



2. Иващенко А.В., Кузьмин А.В., Колсанов А.В., Чаплыгин С.С., Горбаченко Н.А., Милюткин М.Г. Программное обеспечение тренажера лапароскопической хирургии // Программные продукты и системы. - 2013. - № 2. - С. 35.

3. Городецкий В.И. Самоорганизация и многоагентные системы. I. Модели многоагентной самоорганизации. // Известия РАН «Теория и системы управления». – 2012. – № 2. – С. 92–120.

4. Зарецкая Л.П., Зарецкая Ю.А. Проблемы современной бесплатной медицины // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2016. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-sovremennoy-besplatnoy-meditsiny> (дата обращения: 10.04.2021).

5. AnyLogic. [Электронный ресурс] // <https://www.anylogic.ru/> - Режим доступа. – URL. <https://www.anylogic.ru/features/> (11.04.2021).

Я.В. Соловьева<sup>1</sup>, Н.А. Дроздов<sup>2</sup>

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕРДЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

(Самарский университет<sup>1</sup>, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики<sup>2</sup>)

Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний продолжает быть актуальной по сей день, поскольку занимает одну из лидирующих позиций среди причин смертности и утраты трудоспособности. На данный момент в медицине для врача существует довольно много признаков, по которым можно своевременно и правильно установить тот или иной диагноз, который приведёт к качественному лечению и наискорейшему выздоровлению пациента. Однако отсутствие систем, помогающих врачам определить заболевания на основе совокупных медицинских данных о пациенте, приводит к актуальности решения задачи классификации диагнозов. Использование такого классификатора позволило бы упростить постановку правильного диагноза и уменьшить трудозатраты врача. Современные ИТ технологии и повсеместная цифровизация отраслей, включая медицинскую, позволяют применить методы и алгоритмы классификации для повышения качества диагностики и точности постановки окончательного диагноза.

На данный момент существует множество способов классификации. Одним из наиболее перспективных является машинное обучение. В машинном обучении система на основе небольшой выборки размеченных данных сама создаёт правила для классификации, и впоследствии на их основе присваивает пациентам диагнозы. Для решения описанной выше задачи была выбрана нейронная сеть, которая классифицирует вектор результатов медицинских ана-



лизмов, полученных из данных о пациенте т.е. разделяет все пространство признаков на определенное количество областей.

Общая модель классификатора состоит из двух основных частей: предобработчик данных и нейросетевой классификатор, схема представлена на рисунке 1. На вход системы поступают данные о пациентах и их результаты медицинских анализов, на выходе получаем информацию о принадлежности входных данных о пациенте к одному или нескольким классам диагнозов.

