VEEROUTE ↗ | All-over-IP 2021: Цифровая логистика

Математика доставки 2.0: Комбинаторная оптимизация и машинное обучение.

Реализованные кейсы в цифрах

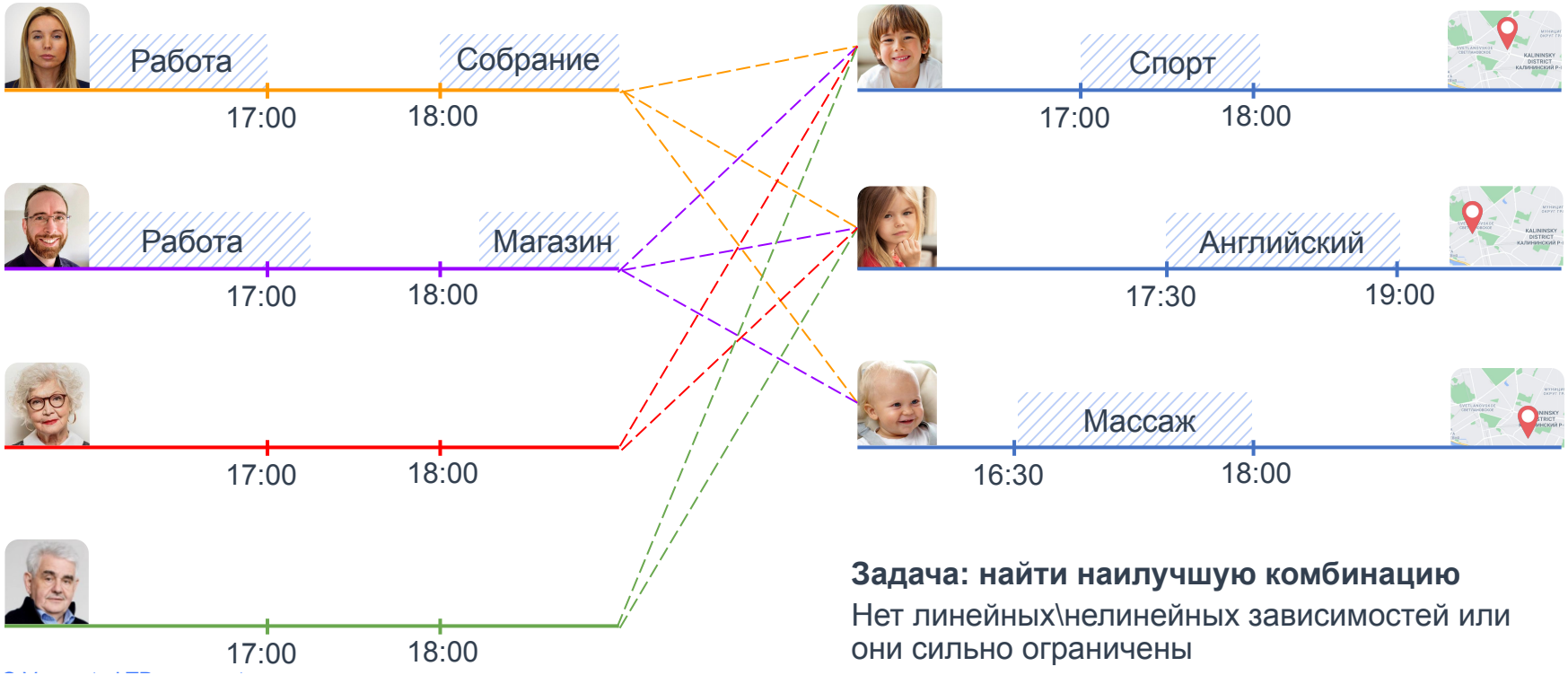
Алексей Макеев
CEO, VeeRoute Consulting

VEEROUTE

Комбинаторные задачи

© Veeroute LTD

Простая комбинаторная задача

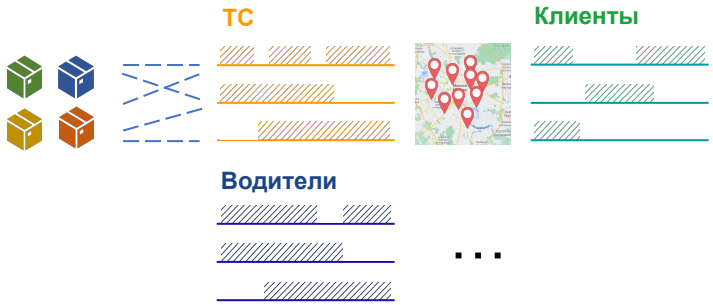


Задача: найти наилучшую комбинацию

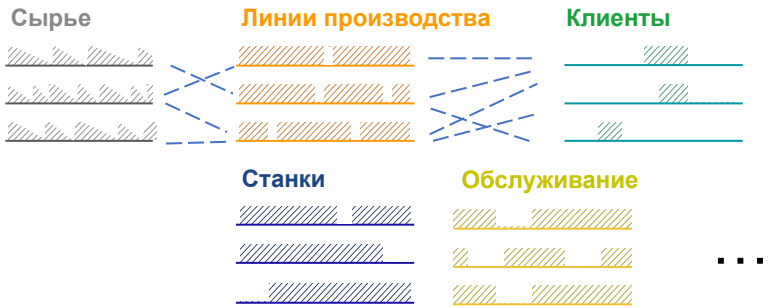
Нет линейных\нелинейных зависимостей или они сильно ограничены

Примеры комбинаторных бизнес-задач

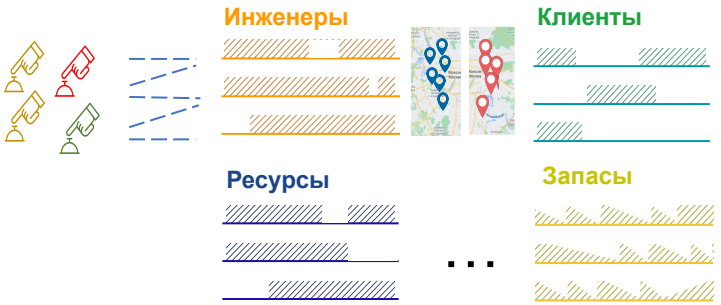
Доставка / Транспортировка



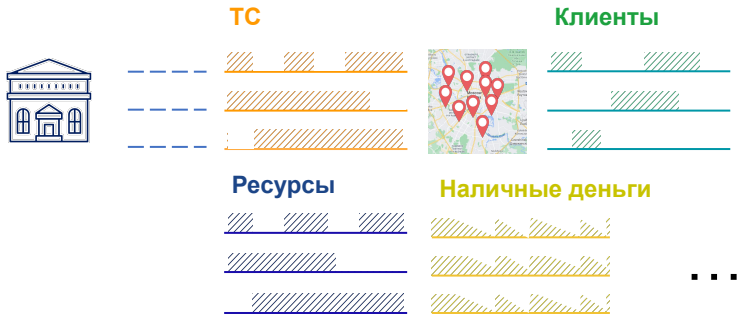
Производство



Сервисные инженеры



Инкассация



Сложность комбинаторных бизнес-задач

Виды планирования

- Забор грузов
- Доставки грузов
- Перемещения грузов точка - точка, без заезда на склад
- Планирование работ (без перемещения груза) на точках
- Планирование комплексных заказов (заборов, доставок, работ)
- Перепланирование ранее запланированного рейса с учетом перемещения исполнителя и изменений по геоданным (+пробки)
- On-line согласование с клиентом времени доставки с одновременным планированием оптимальных маршрутов на любой интервал времени вперед

Ограничения

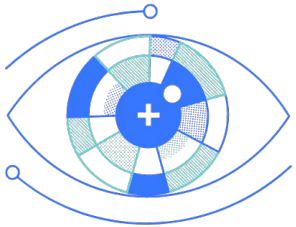
- Ограничения на заказ: временные окна, разные допустимое время работы локации, учет порядка исполнения заявок в пределах маршрута и т.д.
- Ограничения на исполнителя: место старта/финиша, график доступности, максимальная продолжительность работы и т.д.
- Ограничения на транспорт: место старта/финиша, график доступности транспорта, максимальная протяженность маршрута, несколько отсеков в транспорте, каждый со своими параметрами, ограничение сверху на суммируемые вместимости (вес, объем, количество заказов, количество заявок) и т.д.

