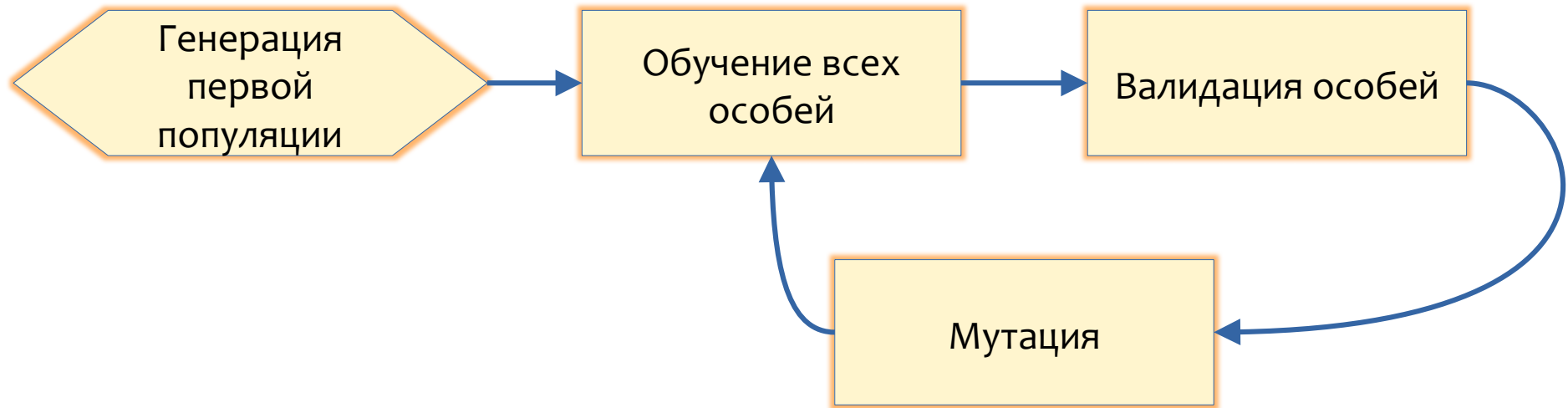
- **Идея**

- С помощью генетического алгоритма происходит выбор архитектуры НС, показывающей наилучшие результаты в решении определенной задачи.

- **Цель работы**

- Реализовать модель генетического алгоритма
- Изучить работу модели на синтетических задачах

Схема работы генетического алгоритма (ГА)



Описание особей

- С особь содержит в себе генотип, в котором зашифрована информация об архитектуре НС — последовательности из слоёв
- Слои могут быть либо полносвязными, либо функцией активации из набора (TanH, ReLU, Sigmoid)
- Оптимизатор параметров может быть либо SGD, либо ADAM
- Критерий ошибки для каждой особи — MSELoss
- Сами модели НС были имплементированы с помощью Pytorch.Sequential

Описание среды (реализации ГА)

- Мутации в генотипе возможны из набора:
 - Удаление слоя
 - Добавления слоя
 - Изменение количества параметров слоя
 - Изменение оптимизатора параметров НС
- Исходные данные разбиты на 3 набора: тренировочный, валидационный и тестовый
- Использована стратегия элитизма — особи, показавшие наилучший результат, переходят в новую популяцию без мутации.
- При эволюционном шаге в новую популяцию переходят копии 3-ёх наилучших особей, а также все мутировавшие потомки всех особей, кроме 3-ёх особей, показавших наихудший результат на валидации

