

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ МЕТОДАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Проскуряков Кирилл Александрович, Ермаков Иван Денисович

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
ПМИ. 614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15, k.proskuryakov22@gmail.com,
john.ermakov27@gmail.com

В статье представлено описание разработки нейросетевой системы для прогнозирования стоимости мобильных телефонов в розничных сетях. Система позволяет выполнить оценку устройств с учётом характеристик экрана, процессора, камер, поддерживаемых стандартов, габаритов, а также используемой операционной системы.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейросетевые технологии, прогнозирование, оценка стоимости, мобильные телефоны.

Введение. В настоящее время мобильные телефоны являются одними из самых продаваемых устройств в мире, а новые бренды и модели появляются чуть ли не каждый день. В таких условиях у производителей может возникнуть необходимость грамотно оценить стоимость своих новых устройств, учитывая актуальную ситуацию на рынке. Данная работа окажется полезной и для потенциальных покупателей. Во-первых, люди, смогут узнать, какие факторы являются определяющими в формировании стоимости телефонов, и сделать рациональный выбор при покупке. Во-вторых, покупатели смогут проверить, соответствует ли заинтересовавшее их устройство заявленной цене.

Методы искусственного интеллекта при оценке стоимости мобильных телефонов были использованы в работах зарубежных исследователей [1-2]. Однако в данных работах предсказывается не точная стоимость устройства, а его примерный ценовой диапазон. Данное исследование ставит перед собой задачу создать и обучить нейросетевую модель для предсказания точной стоимости телефона по его характеристикам.

Основная цель настоящей работы заключается в сборе множества данных о телефонах, продающихся в розничных сетях, а также создание и обучение нейросетевой модели на этих данных.

Для создания нейросетевой модели был выбран следующий набор параметров: X1 – диагональ экрана (дюймы), X2 – плотность пикселей экрана (пиксели на дюйм), X3 – технология матрицы экрана, X4 – частота обновления экрана (Гц), X5 – количество ядер процессора, X6 – частота работы процессора (ГГц), X7 – техпроцесс процессора (нм), X8 – объём оперативной памяти (Гб), X9 – объём встроенной памяти (Гб), X10 – количество мегапикселей основной

камеры, X11 – количество мегапикселей фронтальной камеры, X12 – пиковое разрешение записи видео, X13 – стандарт связи, X14 – операционная система, X15 – NFC, X16 – ёмкость аккумулятора (мА*ч), X17 – материал изготовления корпуса, X18 – толщина (см), X19 – вес (г). Выходной параметр D1 – стоимость телефона (руб.)

Качественные параметры были закодированы следующим образом:

- технология матрицы экрана: 1 – TN, 2 – IPS, 3 – OLED;
- пиковое разрешение записи видео: 1 – HD, 2 – Full HD, 3 – 4K, 4 – 8K;
- стандарт связи: 1 – 3G, 2 – 4G, 3 – 5G;
- операционная система: 1 – Android, 2 – iOS;
- NFC: 0 – не поддерживается, 1 – поддерживается;
- материал изготовления корпуса: 1 – пластик, 2 – стекло;

Для обучения и тестирования модели использовались данные из электронных ресурсов [3-4] популярных российских розничных сетей. Перед переходом к обучению нейросетевой модели была выполнена очистка исходного множества от выбросов [5] и дубликатов. Таким образом, итоговое множество включало в себя 232 примера. Данное множество было разделено на обучающее, содержащее 192(80%) примеров и тестирующее, включающее в себя оставшиеся 40(20%) примеров соответственно.

Проектирование, обучение и тестирование нейронной сети выполнялись с помощью программы «Нейросимулятор 5» [6]. В результате оптимизации спроектированная нейронная сеть представляла собой персептрон, имеющий девятнадцать входных нейронов, один скрытый слой с пятью нейронами и выходной слой с одним нейроном.

Для оценки корректности работы нейронной сети использовалось тестирующее множество, состоящее из 40 примеров. Квадратичная ошибка тестирования составила 6,34%, что можно считать приемлемым результатом.

С помощью программы «Нейросимулятор 5» была выполнена оценка значимости входных параметров, результат отображен на рисунке 1.

