

Программное приложение для оптимизации розничных продаж

В. П. Семенов¹, В. В. Чернокульский², Н. В. Размочаева³

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

¹razmn@mail.ru, ²razmn@mail.ru, ³razmn@mail.ru

Аннотация. Рассматривается проблема управления розничными продажами при проведении маркетинговых мероприятий. Время, которое тратят на анализ больших объемов информации, велико, возникает необходимость разработки специального инструмента. Программное приложение для оптимизации розничных продаж реализовано на основе алгоритмов, учитывающих характерные особенности товарооборота конкретной организации. Внедренные в приложение методы машинного обучения позволили сделать процесс анализа продаж адаптивным и всесторонним. Согласно экспертной оценке работы приложения, получаемые результаты объективны и точны. Использование данного приложения на практике стимулирует повышение эффективности маркетинговых мероприятий.

Ключевые слова: управление продажами; оптимизация продаж; анализ данных; интерпретация данных; машинное обучение; повышение эффективности

I. ВВЕДЕНИЕ

Быстротечное развитие информационных технологий (ИТ) не обходит стороной ни одну сферу деятельности человека. Сфера розничных продаж достаточно молодая с точки зрения внедрения ИТ-решений, но наблюдаются положительные тенденции, которые обеспечивают актуальные проблемы и перспективные направления их решения.

Проблема управления продажами рассматривалась в [1], [2]. В [1] был проведен анализ применения методов машинного обучения для решения аналогичных задач. Там же сказано, что подход с использованием нейронных сетей к решению является наукоемким направлением для исследований в области машинного обучения и математики. По результатам проведенного в [1] сравнительного анализа была доказана правомочность применения методов искусственного интеллекта при решении задачи управления продажами. Также в [1] был разработан алгоритм решения задачи управления продажами с указанием действий, которые необходимо провести с исходными данными. В [1], [2] были рассмотрены проблемы выбора архитектуры нейронных сетей, алгоритмов обучения и пр.

В настоящей работе рассматриваются результаты проектирования программного приложения для управления розничными продажами. Приводятся результаты оценки эффективности реализованного инструмента экспертной

группой. Некоторые проблемы, обозначенные в [2] были подробно рассмотрены и частично решены в рамках данной работы.

II. ПРЕДМЕТНАЯ ОБЛАСТЬ

Исходные данные – данные о продажах товаров, формируемых за определенный период времени. Обычно период времени определяется частотой обслуживания точек реализации (если, например, точка обслуживается раз в неделю, то период составляет неделю).

За каждым товаром на точке реализации закреплено место расположения – полка, для описания которой используются атрибуты: словесное описание – тип полки и численная характеристика – емкость (вместимость – сколько товаров можно расположить на данной полке).

Каждую точку реализации товаров можно охарактеризовать следующими параметрами:

A. Ассортимент

Ассортимент – заранее определенный и утвержденный список товаров, закрепляемый за точкой реализации. В ассортименте указываются соответствия типа: {наименование товара, идентификатор полки}.

Идентификатор полки требуется в связи с тем, что среди разных точек реализации формальные описания полок {тип полки; емкость полки} могут повторяться. Чтобы определить полку в конкретной точке реализации добавляют идентификатор, актуальный только в рамках рассматриваемой точки реализации.

В отношении ассортимента имеют место следующие управляющие действия:

- Пополнение – добавление некоторого количества товаров (на места выкупленных единиц).
- Изменение – пересмотр товаров конкретного ассортимента в индивидуальном порядке с целью определить дальнейшую судьбу данных товаров – цель оптимизации рассматриваемого приложения.

Манипуляции, возможные в отношении каждого товара заключаются в оценке количества товара и могут быть следующими:

- Оставить без изменений.
- Уменьшение (если товар плохо продается) вплоть до удаления товара из ассортимента точки реализации.
- Увеличение (если товар очень хорошо продается) в разумных пределах (заполнение точки реализации однотипным товаром маловероятно).

Последние две манипуляции представляют собой главную задачу, решаемую приложением.

Соответственно проблему управления розничными продажами можно сформулировать так: анализ ассортимента товаров точки розничной торговли для определения товаров, которые:

- нужно удалить (уменьшить в количестве) на данной точке реализации и
- товаров, которые необходимо добавить (увеличить количество) на данной точке реализации.

Приблизительный алгоритм анализа рассмотрен в [1].