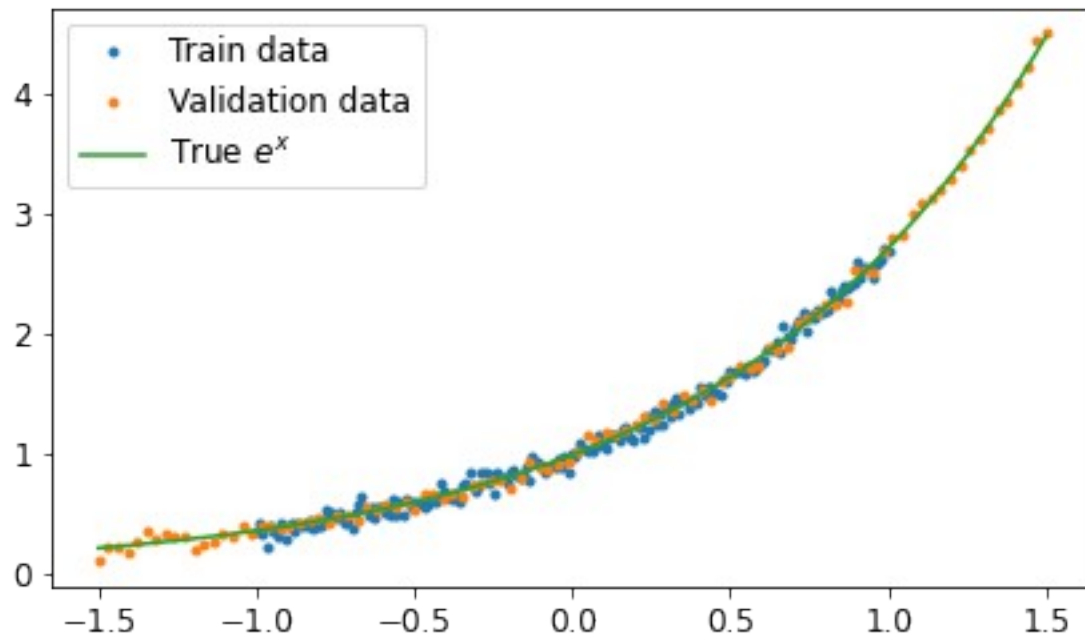
Рассмотренные типы задач для нейронных сетей

- 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.

