

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.85

Болбас  
Артём Игоревич

МОДЕЛИ И СРЕДСТВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЁМА ПРОИЗВОДСТВА  
ДЛЯ СЕРВИСОВ ДОСТАВКИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1–40 80 06 «Искусственный интеллект»

Научный руководитель  
Захаров Владимир Владимирович  
кандидат технических наук

Минск 2022

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Услуга доставки еды на пике популярности, и теперь это не только привычные пицца и роллы. Люди заказывают супы, горячее, десерты — абсолютно все, что предлагают рестораны.

Доставка — это удобный формат для занятых людей и дополнительный доход для бизнеса. Практически все заведения общепита пытаются сегодня внедрить ее у себя. И правильно делают: рынок доставки еды растет сегодня быстрее всей ресторанной отрасли, и эта тенденция сохранится в ближайшие годы.

Для некоторых предприятий формат еды на вынос очевидно уместен. Продукция кулинарии, например, большинством клиентов воспринимается именно так. Но если речь идет о ресторане в привычном понимании, то возможно ли там внедрить такую популярную услугу? Определенно да, но с учетом особенностей этой отрасли.

Основные трудности, связанные с организацией производства и доставки еды из ресторанов, можно разделить на несколько групп:

- 1 Нарушение баланса между количеством заказов и численностью курьеров;
- 2 Неэффективная система доставки;
- 3 Отсутствие работы по удержанию клиентов;
- 4 Мошенничество.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Цель и задачи исследования

*Целью* данной работы является улучшение прогнозирования объема производства для сервисов доставки продуктов питания на основе создания сервиса, использующего модели и средства нейронных сетей. Таким образом внесем вклад в решение таких трудностей, как: нарушение баланса между количеством заказов и численностью курьеров, и неэффективной системой доставки.

Для достижения цели магистерской диссертации поставлены следующие задачи:

- проанализировать существующие методы, модели и технологии прогнозирования;
- выбрать или реализовать нейронную сеть;
- сформировать тестовую выборку для обучения нейронной сети;
- обучить искусственную нейронную сеть на основе тестовой выборки;
- провести вычислительные эксперименты по аппроксимации функции двух переменных и по прогнозированию объёма производства для сервисов доставки продуктов питания.

*Объектом* исследования являются данные заказов (с доставкой), а именно время, названия и тип заказываемого продукта (к примеру: пицца – «Моцарелла», средняя, 400г, без сырного борта) в сетях- ресторанах быстрого питания.

*Предметом* исследования является прогнозирование объёма производства продуктов питания, в определённый период времени (в сетях- ресторанах быстрого питания), так чтобы в итоге сократить время доставки.

Основной *гипотезой*, положенной в основу данной работы, является возможность использования современных методов машинного обучения.

## **Новизна полученных результатов**

В данной работе впервые был применен подход прогнозирования объёма производства для сервисов доставки продуктов питания, на основе нейронных сетей.

## **Опубликованность результатов исследования**

По теме диссертации опубликована статья на 57-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники"

## **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованных источников.

В первой главе представлен анализ методов, моделей и технологий прогнозирования, анализ и классификация существующих искусственных интеллектуальных систем.

Вторая глава посвящена выбору модели прогнозирования, описания архитектуры выбранной модели, её обучение, выявлению и описанию существующей проблемы и её решения.

В третьей главе рассмотрен пример реализации средства прогнозирования объёма производства продуктов питания.

Общий объем работы составляет 63 страниц, из которых основного текста 63 страниц, 25 рисунка, 2 таблицы и список использованных источников из 18 наименований на 2 страницах.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава диссертации посвящена анализу предметной области.

Глава начинается с анализа существующих подходов позволяющих с той или иной точностью прогнозировать объем производства для сервисов доставки продуктов питания. К сожалению, такие крупные франшизы, как: «Papa John's», «KFC», «Burger King», все они используют статистические данные для прогнозирования производства и доставки. Отдельно стоит отметить инновации «Domino's» – это пример использования искусственного интеллекта и машинного обучения в привычном бизнесе, ориентированном на массового потребителя. Команда «Domino's» создала модель прогнозирования доставки, в которой время готовности заказа планируется с учетом его параметров и ситуации в пиццерии Domino's – число сотрудников, менеджеров и клиентов, находящихся там в данный момент. Но, в ходе изучения представленной системы было выявлено, что в неё есть ряд недостатков, таких как паралич и (или) избыточное обучение сети.