Данные для планирования

- Заказы, транспорт и исполнители разделены на разные сущности, при планирование происходит оптимальное назначение исполнителя на транспорт
- У транспорта несколько отсеков - каждый из которых может вмещать груз и обладает собственными характеристиками. “Шведские сцепки”
- Учёт совместимости груза с транспортом по параметрам габарита груза (длина, ширина, высота)
- Учёт совместимостей груз-отсек транспорта (возможность учесть особенности отсека: холодильник, термо-сумка, крепежи и т.п)
- “Геометрия” грузов - сочетание параметров вместимостей, совместимостей и вращения

Совместимости

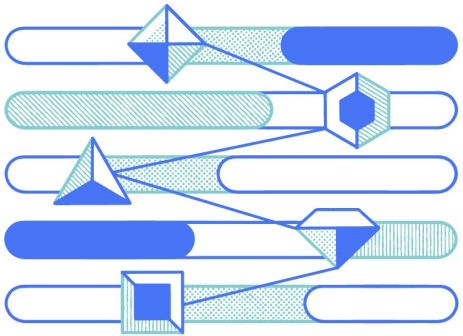
- Заказ - Исполнитель
- Заказ - Не Исполнитель
- Груз - Отсек
- Локация - Транспорт
- Транспорт - Исполнитель
- Исполнитель - Транспорт
- Заказ - Заказ
- Груз - Груз
- и т.д.



Критерии оптимизации

Разные целевые функции для оптимизации, которые включают в себя один или несколько параметров:

- Количество ресурсов (транспорт, исполнители)
- Время выполнения
- Пробег
- Надежность рейсов
- Стоимость



© Veeroute LTD veeroute.ru

Критерии оптимизации

1. Расставить как можно больше заказов, затем оптимизировать суммарный пробег (количество транспорта выбирается исходя из пробега)

2. Расставить как можно больше заказов, при этом использовать как можно меньше транспорта и маршруты должны быть визуально сгруппированы

3. Расставить как можно больше заказов, при этом использовать как можно меньше транспорта, при прочих равных оптимизировать время работы исполнителей

4. Расставить как можно больше заказов, при этом стремиться оптимизировать визуальную группировку маршрутов, но не их количество

5. Расставить как можно больше заказов, затем оптимизировать количество транспорта, затем пробег

VEEROUTE

01

Геометрия товаров
при маршрутизации

02

CONFIDENTIAL

Математика доставки 2.0:
Machine Learning + Маршрутизатор

© Veeroute LTD veeroute.ru

строительный двор

27 лет
на рынке

17 городов
в России

50
магазинов

общая площадь
торговых площадей, складов и баз

244 300 м²

Заказ в 1 клик

Быстрая и экономичная доставка

Оплата товара при получении

© Veeroute LTD veeroute.ru

Предпосылки проекта

строительный двор

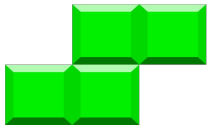
1. Нет возможности обеспечить линейный рост команды диспетчеров и их экспертизы
2. Эффективность существующего ручного планирования и формирование маршрута почти достигла своего максимума, не позволяя компании дальше расти.

Нестыковки на каждом этапе:

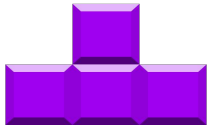
- Цена не адаптивная и не учитывает текущие загрузки в этом же направлении - догрузы
- Оптимальный магазин, откуда сделать догруз товара
- Товар по заказу не входит в зафрахтованную ТС
- Образование живых очередей на Загрузку. Нет ETA для клиента
- Повреждение товара при доставке из-за несовместимости грузов: чистые и грязные, объемные, негабаритные, но длинные (арматура 11.67м), хрупкие… и т.д.

Тетрис - комплектация и маршрутизация

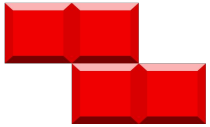
строительный двор



ТОВАРЫ.ХАРАКТЕРИСТИКИ
чистые/грязные, ломкие/ломающие; штабелируемые/не штабелируемые;
только одно положение или комбинации: О (основание), Л (лицевая), Б (боковая) - ОЛБ;
в паллетах/без паллет, можно распилить и т.д.



ГРУЗ-ГРУЗ.СОВМЕСТИМОСТИ
чистый и грязный вместе ехать не должны, ломкий с ломающим ездить не должен, нейтральный может ездит с любым из 2х; если можно распилить, то на какие части и т.д.



ТРАНСПОРТ-ГРУЗ.СОВМЕСТИМОСТИ
длина кузова, больше чем длина товара, чтобы взять груз (жесткий), если температурный режим товара меньше уличного, то нужно везти будкой, товар нельзя мочить - ТС с крышей, товар требует грузчика и т.д.

