



spe//abs



*software  
project  
expert  
laboratory*



Решение по формированию  
оптимальных цен на товары  
для розничной торговли



Основано на машинном обучении и  
математической оптимизации

2017 года  
Москва

# Задача

Нахождение цен на товары, максимизирующие ожидаемый оборот или прибыль от продаж по всем магазинам за фиксированный отрезок времени, например, неделю. При этом учитываются ограничения на допустимые ценовые диапазоны для каждого товара, минимальную прибыль по магазину, фиксация цен на акционные товары и другие ограничения.

# Подход

1. Разбить товары на небольшие группы (кластеры) таким образом, чтобы спрос на товары внутри каждого кластера был сильно коррелирован. Часто кластер состоит из товаров-заменителей (отрицательная корреляция) и сопутствующих товаров (положительная корреляция).
2. Рассчитать кросс-эластичность путем построения регрессионных моделей зависимости спроса на каждый товар в кластере от цен на все товары в этом кластере.
3. Сформировать рекомендации по изменениям цен, которые максимизируют ожидаемую прибыль или оборот на заданный горизонт времени, например, неделю, с учетом ограничений.

# Преимущества

Подход, основанный на машинном обучении и математической оптимизации оказывается очень эффективен, когда в продажах присутствует информация о шаблонах принятия решений покупателями на основании небольших изменений цен на большой ассортимент товаров. Полученные рекомендации учитывают уникальную специфику каждого конкретного бизнеса и критерии принятия решений его клиентов.

# Ограничения

Основным ограничением описанного метода является исключительно статистический подход к формированию кластеров и расчета кросс-эластичности. Это приводит к ограничению числа анализируемых товаров только теми, для которых есть история изменения цен в прошлом и данные о продажах на длительном горизонте времени. Описанное ограничение может быть преодолено путем внедрения в систему экспертных правил.

# Оценка результата

Эффективность ценовой оптимизации проверяется сравнением целевого показателя (прибыль, оборот) на парах сравнимых контрольных и тестовых магазинов на статистически значимом горизонте времени.

# Процесс



# Процесс скрининг

Выбираются товары, статистические показатели продаж которых превышают установленный набор порогов:

- Глубина истории продаж: как долго товар продается.
- Плотность продаж: сколько единиц товара продается в каждом магазине в неделю.
- История изменений цены: среднее абсолютное и относительное изменение цены товара в рублях и процентах от среднего за всю историю продаж.
- Важность товара: процент от выручки, оборота, единиц среди продаж всех товаров.

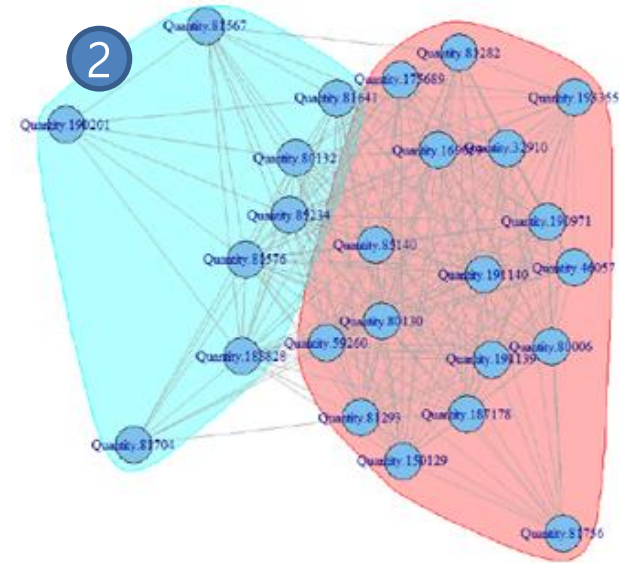
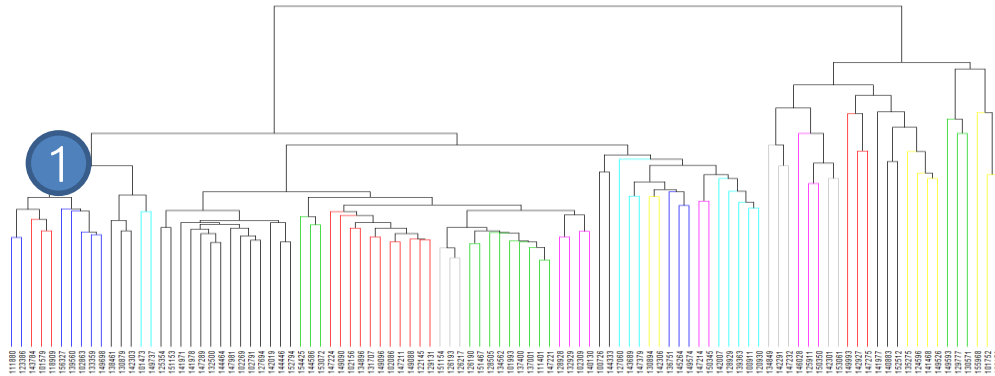
В качестве результата получаем список товаров-кандидатов для ценовой оптимизации.

# Процесс кластеризация

Автоматическая группировка товаров, сильно коррелированных по спросу.

Используется два метода:

1. Иерархическая кластеризация с расстоянием между товарами  $\text{distance}(x,y) = 1 - \text{abs}(\text{correlation}(x,y))$ . Чем выше модуль корреляции по Спирману между векторами спроса двух товаров, тем меньше расстояние между ними.
2. Кластеризация на графе: узлы – товары, дуги – модули корреляции спроса между товарами  $\text{abs}(\text{correlation}(x,y))$ . Кластеры образуют товары с большим весом связей внутри по сравнению с внешними связями.