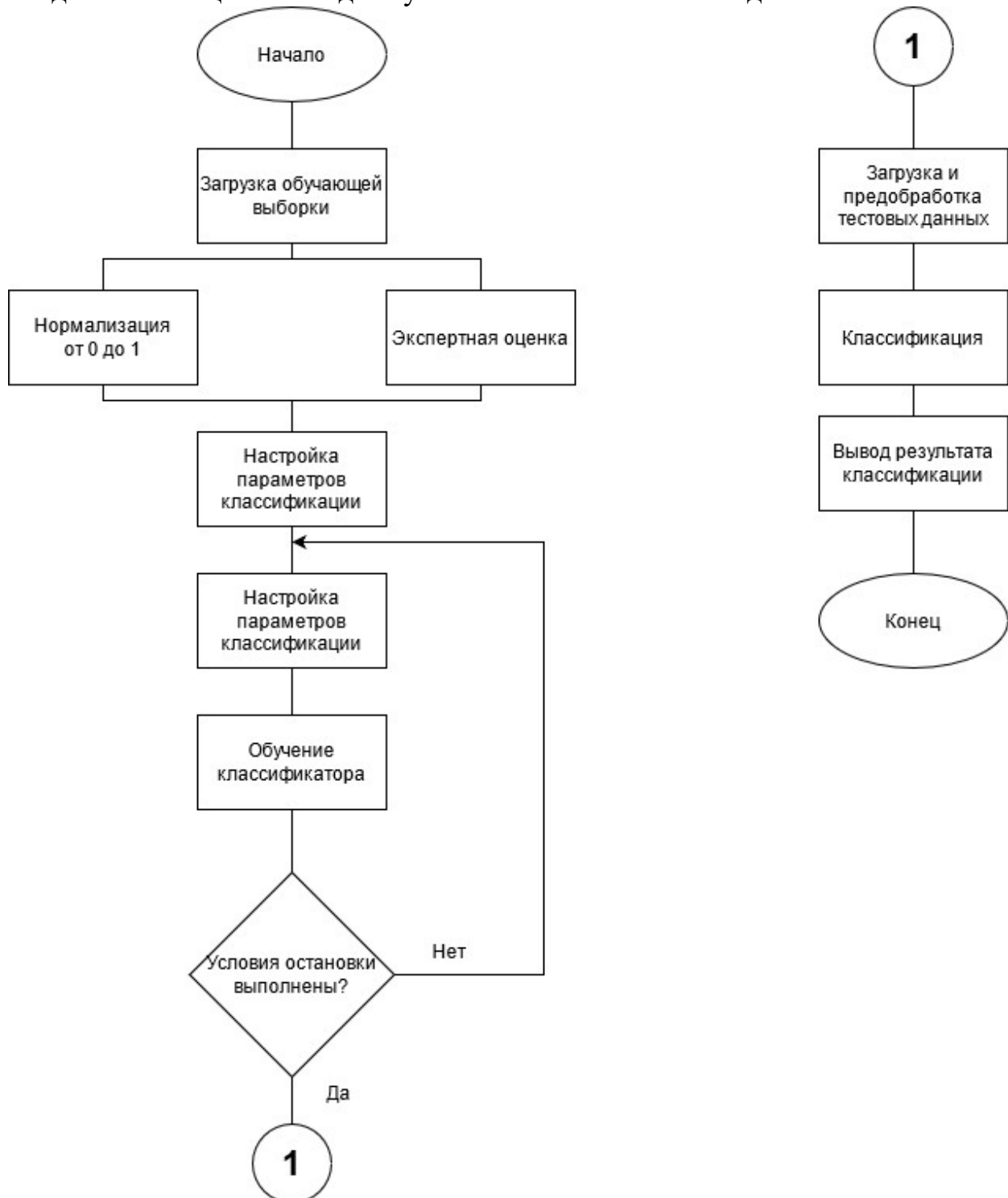


Рисунок 1 – Схема общего алгоритма работы классификатора



Предобработка данных проводится двумя методами, стандартной нормализацией в диапазоне от 0 до 1 и экспертной оценкой. Экспертная оценка используется по причине того, что уже известны нормальные значения медицинских анализов.

Параметры исследований пациента нормализуются следующим образом:

- 1) если значение меньше на 50% и более от эталонного, то параметр кодируется в 0;
- 2) если значение меньше от 50% до 25% от нижнего эталонного значения, то 1;
- 3) если параметр находится в пределах от -25% до -10% от нижнего порога, то кодируется в 2;
- 4) если параметр лежит в диапазоне от -10% до нижнего порога нормы, то кодируется в 3;
- 5) если значение лежит в экспертном диапазоне, то это считается нормой и кодируется в 4;
- 6) если параметр находится в границах между верхним эталонным значением и +10% от эталона, то 5;
- 7) если параметр находится в пределах от +10% до +25% от верхнего эталонного порога, то кодируется в 6;
- 8) если значение больше от 25% до 50% от верхнего эталонного значения, то 7;
- 9) если значение превосходит более, чем на 50% от эталонного, то 8.

Также будут выявлены основные параметры классификатора, при которых достигается наибольшая точность обучения и тестирования.

Второй частью классификатора является нейронная сеть с архитектурой класс типа многослойный персептрон, которая классифицирует вектор результатов медицинских анализов, взятых у пациентов. Такая сеть состоит из множества наборов нейронов, называемых слоями. Множество входных узлов называют входным слоем сети, при этом сигнал двигается от слоя к слою в прямом направлении. На рисунке 2 представлен пример многослойного персептрона с двумя скрытыми слоями. С сигмоидами в качестве функции активации.