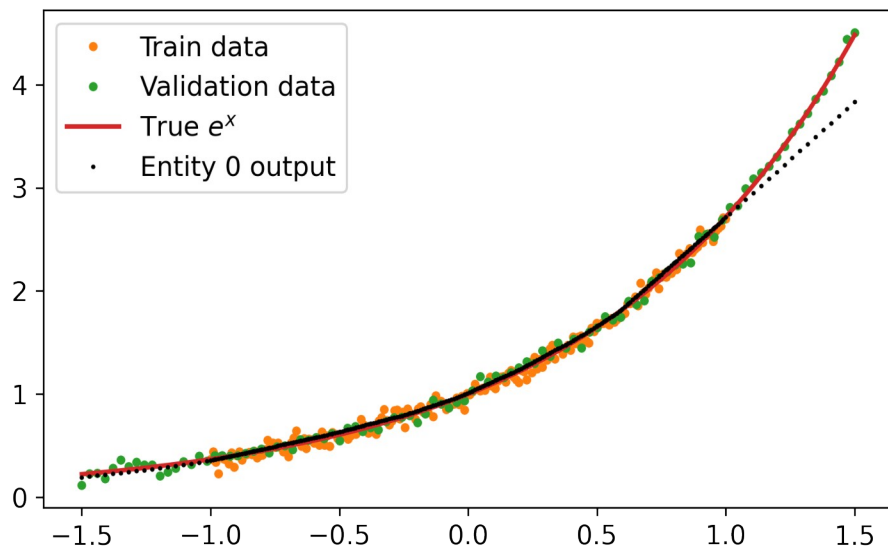
Задача аппроксимации функции $y=e^x$

Исходные данные

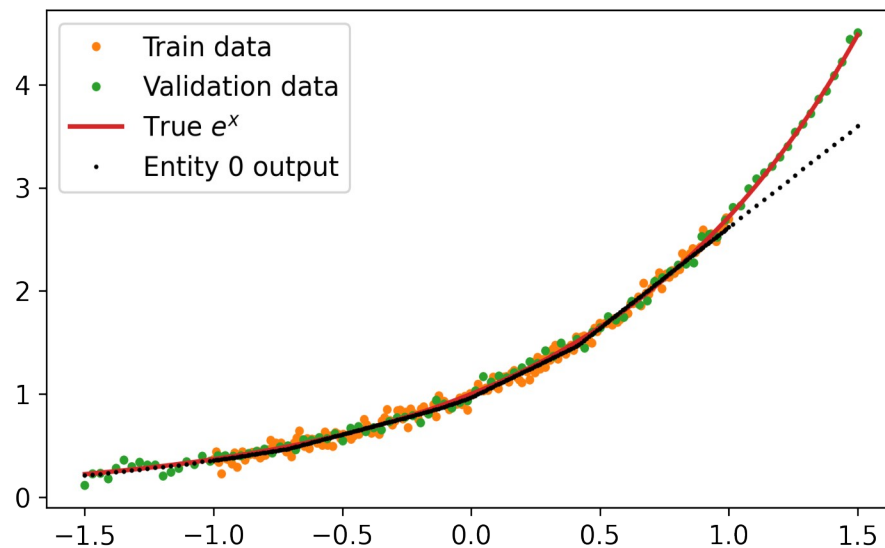


Результаты особенностей

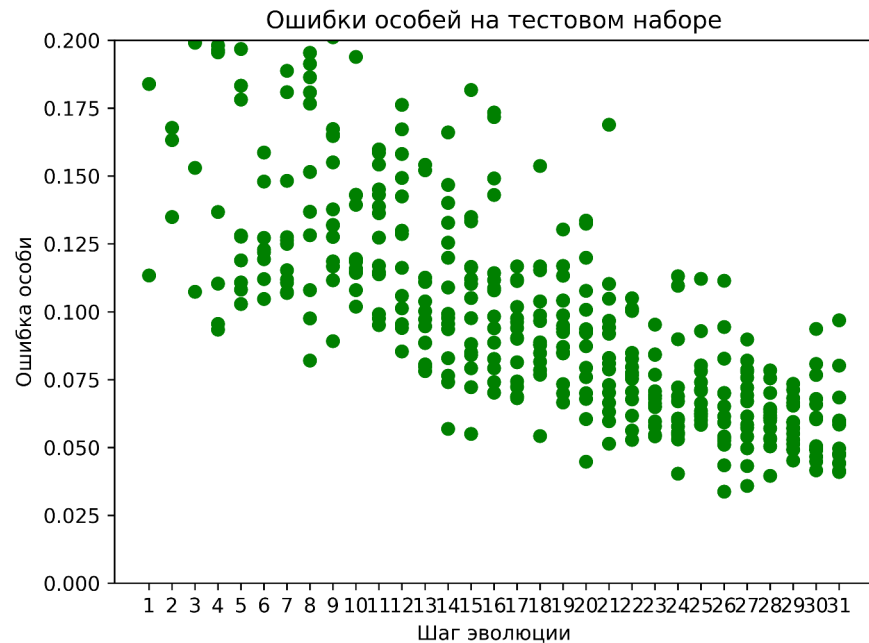
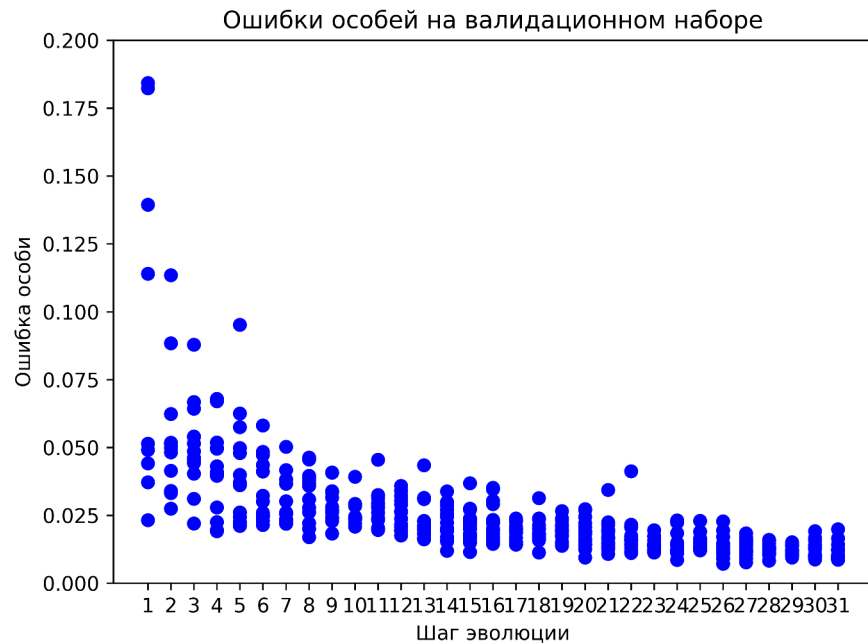
Спустя 11 эпох