ТРАНСПОРТ-СКЛАД.СОВМЕСТИМОСТИ
направление погрузки ТС должно быть равно с воротами:
ТС сзади, сбоку, сверху = Ворота СЗАДИ, СБОКУ, СВЕРХУ, в ТС может въехать вилочный погрузчик; Высота пола ТС = Диапазон рампы от до и т.д.

Результаты в цифрах

строительный двор

80% комплектов и маршрутов

сформированные математикой уезжают без изменений

90% прибытие

в установленное время, без опозданий

в 2 раза больше заказов в одном маршруте

Результаты в цифрах

строительный двор

+ 29%
Утилизация выше по весу

в 2 раза
выше доход

водителя от комплектования математикой

95%
сокращение

времени планирования с 1,5 часов до 5-7 минут

Модель	Количество доставок	Утилизация веса	Средний доход водителя на 1 комп.
План Логист	244	**74%**	1 878
План Veeroute	244	**84%**	2 360
Факт	244	**55%**	1 057

Вводные данные:

- Период: 1 месяц
- Сервис: доставка клиенту
- Вид ТС - Газель 1,5 т.

CONFIDENTIAL

Кейс 02.

Математика доставки 2.0:

Machine Learning + Маршрутизатор

«Машина времени»...

1. **Вопрос: Какие возможности дает «машина времени»?**

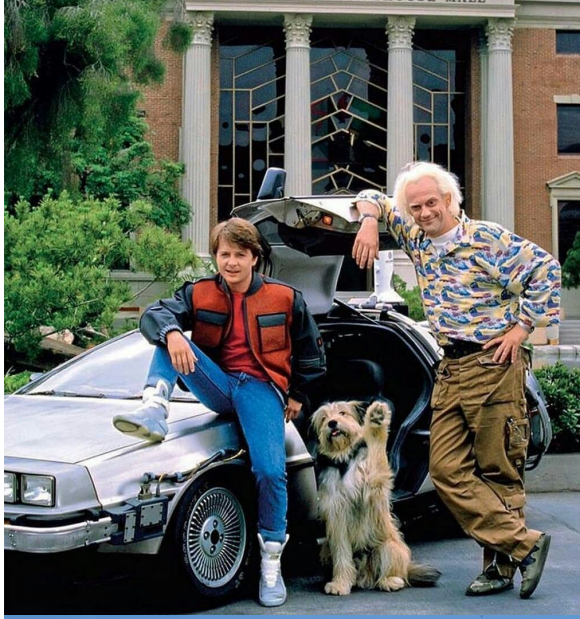
   Ответ 1: …жил бы в Сочи, но это невозможно!!!

   Ответ 2: Возможен предиктивный план, с высокой точностью (> 85%), например:

   - Мы будем знать сегодня “180 из 200” завтрашних заказов “в Зеленограде” и что купят (ГВХ)...
   - Мы будем знать сколько и каких машин нам нужно на неделю вперед в каждый день…
   - Мы будем знать сколько и каких товаров закажет наш крупнейший клиент на следующей неделе, через месяц...

