



Модель по построению оптимальных маршрутов
инкассации платежных терминалов.

Hackathon runners

Состав команды Hackathon runners



Давид
Кереселидзе

- Data scientist
- @DoohNibor30k
- +7-937-082-55-35



Максим
Егоров

- Data scientist
- @klop1007
- +7-903-317-57-01



Оптимизация затрат на инкассацию терминалов города Москвы



Краткое описание решения

Анализ данных

Нахождение ожидаемой частоты посещений терминалов, определение оптимального количества машин.

Модель прогноза

Мы произвели прогноз пополнения в каждом банкомате на тестовом периоде(последний месяц). Модель прогнозирования помогает еще больше стабилизировать работу нашего алгоритма

Создание системы оценки приоритетов

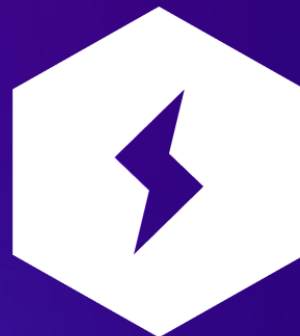
Мы используем систему “очков” для оценки приоритета посещения банкомата. Очки задаются как нелинейная функция. Данная функция позволяет алгоритму не только решать задачу построения оптимальных путей на сегодня, но и облегчать построения путей в будущем.

Формирование маршрутов

Используя систему очков, с помощью модели, основанной на принципах работы “жадного” алгоритма, мы находим первичный путь. Далее, этот путь оптимизируется по времени. Повторяем это для путей всех машин, так мы получаем маршрут на следующий день.