В. Клиент

В понятие «клиент» вложены характерные особенности точки реализации, обусловленные внешними причинами, а именно – предпочтениями покупателей, например, образовательные учреждения, производственные территории, культурно-развлекательные центры и пр. Предпочтения покупателей выражаются количественно в данных о продажах товаров (например, сколько, по какой цене и каких товаров).

Рассматривать «клиента» как параметр точки реализации стоит лишь тогда, когда на территории клиента имеется несколько точек реализации. Если же имеет место соотношение «1 клиент – 1 точка», то тогда данные о продажах по клиенту будут совпадать с данными о продажах ассортимента локально одной точки, и такая ситуация не представляет интерес. Если же на территории клиента несколько точек, то данные о продажах по клиенту будут обширнее данных по конкретной точке реализации.

Данные о продажах в рамках клиента позволяют глобальнее взглянуть на ассортимент конкретной точки реализации и скорректировать его. Например, не на всех точках реализации в рамках одного клиента ассортимент одинаков, т. е. можно добавлять на точку товары, которые уже показали себя хорошо у данного клиента, но еще не продавались на рассматриваемой точке.

С. Компания

Еще один интересный параметр – данные о продажах по всей компании в целом, т.е. продажи по всем точкам реализации у всех клиентов, с которыми сотрудничает компания.

Согласно [1] и тому, что описано выше, имеют место две глобальных задачи, которые должны быть решены с помощью приложения для оптимизации. Во-первых, ана-

лиз данных (локальных) точки реализации для определения товаров, количество которых требуется изменить. Во-вторых, анализ данных от трех источников: точка реализации, клиент и компания – для определения товаров, которыми требуется восполнить результаты после изменения количества товаров точки реализации.

III. АНАЛИЗ ДАННЫХ

А. Анализ данных о продажах в рамках одной точки реализации

Данные продаж одной точки реализации представлены численными значениями характеристик по каждому товару из ассортимента этой точки реализации за определенный период времени.

Первоначальный набор характеристик товаров избыточен (12 параметров). Экспертный метод оценки показал, что для формирования списка товаров на изменение количества требуется всего один параметр, отражающий *маржинальность товара с полки в день* (обозначим *М*).

Маржинальность (рентабельность) товара – финансовый показатель, который составляет величину прибыли компании в общей стоимости товара и выражается как разница между продажной ценой и себестоимостью товара. Себестоимость единицы товара определяется закупочной ценой единицы товара.

С помощью ABC анализа товаров по параметру *М* можно определить товары, количество которых требуется изменить. Предварительно выполняется сортировка товаров по убыванию данного параметра. Экспертами устанавливаются следующие значения процентов в группах: А – до 80%, В – до 95%, С – до 100%. Товары, которые вносят в рассматриваемый параметр 5 и менее %, попадают в список товаров на удаление. По каждому товару из С-группы определяются полки, которые освобождаются, или, другими словами, полки, которые надо заполнить рентабельными товарами (список Х).

Имеют место случаи, когда некоторые товары вообще не продавались в анализируемый период. Обнаружить такие товары можно сравнивая список товаров, для которых есть данные о продажах и заявленный ассортимент (заявка). В последнем документе перечислены все товары, что физически установлены на точке реализации. В данных о продажах перечень только тех товаров, хотя бы одна штука которых была продана. Соответственно, если товар есть в заявке, но по нему нет продаж, то он попадает в список Х.

Для определения товаров, количество которых надо увеличить или уменьшить, анализируется объединение А и В групп. В зависимости от того, *какое количество товара догружается при каждом обслуживании*, можно сделать следующие выводы:

- Если догружается меньше минимальной емкости полки – необходимо сократить количество товара.
- Если догружается больше суммарной емкости полок – необходимо увеличить количество товара.

Уменьшение количества товара приводит к освобождению полок, т.е. пополняется список полок, на которые надо разместить рентабельные товары (список *X*).

Увеличение количества приводит к необходимости найти полки для хороших товаров. Некоторые полки можно автоматически найти в списке *X*. Другие – через поиск полок среди всех остальных товаров, которые стоят на полках, куда можно поставить хороший товар, но которые продаются значительно хуже.

Подводя промежуточный итог, можно сказать, что список товаров на полное удаление из точки реализации формируется из трех списков:

- С-группа по результатам ABC анализа.
- Товары без продаж.
- Товары, которые плохо продаются (требуется уменьшение количества).