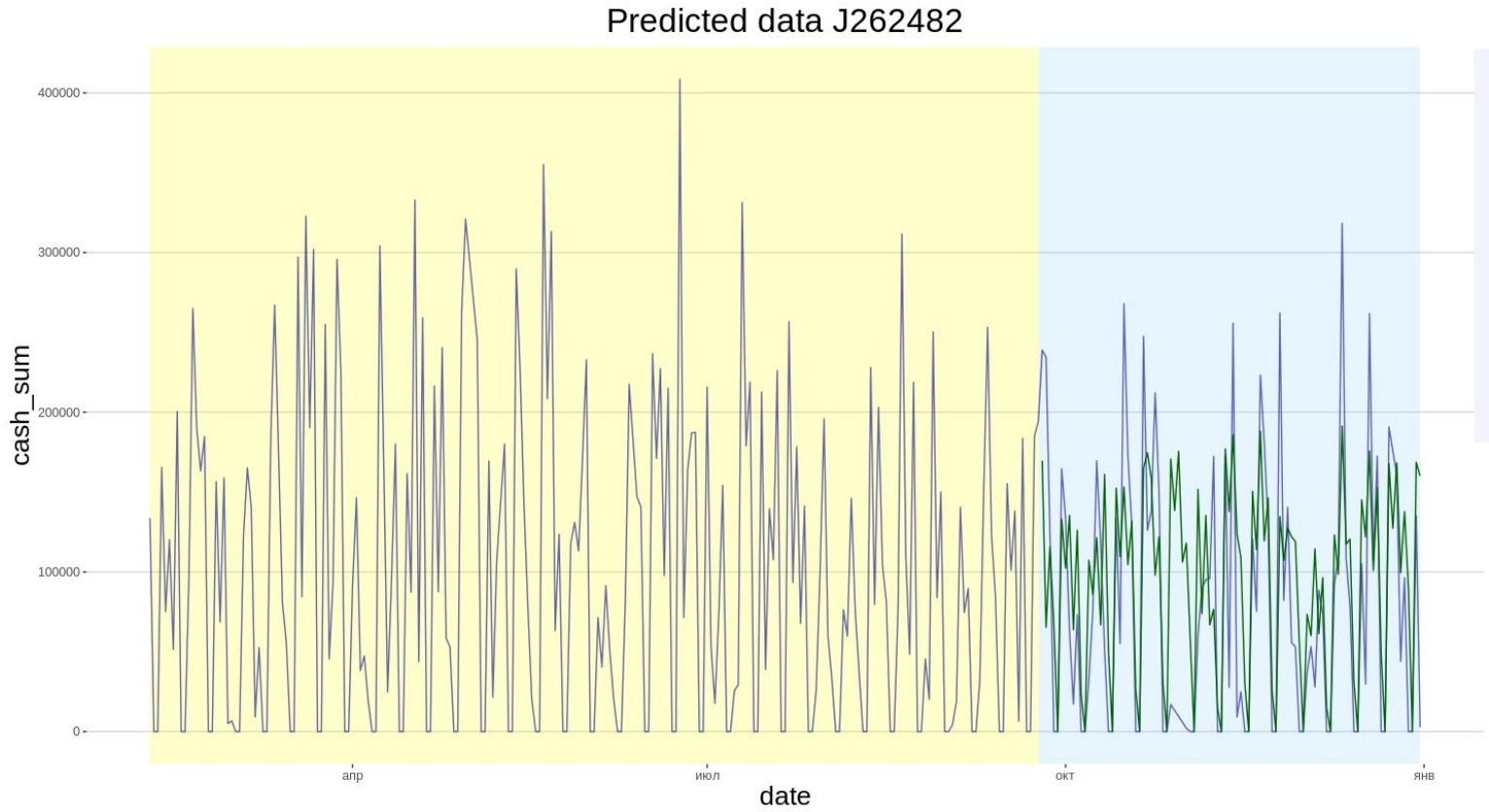
2. **Вопрос: Как получить предиктивный план?**

   Ответ 1: Исторические данные + Machine Learning (ML)



Алгоритмы Machine Learning (ML) для построения прогноза

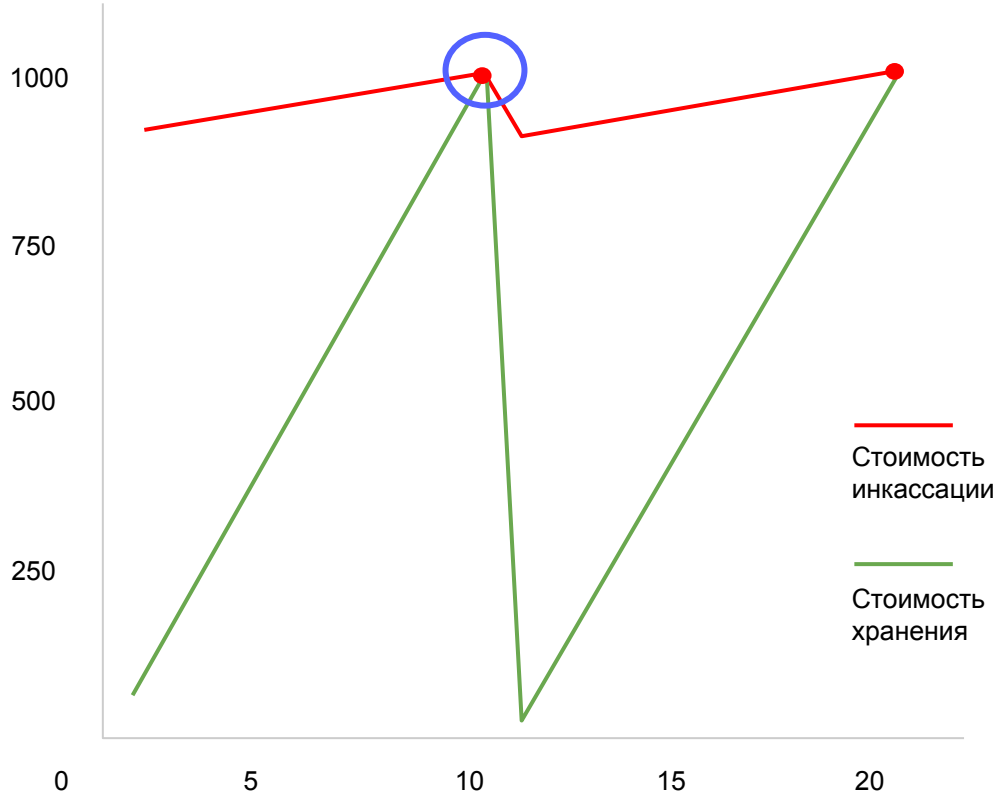
Качество прогноза суммы наличных в конкретном терминале