Далее в главе приведен анализ моделей прогнозирования история развития искусственных нейронных сетей. Сравнение биологического и искусственного нейрона.

Первая глава завершается рассмотрением классификацией искусственных интеллектуальных систем.

Вторая глава посвящена выбору модели прогнозирования, описанию архитектуры многослойного персептрона, геометрической интерпретации. Также описана задача обучения многослойного персептрона

Далее следует описания алгоритма обучения многослойного персептрона. Проблемы обучения сети, выбора количества скрытых слоёв и количества нейронов в скрытом слое.

Рассмотрена нейронная сеть линейной аппроксимации, архитектура сети, описан процесс обучения.

Третья глава посвящена технологиям прогнозирования и практическим задачам.

Для проведения вычислительного эксперимента двухслойный персептрон и сеть линейной аппроксимации были реализованы в виде компьютерной программы в среде Matlab.

Сеть обучилась за 34 секунды в течении 200 итераций. В качестве множества обучающих входных сигналов использовалась равномерная сетка на квадрате  $[0,10] \times [0,10]$  с шагом  $h=0.3$ . Количество обучающих примеров было равно 35. В качестве контрольного множества входных данных использовалась та же сетка, сдвинутая вдоль осей  $o_x$  и  $o_y$  на  $p = 0.1$ . Точность, с которой была обучена нейронная сеть для решения поставленной задачи, была определена равной  $e = 0.0001$ .

На графике ошибки обучения видно, что при проведении обучения возникали многочисленные локальные минимумы целевой функции, с которым алгоритм обучения успешно справился, что предотвратило паралич обучения. Проведено обучение обеих нейронных сетей. Обучение завершилось успешно.

Второй эксперимент, который мы выбрали для проверки работоспособности нейронных сетей — это задача прогнозирования объёма производства для сервисов доставки продуктов питания, а именно - пиццерий. Данные, которые мы использовали в эксперименте, представляют собой batch времени заказа некоторых разновидностей пицц.

Таким образом, всего у нас получилось 93 обучающих примера в обучающем множестве и 73 примера для тестирования работоспособности 48 сети в контрольном множестве. Сеть справилась с поставленной задачей всего за 15 итераций. В процессе обучения в скрытом слое нейронной сети было 7 нейронов. Точность, с которой была обучена нейронная сеть для решения поставленной задачи, была определена равной  $\varepsilon = 0,0001$ . Погрешность ошибки обучения для обучающего множества была выбрана равной  $\varepsilon_1 = 0,001$ , а для тестового  $\varepsilon_2 = 0,01$ .

Проведенный вычислительный эксперимент показал эффективность многослойного персептрона и сети линейной аппроксимации в решении задач аппроксимации и прогнозирования временных рядов.

Библиотека БГУИР

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования были изучены основные методы, модели и технологии, применяющиеся в системах прогнозирования, их достоинства и недостатки.

Актуальность данной задачи подтверждена наличием аналогичных систем и спросом со стороны крупных компаний. Решение данной задачи может быть достигнуто разными способами. Для проверки возможности решения задачи с помощью нейронных сетей были спроектирована и разработана модель.

На защиту выносятся следующие результаты магистерской диссертации:

- Реализован метод обучения многослойного персептрона, основанный на обратном распространении ошибки, обеспечивающий возможность борьбы с параличом обучения и избыточным обучением сети.
- Предложен пакетный метод обучения сети линейной аппроксимации и разработан алгоритм обучения.
- Реализована модификация сети линейной аппроксимации.
- Проведен вычислительный эксперимент по решению задачи аппроксимации функции двух переменных и задачи прогнозирования объёма производства для сервисов доставки продуктов питания

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Болбас, А.И. Модели и средства прогнозирования объёма производства для сервисов доставки продуктов питания. / Артём Болбас // Интеллектуальные информационные технологии: материалы 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. (Минск, 19–23 апреля 2021 года). – Минск: БГУИР, 2021. – С. 7.

Библиотека БГУИР