PyTorch



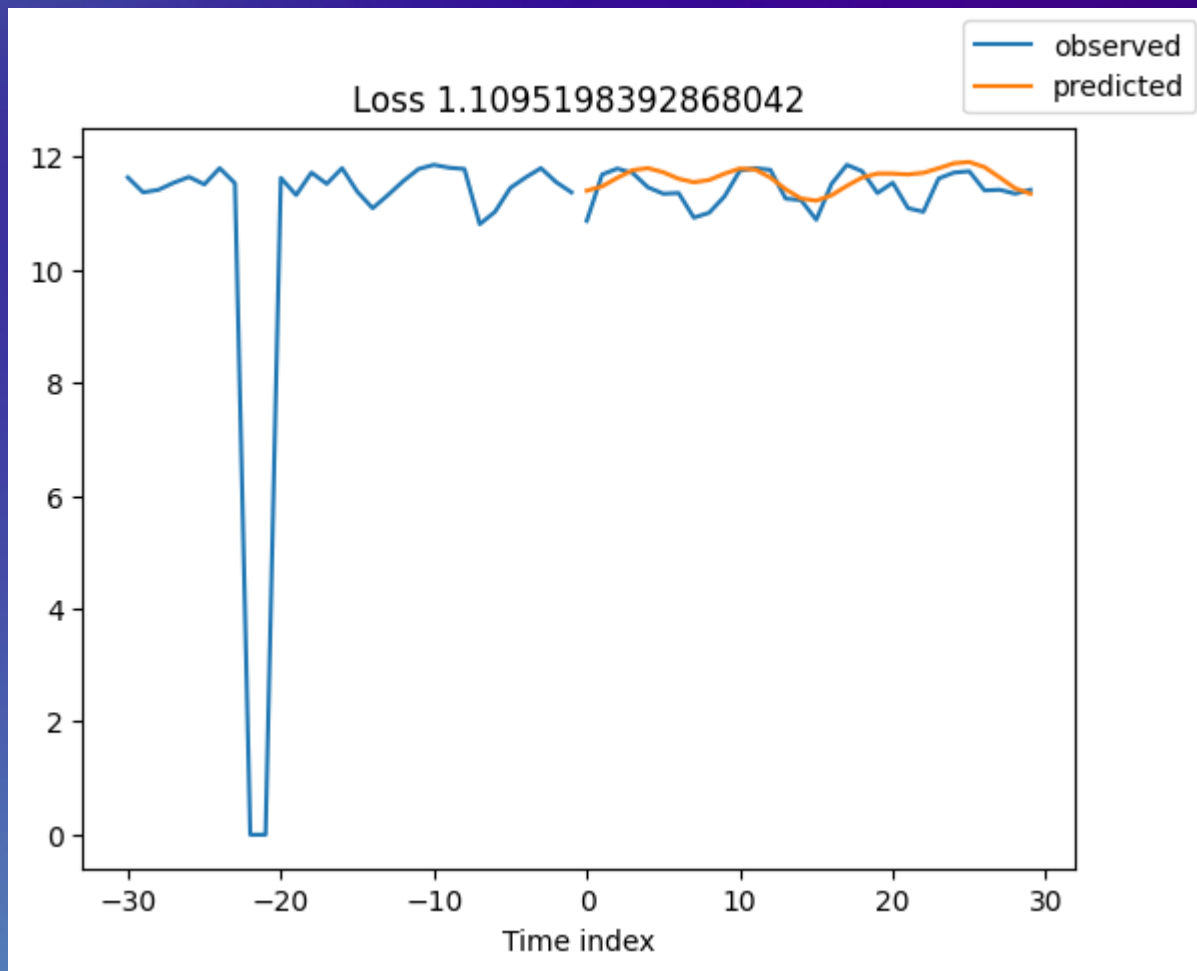
Lightning



plotly



pandas



Наш алгоритм может использовать как среднее значение поступления средств в банкомат, так и прогноз поступления.