2 года исторических данных

> 85% качество прогноза

План логистики основанный на оптимальном плане наличных



В момент времени, когда стоимость хранения излишков становится больше или равной стоимости вывоза этих излишков, наступает оптимальный момент времени для инкассирования.

На графике 10 и 20 число - оптимальны для инкассации.

Кейс из банковской логистики

Операционный блок

Данные для планирования

План наличных

1. Оптимальные лимиты наличных

2. Оптимальный график подкреплений, инкассаций

Инкассация

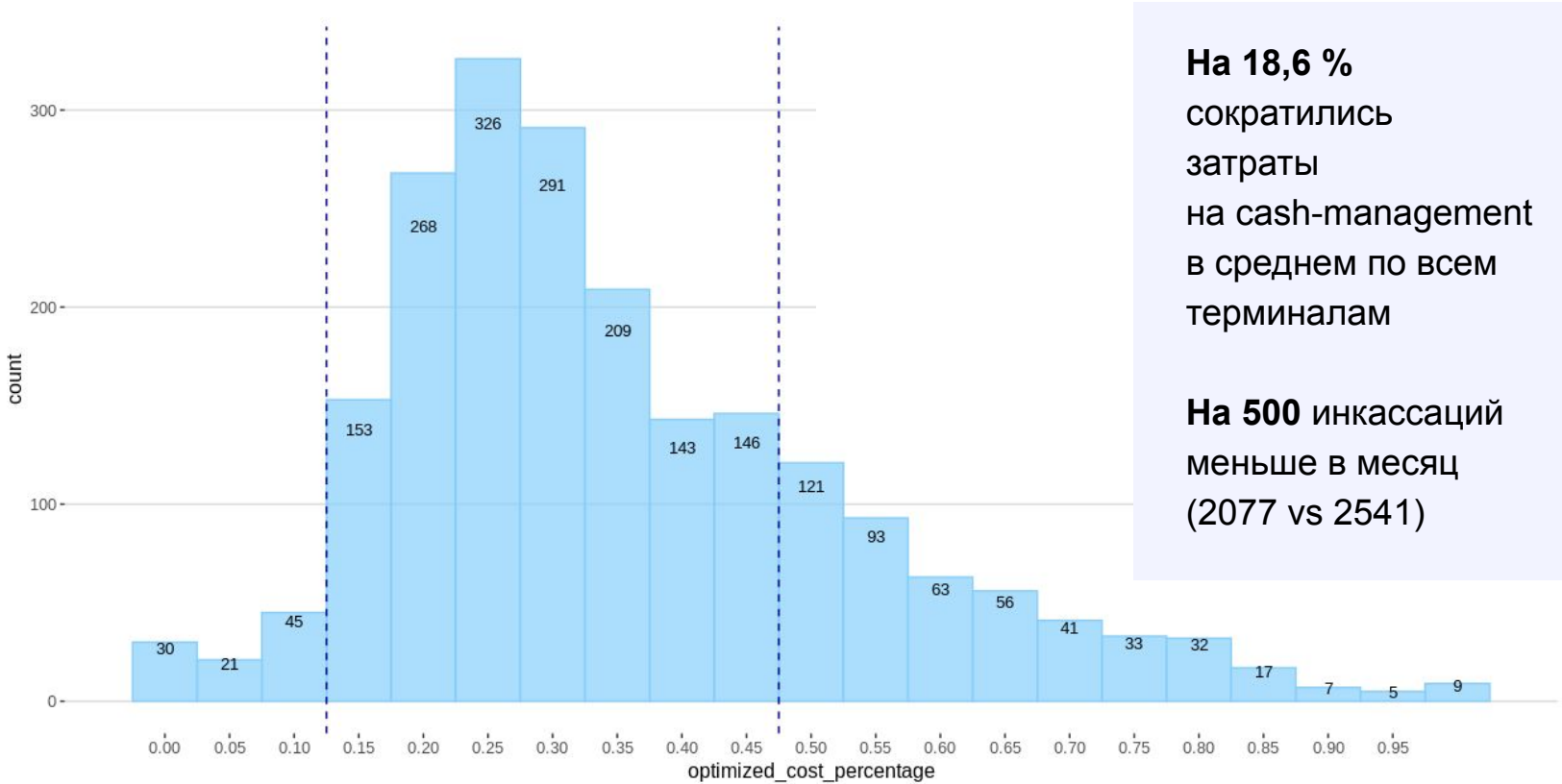
Текущие маршруты

План логистики

3. Оптимальные маршруты

4. Планирование и мониторинг

Банк Топ-20 - цифры



На 18,6 % сократились затраты на cash-management в среднем по всем терминалам

На 500 инкассаций меньше в месяц (2077 vs 2541)

Менее 15% экономии
155 терминалов

От 15 до 50 % экономии
1529 терминалов

Более 50% экономии
425 терминалов

Вопрос от телезрителей?

Какие еще интересные кейсы можно **предиктивить и маршрутизировать**?

Подтвержденные модели ML

Остатки:

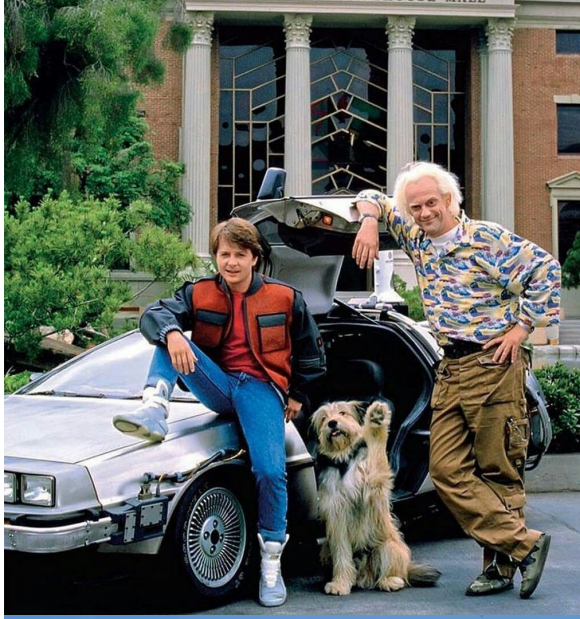
- Инкассация, подкрепление наличных
- Вендинговые автоматы
- и т.д., где есть перемещения ->, <- или <->