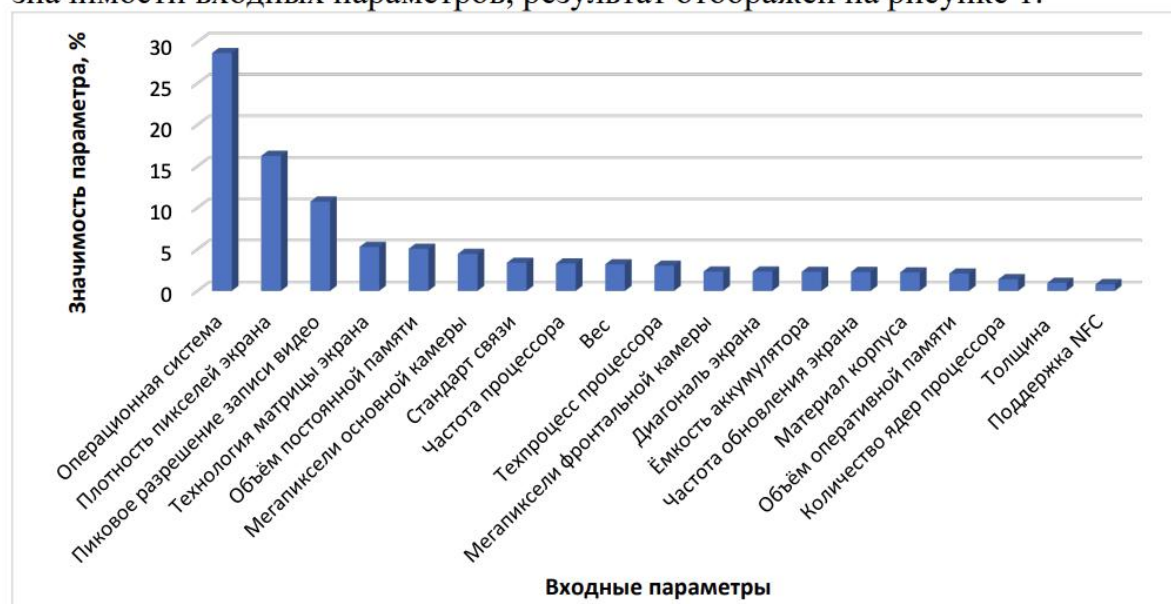


Рисунок 1. Значимость входных параметров нейросетевой модели

Как видно из рисунка 1, наиболее значимыми параметрами при формировании цены мобильного телефона являются операционная система, плотность пикселей экрана и пиковое разрешение записи видео. Также на графике можно видеть ряд параметров, которые имеют почти нулевую значимость, такие как количество ядер процессора, толщина и поддержка NFC. Сравнив полученные результаты с результатами исследования [1], можно сделать несколько выводов. Во-первых, самым значимым параметром в зарубежной работе является объем оперативной памяти, в нашем же исследовании он не играет определяющей роли. Это можно объяснить тем, что за последние несколько лет объем оперативной памяти в мобильных телефонах значительно вырос, приблизившись к значениям полноценных компьютеров. Во-вторых, вторым по значимости параметром в нашем исследовании является плотность пикселей, или же разрешение экрана, в зарубежной статье этот показатель также является одним из ключевых. Также немалую значимость имеет матрица экрана, это объясняется тем, что в современном мире люди постоянно взаимодействуют с телефоном, смотрят видео, фотографии, проводят время в социальных сетях, и для того, чтобы опыт использования был максимально комфортным, производители стараются максимально улучшить качество экрана.

Были проведены исследования рынка мобильных телефонов. Исследования проводились с помощью метода «замораживания» [7], суть которого заключается в варьировании значения одного параметра и фиксирования значений всех других параметров. Данный метод позволяет выявить влияние одного исследуемого параметра на выходной.

Как видно из графика на рисунке 1, самым значимым параметром является операционная система. В нашем исследовании представлены телефоны, работающие на базе таких систем как Android и iOS. На рисунке 2 продемонстрирована зависимость стоимости телефонов от их операционных систем. Прослеживается тенденция формирования значительно большей цены на телефон на базе iOS, чем на Android, при идентичных технических характеристиках. В среднем, разница составила 31,9%