Спустя 31 эпоху



История эволюции

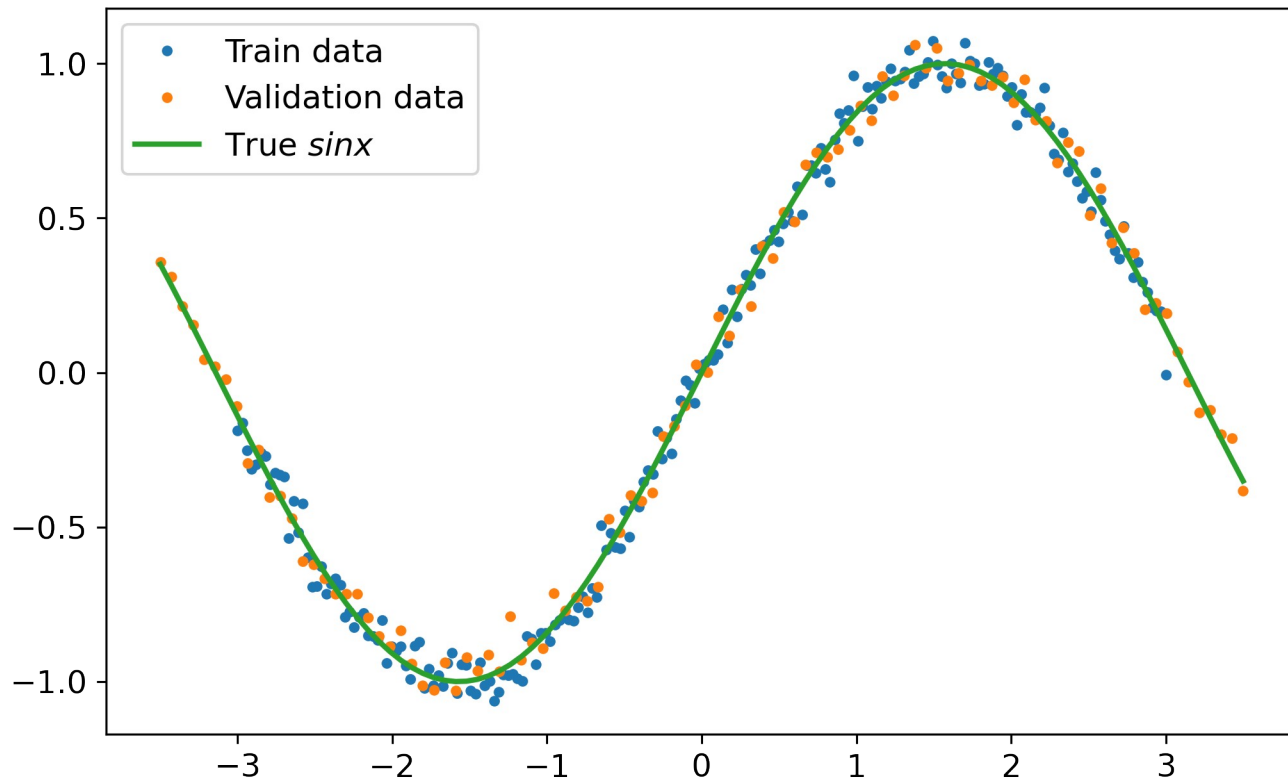


Анализ результатов

- 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.