Клиенты:

- Заказы - “в каком районе, будет сколько заказов, в разбивке по 6-ти часовым окнам…”
- Отток клиентов - “через 4 месяца перестанет выполнять транзакции…”
- Сегментация - “LTV по операциям на маркетплейсах...”
- и т.д., где есть “большая” история операций

* NEW HORECA

- Предиктивный план по клиенту + on-line остатки + формирование плана подкрепления + группировка и маршрутизация доставок для всех клиентов



Математика доставки 2.0

Предиктивный план

Данные для планирования

Machine Learning

1. Предиктивный план (остатков, заказов и т.д.)

2. Оптимальный график подкреплений, доставок, резерв ТС и т.д.

+

Доставка

Данные для планирования

Маршрутизатор

3. Оптимальные маршруты и парк ТС

4. Исполнение и мониторинг

Veeroute

Компания:
Основана в 2014. Офисы в Москве и СПб.

Продукт:
Облачный движок для решения комбинаторных задач

Основные области применения:

- Доставка последней мили
- Дальнемагистральные перевозки
- Сервисные инженеры
- Планирование пополнения точек выдачи наличных
- Производственное планирование

© Veeroute LTD

VEEROUTE ↗

All-over-IP 2021: Цифровая логистика

Спасибо за внимание!

Алексей Макеев
CEO, VeeRoute Consulting
maa@veeroute.com