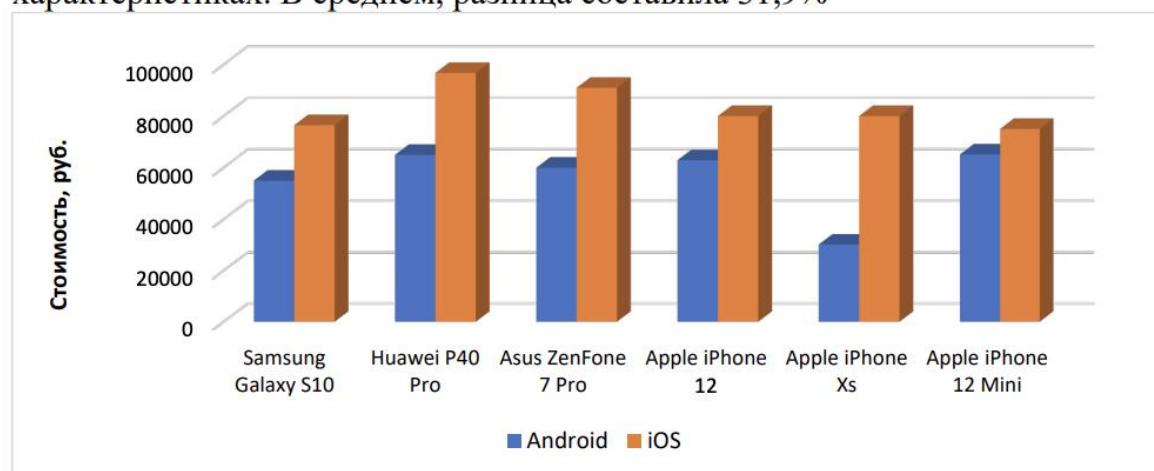


Рисунок 2. Зависимость стоимости телефонов от операционной системы

Для дальнейших исследований случайным образом было отобрано 3 телефона из исходного множества.

Были проведены исследования характеристик экрана. На рисунке 3 показан график зависимости стоимости телефона от плотности пикселей экрана. Интересно отметить, что при изменении показателя с 250 до 450 пикселей на дюйм, стоимость растёт в среднем на 18,7%, однако при дальнейшем увеличении показателя до 500, стоимость, в среднем, увеличивается в 2.5 раза. На рисунке 4 демонстрируется зависимость стоимости от технологии матрицы экрана. В среднем использование OLED матрицы обходится дороже IPS на 16.8%.