Модель прогноза может улучшить качество алгоритма, повысить его стабильность.

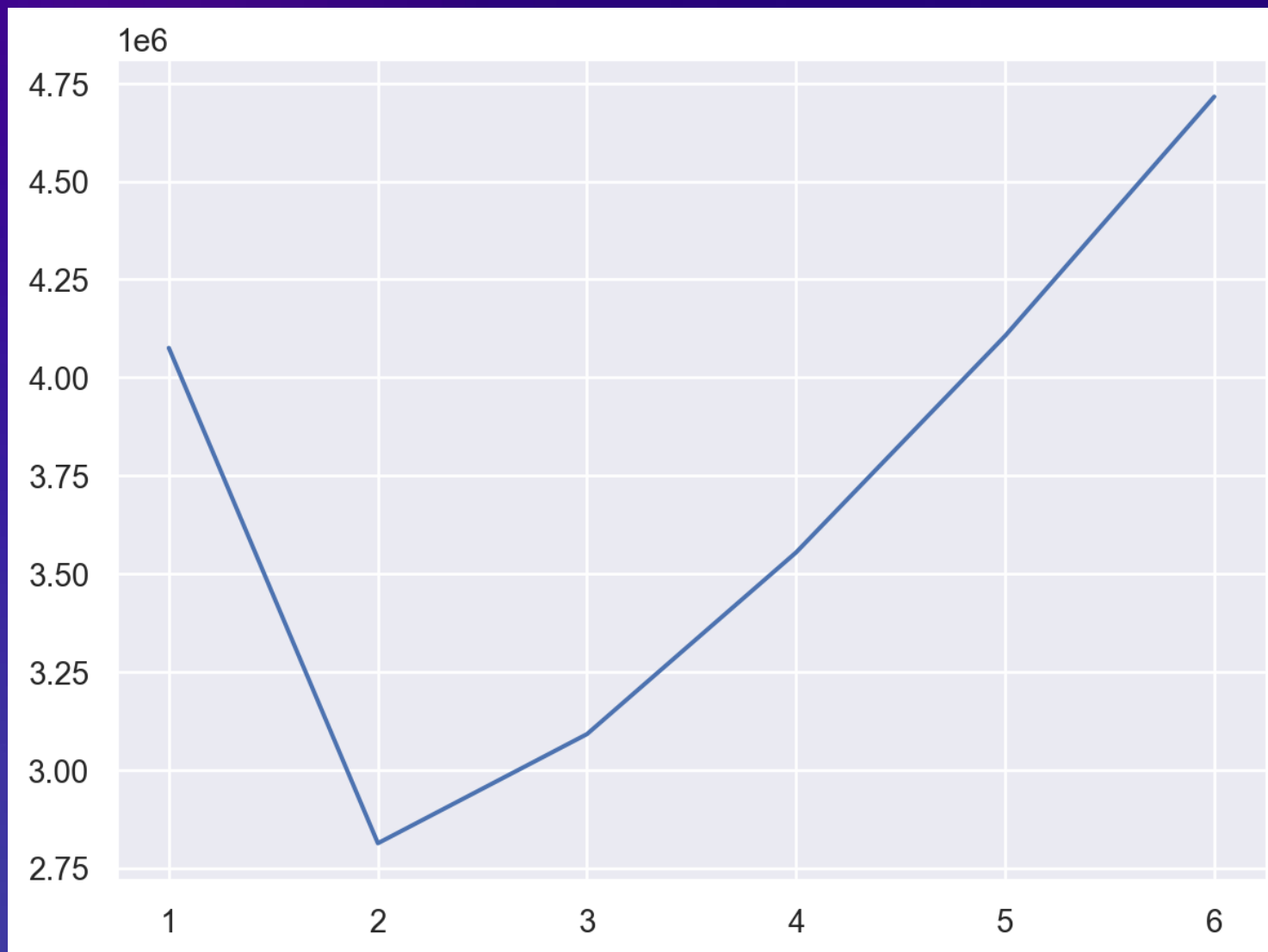
В качестве модели прогнозирования была выбрана модель N-Beats, которая хорошо раскладывается на тренд и сезонную составляющую.