Далее рассматриваются другие источники данных.

В. Анализ данных по клиентам и компании

Данные продаж товаров по компании в целом представляют собой значения параметров аналогично товарам точки реализации.

Аналогичные параметры имеют место и в данных о продажах товаров в рамках клиента. Чем хороши клиентские данные о продажах? Тем, что они максимально близко отражают особенности ассортимента точек реализации

Для определения рентабельных товаров по компании и по клиенту прибегают к ABC анализу, где под А-группу отводят также до 80%. И среди товаров А-группы выбирают те, что могут быть размещены на полках списка *X*.

Для рентабельных товаров из АВ-группы по данным точки реализации можно подбирать аналоги. По маркетинговым свойствам рентабельных товаров (например, напитки, еда и т.д. со свойствами: газированное/не газированное, сок, молоко, сладкое/не сладкое и т.д.) искать аналоги в данных по компании (а именно в 30%-ой А-группе) и предлагать наиболее рентабельные по компании в качестве аналога товару из АВ-группы.

В табл. 1 можно увидеть группировку методов для формирования списка полок, которые необходимо заполнить рентабельными товарами. Каждый из перечисленных методов дополняет список полок, определенный на предыдущем шаге. Может оказаться так, что методы 2 и 3 не дадут результатов, но метод «С-группа» всегда дает результат.

ТАБЛИЦА I Методы формирования списка полок

№	Группировка методов		
	Цель	Описание	Название
1.	Определить неуспешные товары на удаление и полки, которые надо заполнить рентабельными товарами	Последние 5% по маржинальности с полки в день по данным с точки реализации	С-группа
2.		Продаж между обслуживаниями меньше min емкости полки	Мало продаж
3.		Товары заявлены в ассортимент, но и единицы не было куплено за рассматриваемый период	Нет продаж

В табл. 2 перечислены методы для подбора товаров для установки на полки из списка, сформированного по методам в табл. 1.

ТАБЛИЦА II Методы заполнения полок из списка

№	Группировка методов		
	Цель	Описание	Название
1.		Рентабельные товары из А- и В-групп по данным с точки реализации	Дубль
2.	Заполнить освободившиеся полки	По рентабельным товарам из АВ-группы подобрать аналоги из данных по компании, а именно из 30%-ой А-группы	Аналог
3.		Из А-группы данных по компании ведется подбор товаров	Компания
4.		Из А-группы данных по клиенту ведется подбор товаров	Клиент

Очевидно, что по каждой полке из списка *X* (табл. 1) по каждому методу (табл. 2) может быть предложено несколько товаров. Результаты методов не зависят друг от друга. В связи с этим товары в результатах различных методов по табл. 2 могут повторяться.

Возникает задача поиска таких соответствий {полка, товар}, чтобы при внесении изменений в ассортимент была увеличена прибыль конкретной точки реализации.

IV. ИНТЕГРАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Т. к. товары по методам из табл. 2 могут повторяться, на первый взгляд может показаться, что имеют место равноценные соответствия {полка, товар}. Проблема заключается в определении максимально успешных в будущем соответствий. При первом приближении можно выполнять поиск соответствий детерминированным образом, например:

1. Преобразовать список полок *X*.

Выполнить сортировку полок из списка *X* по возрастной рентабельности товаров, значения параметров которых привели к добавлению полки в список *X* (отсортированный список – *X**). Полки можно пронумеровать, где нумерация будет значить приоритет для заполнения: чем меньше номер, тем больше приоритет при поиске товаров, т.е. заполнять полки следует строго в порядке их следования в отсортированном списке.

2. Преобразовать товары-кандидаты (табл. 2).

Нумерацию методов в табл. 2 можно расценивать как значимость результатов метода: чем больше номер, тем больше значимость. Для каждой полки следует обозначить кандидатов по всем методам с указанием приоритетов.

Рассматривать полки списка X^* следует по порядку. Начать формирование соответствий нужно с полки, для которой меньше всего кандидатов. Если таких полок несколько, то первой рассматривать полку с большим приоритетом (меньшим номером). Среди кандидатов рассматриваемой полки следует выбирать товары с большей значимостью (большим номером). После того как соответствие будет установлено, оно фиксируется (сохраняется), а рассмотренная полка и установленный товар удаляются из рассмотрения.