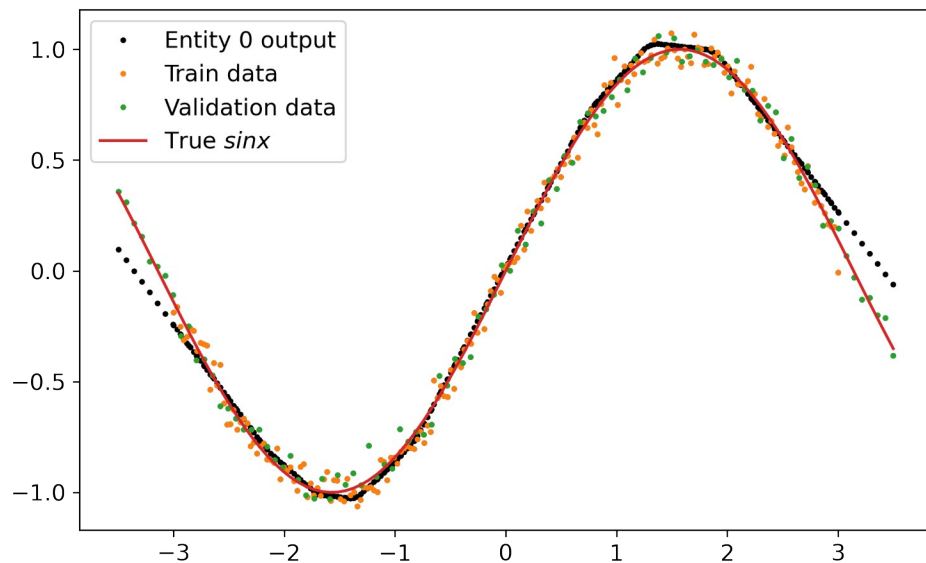
Задача аппроксимации функции $y=\sin x$

Исходные данные

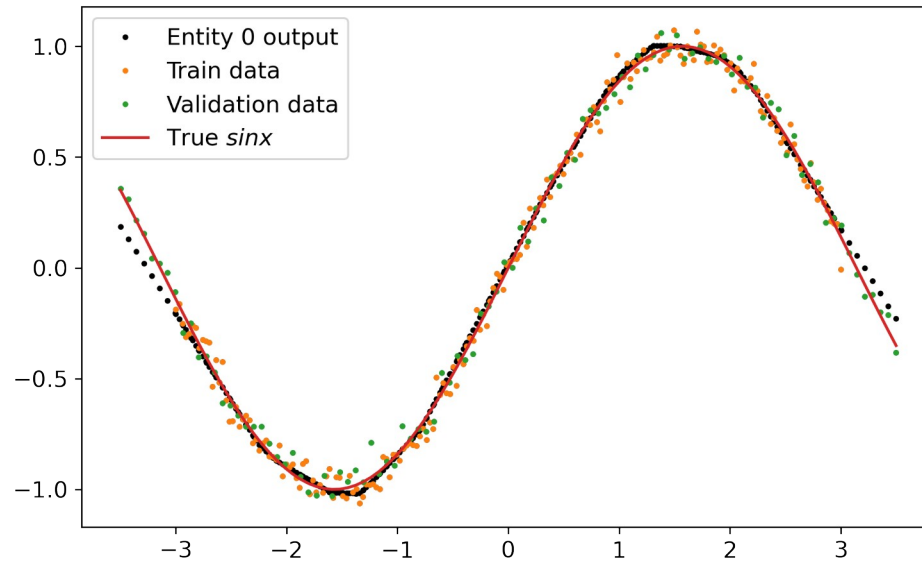


Результаты особенностей

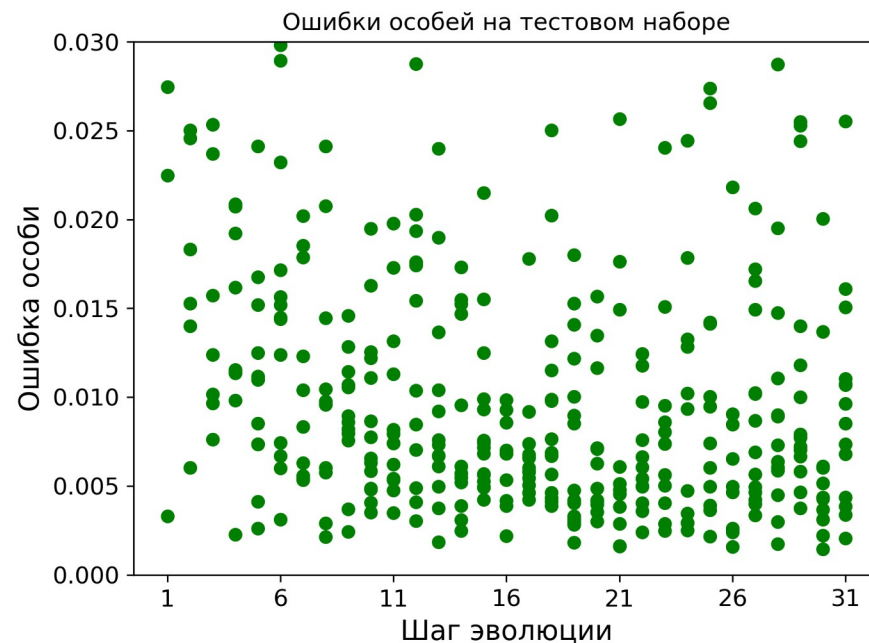
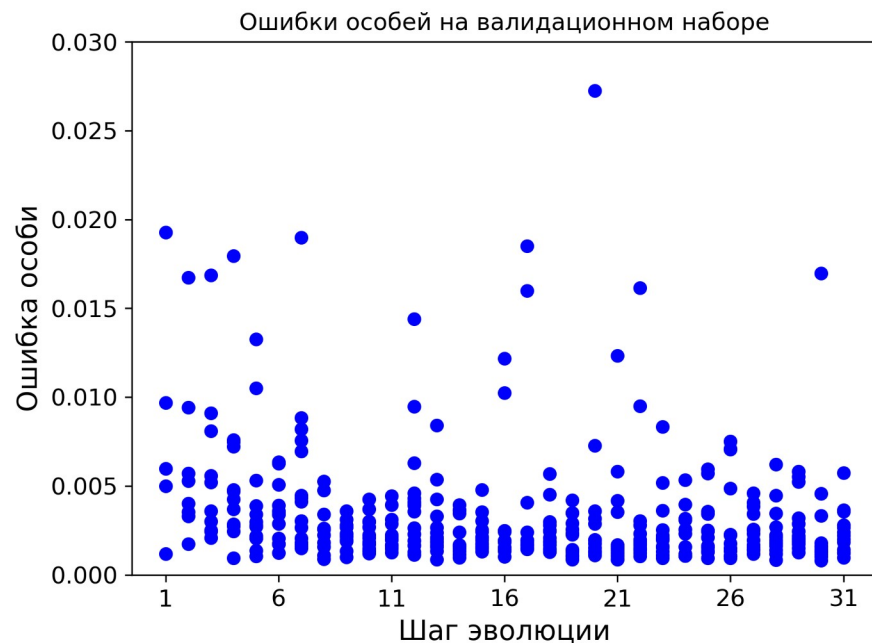
Спустя 11 эпох