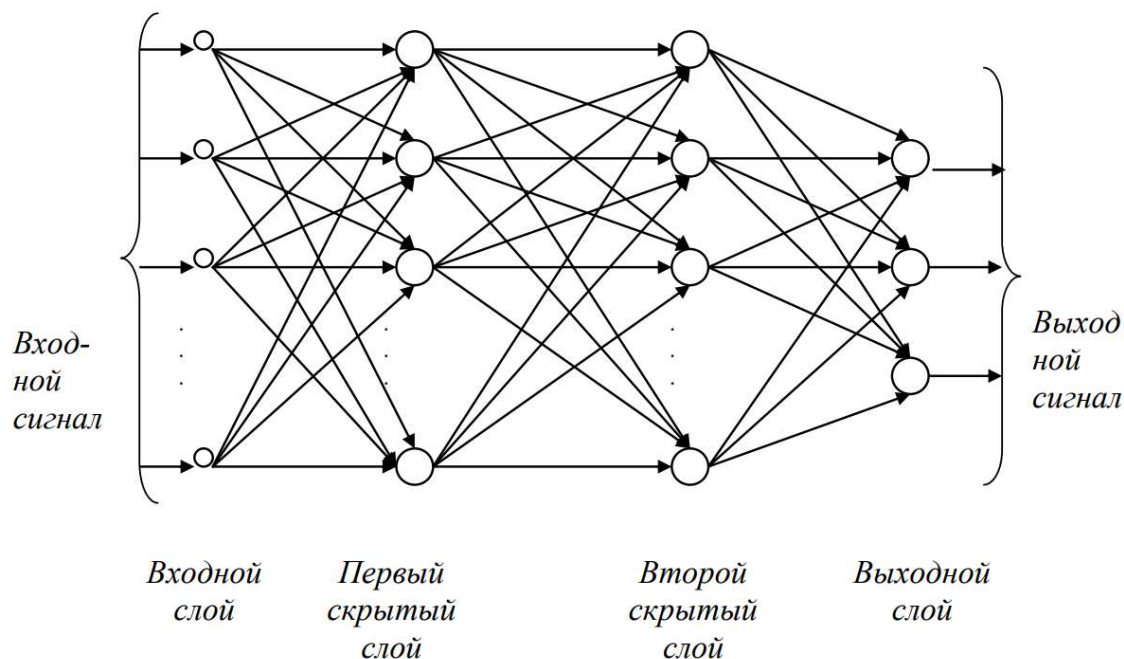


Рисунок 2 – Схема двухслойной сигмоидальной нейронной сети

Число входных нейронов равно размеру входного вектора анализов пациента, а число выходных – количеству классов, число скрытых слоёв и нейронов в них устанавливается при создании сети. Для обучения сети использовался метод обратного распространения ошибки.

Эксперименты производились при размере обучающей выборки анализов, которые были взяты у 1000 пациентов за 2010-2020 годы и разбиты на 10 классов диагнозов. Данные для обучения были взяты из ГБУЗ Самарского Областного Клинического Кардиологического Диспансера им. В.П. Полякова. В результате проведенных экспериментов были определены оптимальные значения параметров нейронной сети, при которых процент распознавания находится в диапазоне 75-82%. Для получения таких результатов количество нейронов в первом скрытом слое должно составлять 70, во втором 25, коэффициент обучения должен быть равен 0,01.

### Литература

1. Машинное обучение [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://newtonew.com/tech/machine-learning-novice> (дата обращения 17.03.2021)
2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст]/ Осовский С. – М.: Научно-техническое издательство «Горячая линия–Телеком», 2017.-448 с.
3. Журавлев, Ю.И. Математические методы. Программная система. Практические применения [Текст]/ Ю.И. Журавлев, В.В. Рязанов., Сенько О.В. –М.: Фазис, 2006. – 159 с.
4. Specht D. F. IEEE Trans. Neural Networks 2 (6)/ D. F. Specht. – Kansas City, 1991 – 568 p.