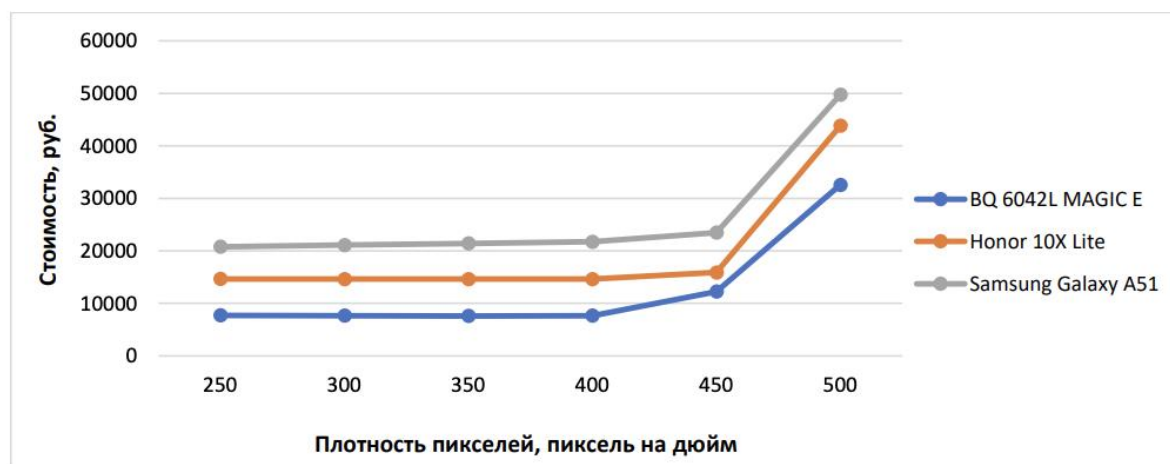


Рисунок 3. Зависимость стоимости телефонов от плотности пикселей

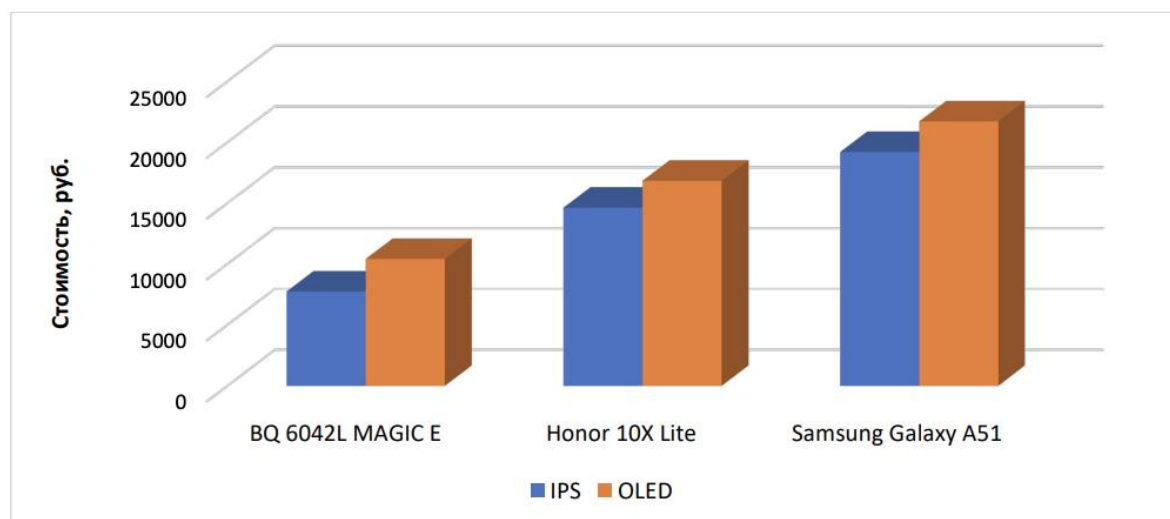


Рисунок 4. Зависимость стоимости телефонов от матрицы экрана

На рисунке 5 продемонстрирована зависимость стоимости телефона от пикового разрешения записи видео. Как видно на графике, при изменении показателя с Full HD на 4К происходит резкий скачок в цене, причём чем хуже остальные характеристики телефона, тем скачок сильнее.

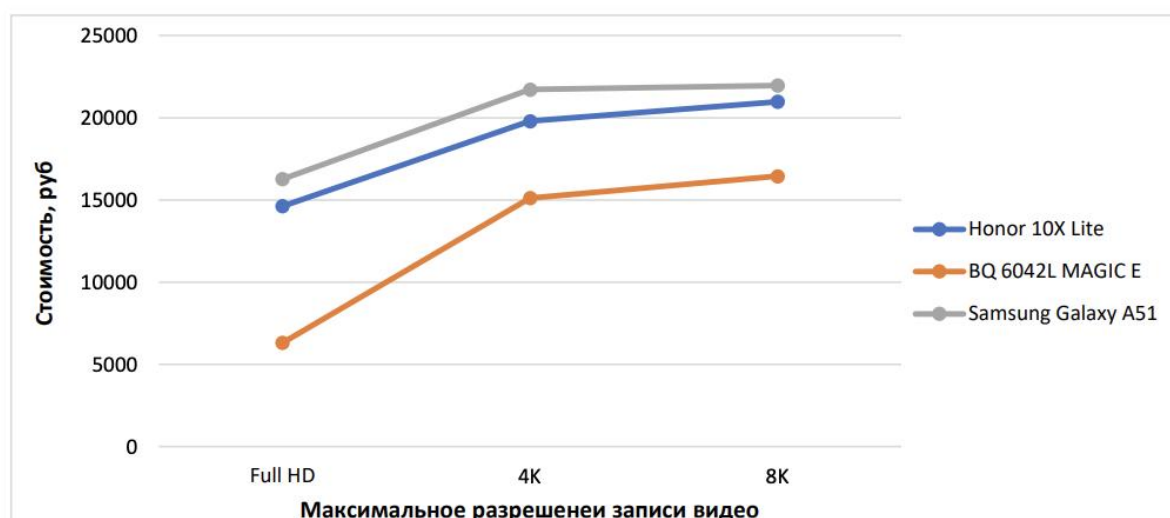


Рисунок 5. Зависимость стоимости телефонов от максимального разрешения записи видео

Следующим исследуемым показателем стал поддерживаемый стандарт связи. Сравнивалась стоимость устройств, поддерживающих такие стандарты связи как 4G и 5G. На рисунке 12 показана гистограмма, демонстрирующая зависимость стоимости от поддерживаемого стандарта. В среднем смартфоны с 5G стоят на 23.7% дороже аналогичных, но поддерживающих только 4G.