Спустя 31 эпоху



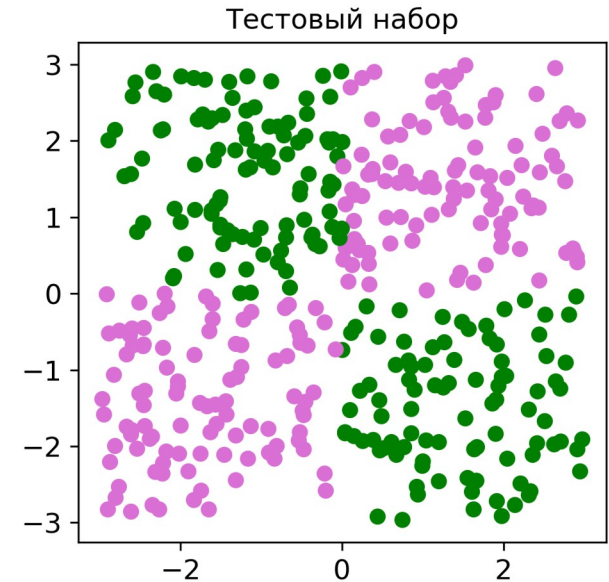
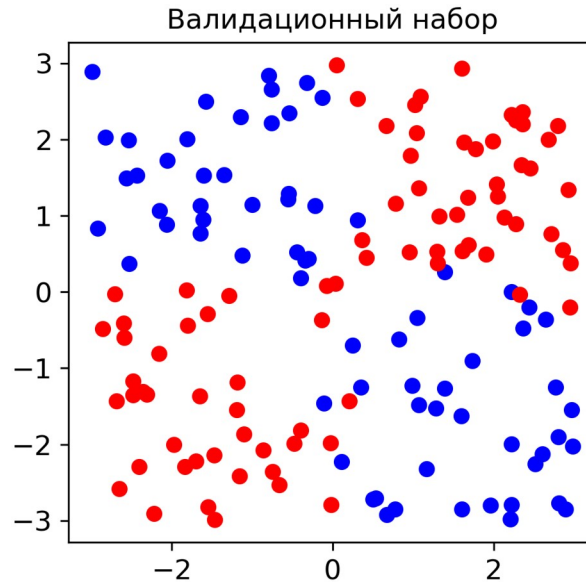
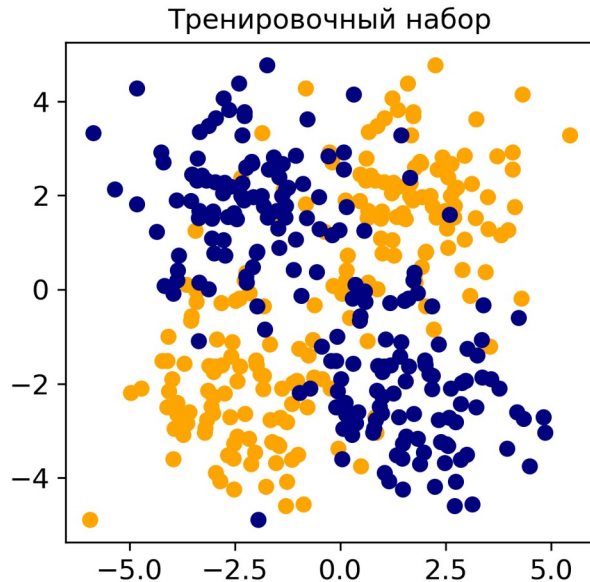
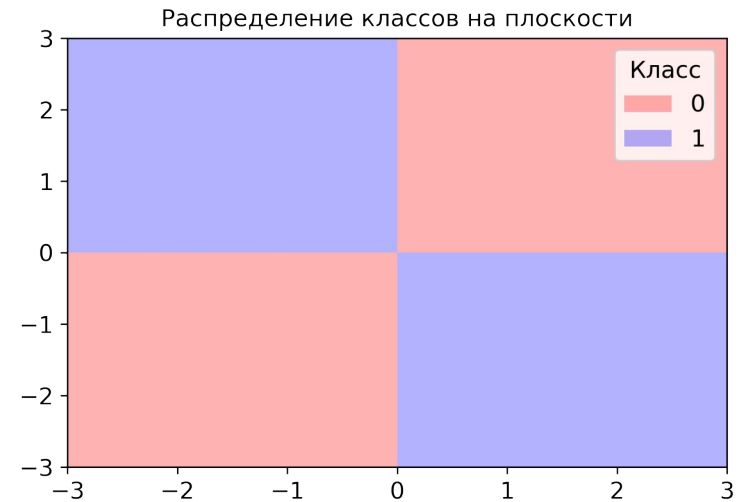
История эволюции