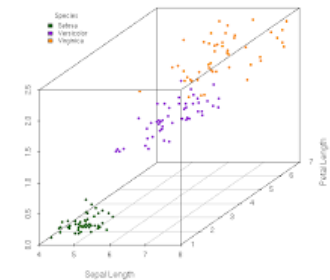
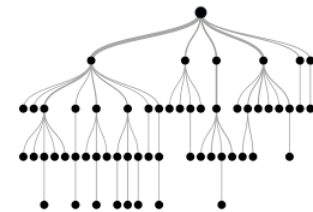
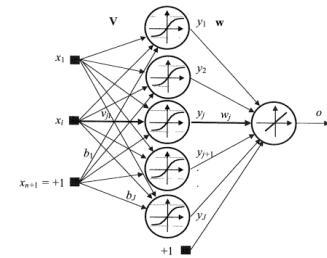


# Процесс выбор лучшего алгоритма и регрессия

Для каждого товара мы автоматически выбираем наиболее точный алгоритм прогнозирования спроса на него в зависимости от цен на все товары кластера, от магазина, календаря и т.д. Выбираются также лучшие параметры выбранного алгоритма. Выбор алгоритма осуществляется при помощи 5-fold кросс-валидации. Среди кандидатов: нейронные сети, машина опорных векторов, ансамбли деревьев решений и т.д.

Наиболее важным дополнительным предиктором могут быть цены конкурентов в окрестности магазина.

Лучшая модель для каждого товара сохраняется и используется для расчета эластичности и кросс-эластичности спроса при оптимизации.

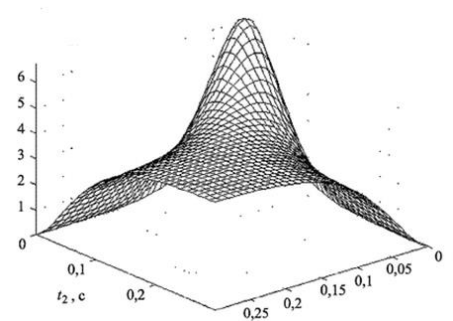




# Процесс оптимизация

На последнем этапе решается задача нелинейной математической оптимизации.

- **Целевая функция** может быть ожидаемая прибыль или оборот по всем магазинам и анализируемым товарам на следующую неделю. При расчете целевой функции используется регрессионная модель спроса, полученная на прошлом шаге.
- **Переменные решения** – рекомендованные цены на анализируемые товары на следующую неделю.
- **Ограничения** – допустимые ценовые диапазоны для каждого товара, минимальная прибыльность каждого магазина и т.д.



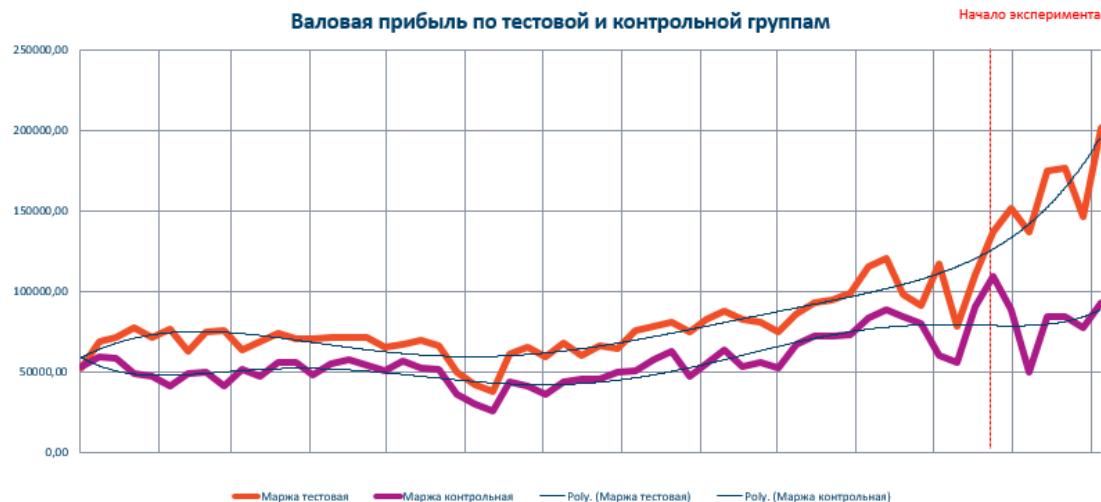
# Пример в ритейле.

## Результаты проекта

В сети аптек был реализован проект по оптимизации цен на 200 наиболее популярных товаров. Анализировались данные по продажам за 2 года.

Рекомендации применялись в 4 аптеках в течение 4 месяцев. Результат сравнивался с другими похожими 4 аптеками, где ценой управляли как обычно. За первые 1,5 месяца после эксперимента выручка в тестовой группе выросла в 1,8 раз, затем стабилизировалась на уровне 1,4 от первоначального уровня.

**Агрегированный итог** за 4 месяца эксперимента: прибыль по сравнению с тестовой группой выросла почти на 393 тыс. рублей в месяц.



# spe//abs

## *Несколько слов о компании*

Опыт в разработке  
с 2004 года

Разработка  
корпоративных  
портальных  
решений

Методология анализа  
данных и прогнозная  
аналитика



**Microsoft Partner**  
Gold Certified Partner

spe//abs

Спасибо

+7 (495) 774-58-23

Адрес: 105120, Москва,

Нижняя Сыромятническая, д. 10, стр. 7. (БЦ Artplay)