

**0.1. Яшин Д.Ю., Лёзина И.В. Исследование применения однослойного перцептрона при решении задачи классификации сердечно-сосудистой системы**

Целью данной работы является изучение применения однослойного перцептрона в задаче классификации заболеваний сердечно-сосудистой системы по результатам ЭКГ. Актуальность поставленной задачи определяется высокой распространённостью данного типа заболеваний в мире. Использование искусственного интеллекта в данной области может быть полезным для диагностики и профилактики.

На данный момент существуют различные подходы к классификации ЭКГ с использованием нейронных сетей. Применяются различные методы представления ЭКГ в задачах машинного обучения: исходная цифровая запись сигнала, изображения и временные ряды. В работе [1] приводится обобщение ряда исследований, посвящённых классификации записей ЭКГ, при этом даётся перечень типов сетей и алгоритмов обучения, использованных в этих работах. Согласно опубликованным результатам, при применении сетей глубокого обучения возможно добиться точности классификации свыше 90%.

В данном исследовании использовался датасет [2], содержащий 1200 записей ЭКГ, преобразованных в наборы длительностей интервалов и зубцов кардиограммы (P, T, Q и др.). Данные разделены на четыре диагностические категории: нормальный синусовый ритм (NSR), аритмия (ARR), фибрилляция предсердий (AFF), сердечная недостаточность (CHF). Датасет был разделён на обучающую выборку (800 записей) и классификационную (400 записей). В качестве классифицирующей сети использовался однослойный перцептрон, реализованный на языке C# в соответствии с классической архитектурой, описанной, например, в [3].

Для обучения применялись следующие алгоритмы: классический градиентный спуск с обратным распространением ошибки, адаптивный градиентный спуск, алгоритм Нестерова и упрощённый алгоритм Гаусса–Ньютона. Алгоритмы адаптивного градиентного спуска и Нестерова хорошо известны и подробно описаны, например, в [4]. Алгоритм Гаусса–Ньютона в данном исследовании был реализован в упрощённом виде. Полная реализация является ресурсоёмкой, поэтому использована диагональная аппроксимация гессиана, при которой матрица считается диагональной. Это позволило вычислять изменение весов сети, основываясь на локальных градиентах, без больших вычислительных затрат.

Были проведены эксперименты по классификации данных ЭКГ с использованием сетей, обученных различными алгоритмами. Максимальные достигнутые точности классификации представлены ниже:

1. 90% при обучении алгоритмом градиентного спуска (20 нейронов, 200 эпох);
2. 95% при обучении упрощённым алгоритмом Гаусса–Ньютона (20 нейронов, 75 эпох);
3. 95,75% при обучении алгоритмом адаптивного градиентного спуска (20 нейронов, 200 эпох);
4. 97,25% при обучении алгоритмом Нестерова (10 нейронов, 450 эпох).

Таким образом, можно сделать вывод об эффективности применения однослойного перцептрона при решении задачи классификации заболеваний сердечно-сосудистой системы по данным ЭКГ. Наилучшие результаты были достигнуты при обучении с использованием алгоритма Нестерова.

**Список литературы**

- [1] GUPTA U., PALURU N. A comprehensive review on efficient artificial intelligence models for classification of abnormal cardiac rhythms using electrocardiograms // Location: Heliyon, 2024. Vol. 10, Issue 5.
- [2] ECG OF CARDIAC AILMENTS DATASET. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/akki2703/ecg-of-cardiac-ailments-dataset?resource=download> (дата обращения: 09.09.2025).
- [3] МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/318970/> (дата обращения: 09.09.2025).
- [4] Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин; пер. с англ. Н.Н. Куссуль и А.Ю. Шелестовой, ред. Н.Н. Куссуль. Издательский дом “Вильямс”, 2006. 1104 с.