Анализ результатов

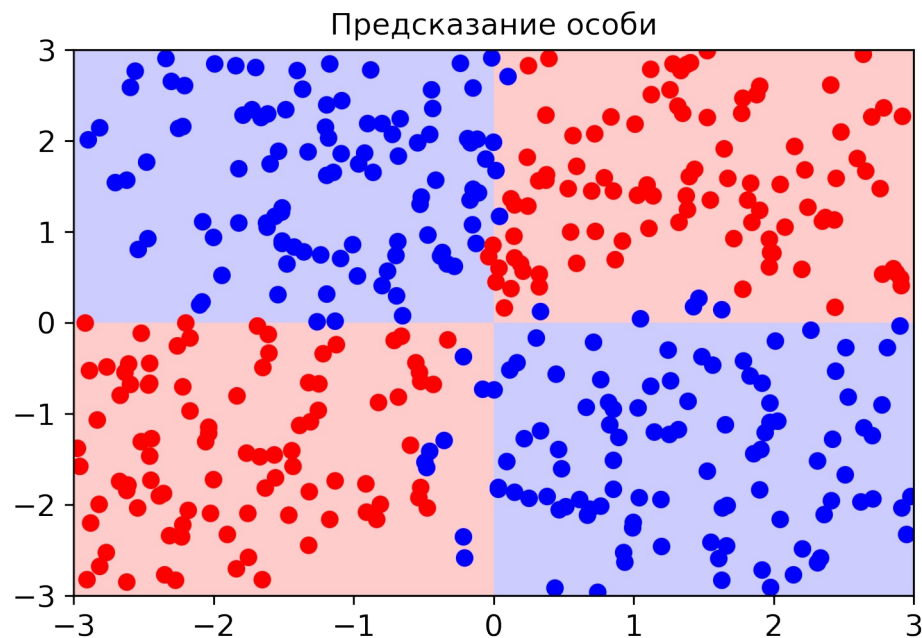
- Из графика ошибок особей видно, что с шагом эволюции размах ошибок среди особей одной популяции уменьшается, что говорит о схожести их архитектур.
- Стоит отметить, что минимальная ошибка среди особей одной популяции не уменьшается с шагом эволюции. Это связано либо с маленькой вероятностью мутации,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