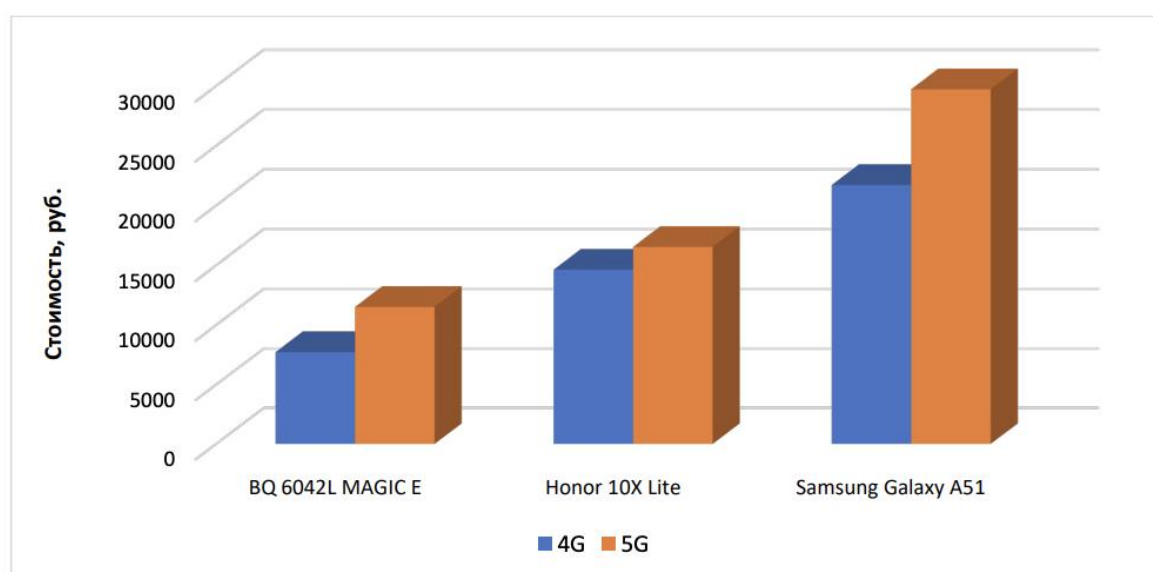


Рисунок 6. Зависимость стоимости телефонов от стандарта связи

Заключение. Построена система нейросетевого оценивания стоимости мобильных телефонов. Спроектированная нейросетевая модель учитывает многие показатели влияющие на стоимость устройства: характеристики экрана, процессора, камеры, операционную систему и другие параметры. Проведены исследования рынка мобильных телефонов. Построены графики зависимости стоимости телефонов от операционной системы, плотности пикселей экрана,

матрицы экрана, максимального разрешения записи видео и поддерживаемого стандарта связи.

Библиографический список

1. Nasser I. M., Al-Shawwa M. & Abu-Naser S.S. Developing Artificial Neural Network for Predicting Mobile Phone Price Range // International Journal of Academic Information Systems Research. 2019. Vol. 3, no 2. P. 1-6.
2. Asim M., Khan Z. Mobile Price Class prediction using Machine Learning Techniques // International Journal of Computer Applications. 2018. Vol. 179, no 29. P. 6-11.
3. DNS [Электронный ресурс] // URL: <https://www.dns-shop.ru> (Дата обращения: 20.02.2021)
4. Mvideo [Электронный ресурс] // URL: <https://www.mvideo.ru> (Дата обращения: 20.02.2021)
5. Yasnitsky L.N. Algorithm for searching and analyzing abnormal observations of statistical information based on the Arnold – Kolmogorov – Hecht-Nielsen theorem // International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. 2020. 9(2). Pp. 1814-1819. DOI: 10.30534/ijatcse/2020/139922020 <http://www.warse.org/IJATCSE/static/pdf/file/ijatcse139922020.pdf>
6. Черепанов Ф.М., Ясницкий Л.Н. Нейросимулятор 4.0. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS 2014612546. Заявка № 2014610341 от 15.01.2014.
7. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 176 с.

FORECASTING MOBILE PHONE PRICES BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS

Proskuryakov Kirill A., Ermakov Ivan D.

Perm State University

Str. Bukireva, 15, Perm, Russia, 614990,

k.proskuryakov22@gmail.com, john.ermakov27@gmail.com

The article describes the development of a neural network system for predicting the cost of mobile phones in retail chains. The system allows you to evaluate devices taking into account the characteristics of the screen, processor, cameras, supported standards, dimensions, as well as the operating system used.

Keywords: artificial intelligence, neural network technologies, forecasting, cost estimation, mobile phone.