Достоинством детерминированного подхода является заполнение максимального числа полок (почти наверно на каждую полку будет предложен товар). Для оценки успешности было решено прибегнуть к прогнозированию маржинальности для каждой возможной замены из списка соответствий $\{полка, товары-кандидаты\}$.

Рассматривается реализация прогнозирования с использованием методов машинного обучения на языке программирования Python (версия 3.5.2) с помощью библиотек TensorFlow [3] и sklearn [4]. За основу разработки были взяты результаты, представленные в [5], [6] и [7]. Были сформированы специальные наборы данных с помощью группы экспертов, которые оценивали соответствия $\{полка, товар\}$. Использование методов машинного обучения реализовано аналогично тому, как это сделано в [7].

При сравнении итогов, полученных с использованием методов машинного обучения, с результатами работы детерминированного подхода, было получено, что около 27% соответствий, предложенных во втором случае, могут быть скорректированы. Т.е. использование методов машинного обучения позволяет получить более надежный результат, что стимулирует повышение рентабельности всей точки реализации.

V. АРХИТЕКТУРА ПРИЛОЖЕНИЯ

Рассмотрение архитектуры разработанного приложения происходит со следующих ракурсов:

- *Эффективность* продемонстрирована результатами работы приложения, которые удовлетворили интересы экспертной группы.
- *Гибкость*: реализация на языке Python модулей для решения задач и подзадач позволяет безболезненно вносить изменения в существующий функционал и добавлять новые возможности.
- *Возможность повторного использования* обеспечена независимостью модулей.

- *Сопровождаемость* достигается с использованием достаточно простого и мощного языка программирования Python.

Схематично архитектура приложения представлена на рис. 1.

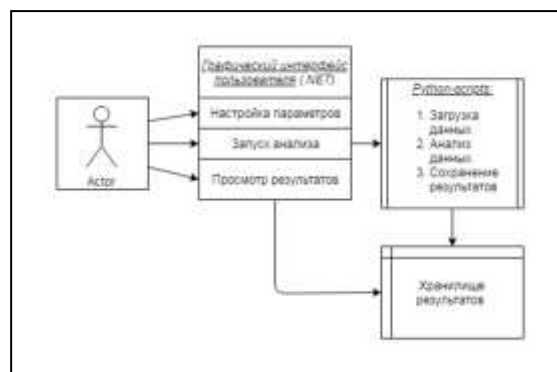


Рис. 1. Схематичное представление архитектуры

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Было разработано приложение для оптимизации розничных продаж. В основе приложения лежат алгоритмы, решающие проблему управления розничными продажами и учитывающие особенности описания товаров, точек реализации и данных от трех возможных источников. Внедренные в приложение методы машинного обучения позволили уточнить результаты детерминированного алгоритма и улучшить их. Согласно экспертной оценке полученные результаты точны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Чернокульский В.В., Размочаева Н.В. Разработка подхода к решению задачи формирования ассортимента товаров точки розничной торговли // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2018. №. 2. С. 5-10.
- [2] Семенов В.П., Чернокульский В.В., Размочаева Н.В. Исследование искусственного интеллекта в задачах управления розничной торговлей // II Международная научная конференция по проблемам управления в технических системах (CTS'2017). Материалы конференции. Санкт-Петербург. 25–27 октября 2017 г. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». С. 346-349.
- [3] TensorFlow: An open-source machine learning framework for everyone. Электронный ресурс. URL: <http://tensorflow.org> [Дата обращения: 6.04.2018].
- [4] scikit-learn: Machine Learning in Python. Электронный ресурс. URL: <http://scikit-learn.org/stable/> [Дата обращения: 6.04.2018].
- [5] Pete Garcin. Optimizing Machine Learning With TensorFlow // DZone. Электронный ресурс. URL: <https://dzone.com/articles/optimizing-machine-learning-with-tensorflow> [Дата обращения: 6.04.2018].
- [6] Ben Gorman. Convert More Sales Leads With Machine Learning // GormAnalysis. Электронный ресурс. URL: <https://gormanalysis.com/convert-more-sales-leads-with-machine-learning/> [Дата обращения: 6.04.2018].
- [7] Lak Lakshmanan. How to do time series prediction using RNNs, TensorFlow and Cloud ML Engine // Medium. Электронный ресурс. URL: <https://medium.com/google-cloud/how-to-do-time-series-prediction-using-rnns-and-tensorflow-and-cloud-ml-engine-2ad2eeb189e8> [Дата обращения: 6.04.2018].