Задача классификации точек на плоскости

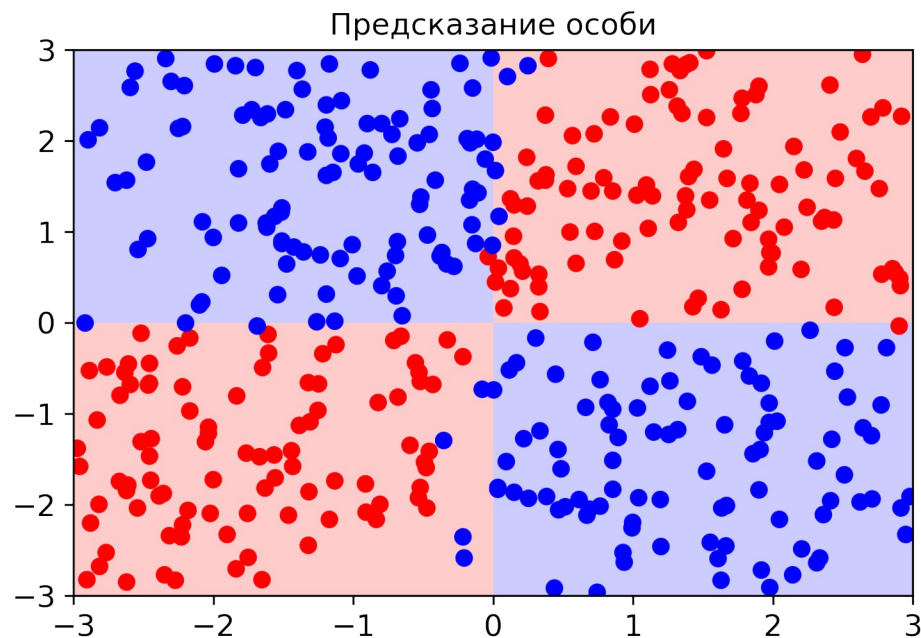


Результаты особей

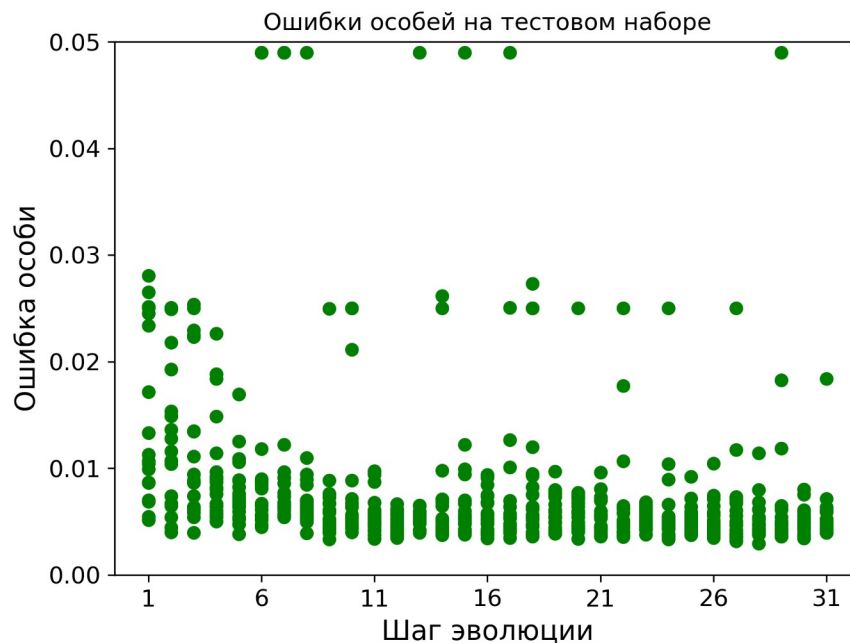
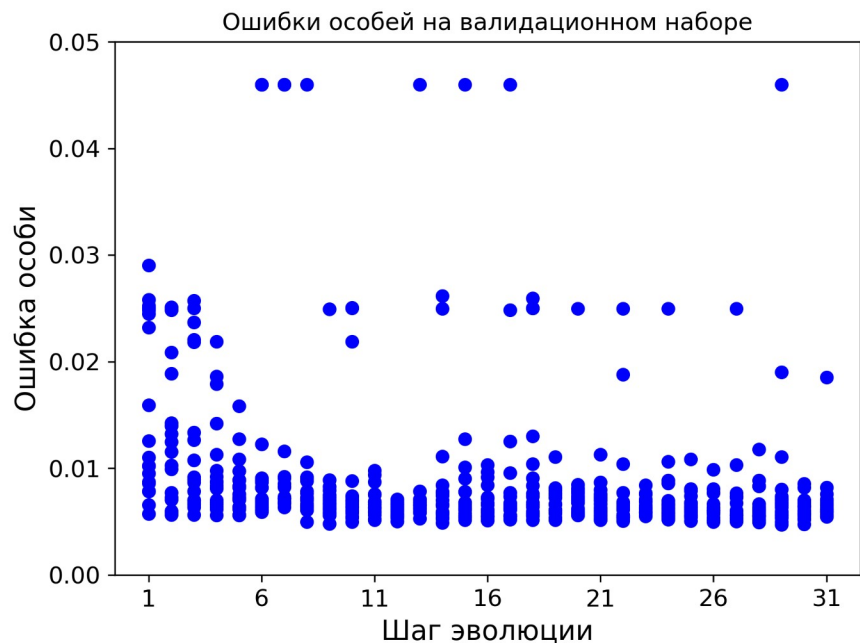
Спустя 11 эпох



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