Предварительный анализ

Мы провели оценку, и сделали вывод о том, что наибольшее количество расходов приходится на содержание парка машин.

Данный график показывает сумму общих расходов при заданном количестве машин.

В данном анализе игнорируется ограничение на посещение терминалов раз в 14 дней.





Функция оценок

Наша функция оценок приоритета посещения банкомата выглядит следующим образом:

Мы построили данную функцию, основываясь на том, что мы должны учитывать заполненность и необходимость посещения раз в 14 дней.

$$\min \left(\max \left(\left(\frac{Days}{13.1} \right)^{1.4}, \frac{Money}{1000000} \right), 1 \right)$$

Где Days - количество дней с последнего обслуживания.
Money – прогнозируемая величина денег в терминале

Выбор начальной точки

Выбирается терминал с максимальным приоритетом

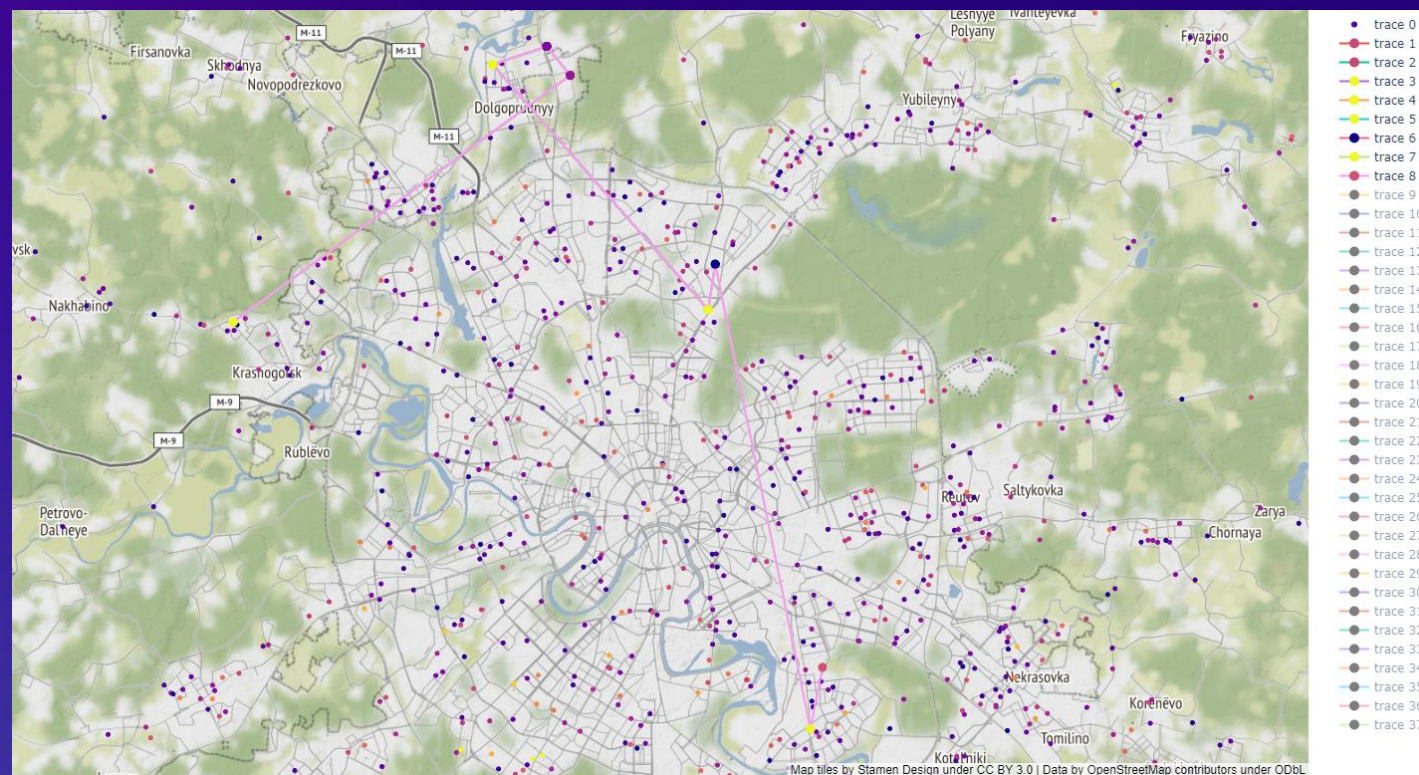
Поиск локального минимума

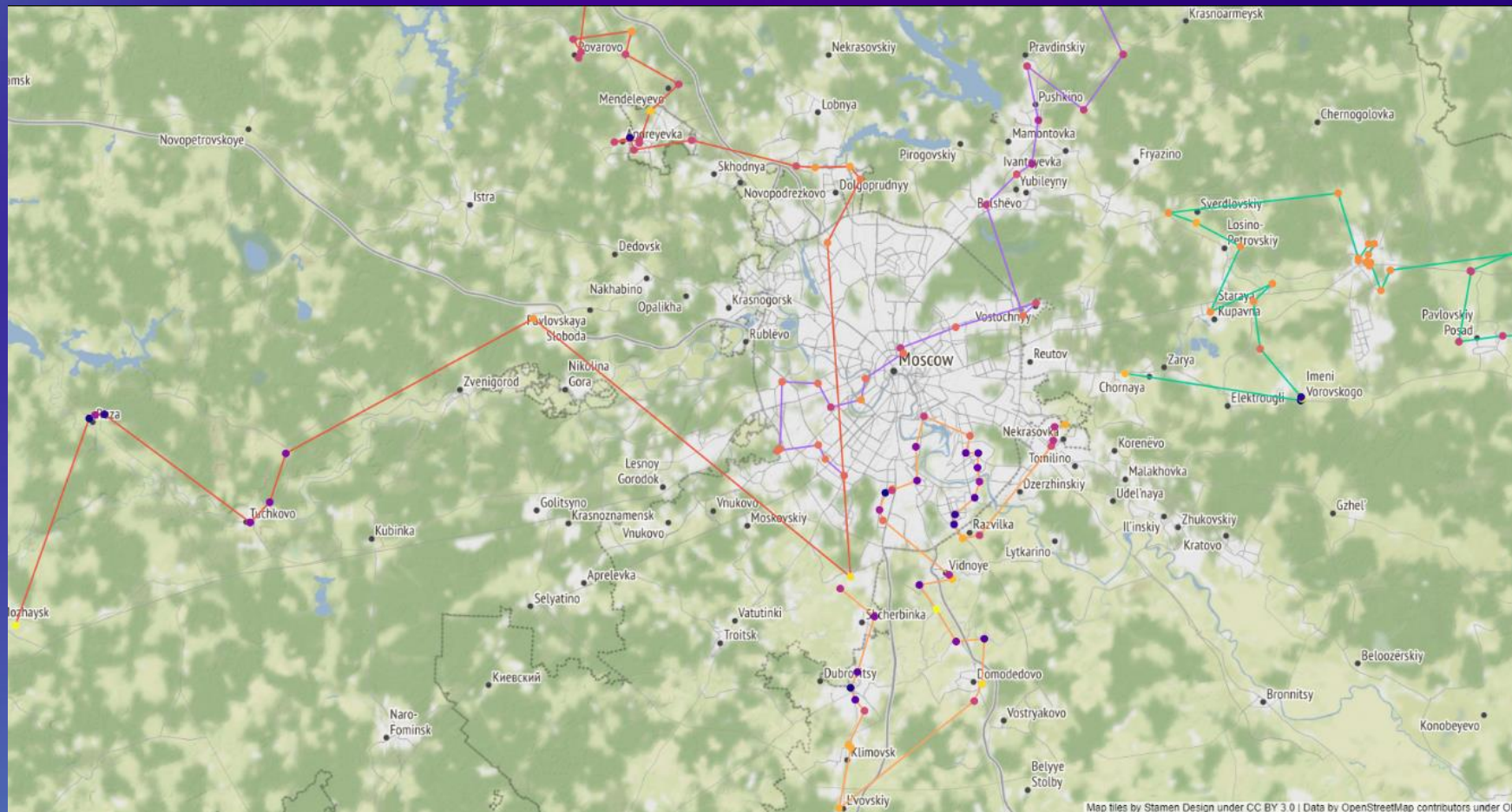
Выбираем следующую точку по принципу:

Где P - приоритет посещения,
 $Time$ - время между терминалами

$$\max_i \left(\frac{P_i^{2,4}}{Time_i} \right)$$

Повторяем до тех пор, пока время маршрута меньше максимального по условию





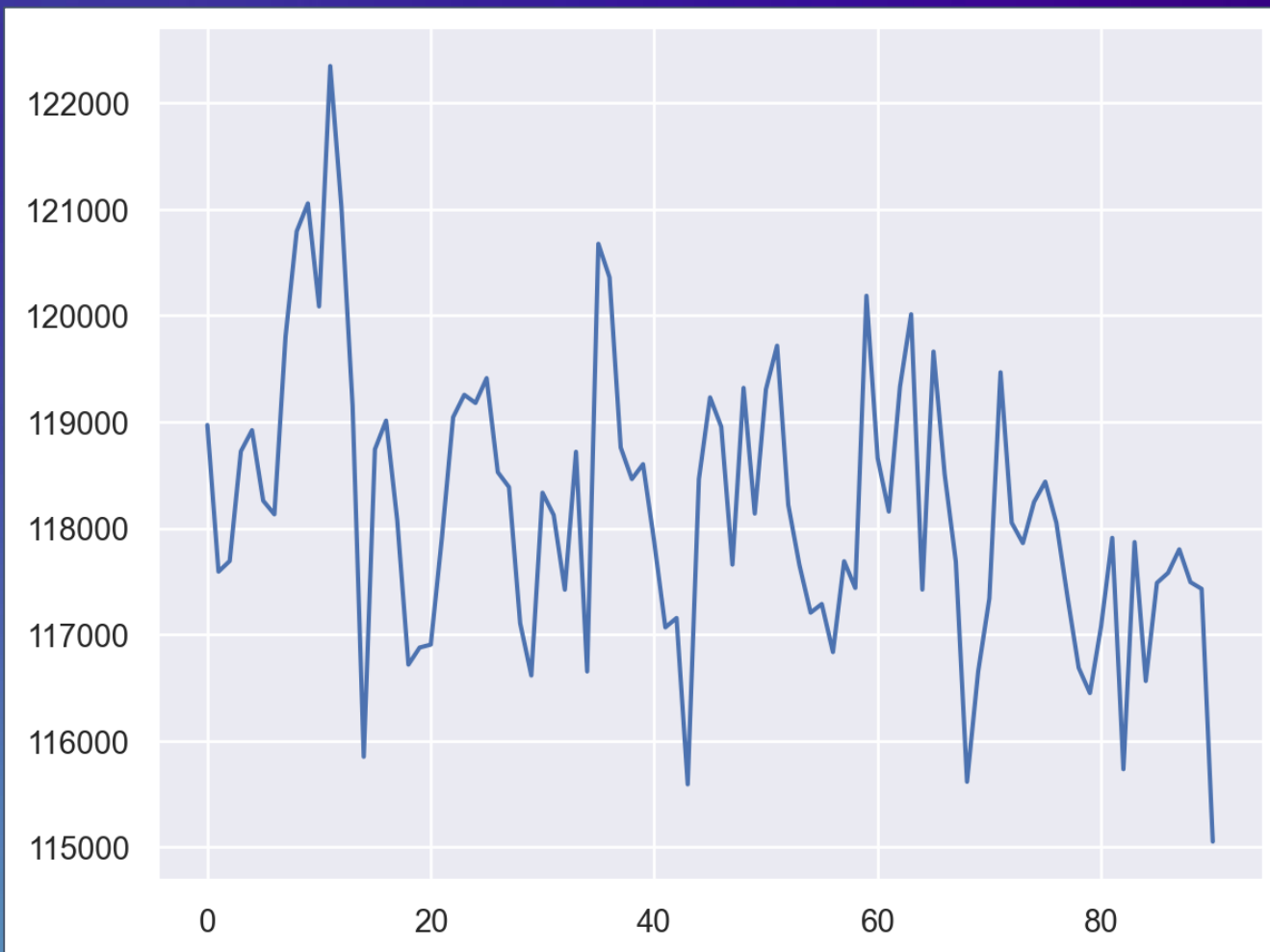
Повторяем процесс
для всех машин

Корректируем
значения остатков в
терминале

Переходим к
следующему дню



График расходов за каждый день



На данном графике очевиден нисходящий тренд, следовательно по мере работы нашей модели, мы приближаемся к минимуму расходов.

Анализ полученных результатов

График показывает, количество банкоматов, которые мы обязаны посетить в соответствующий день

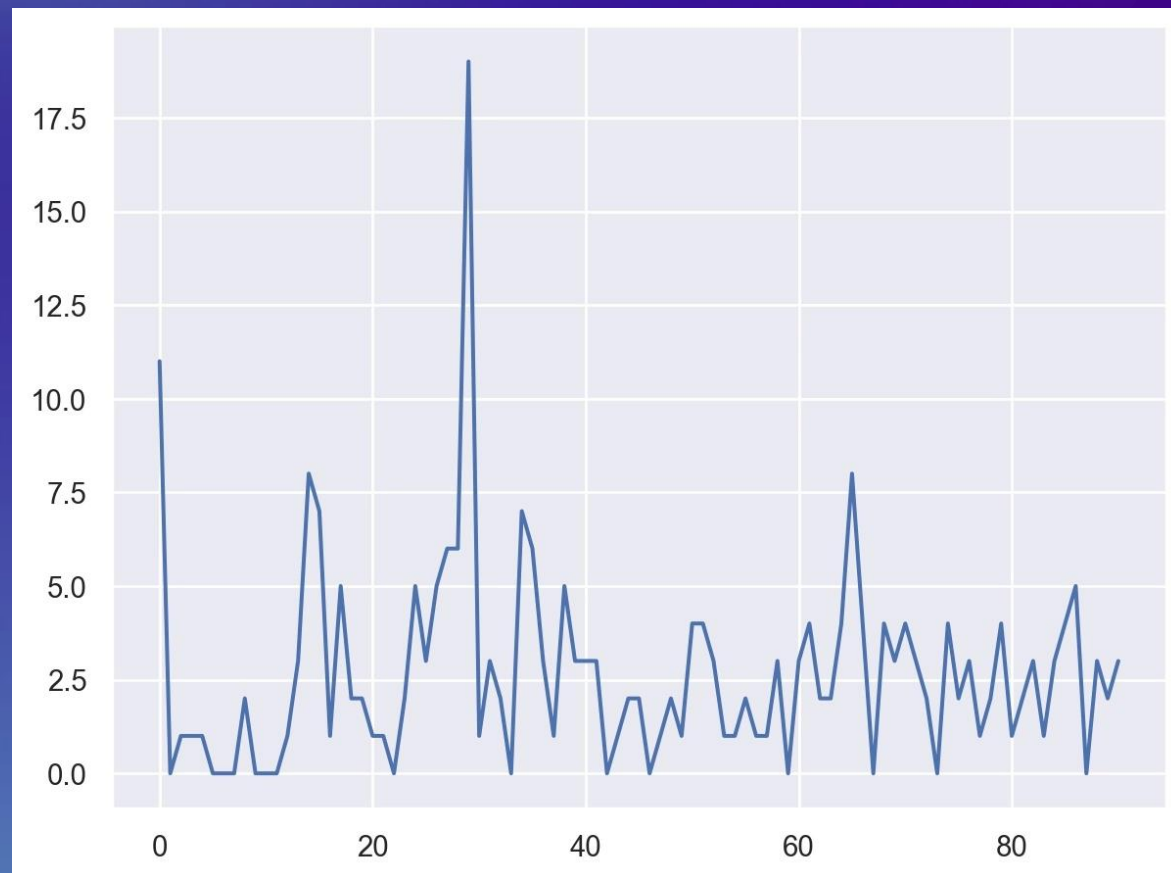
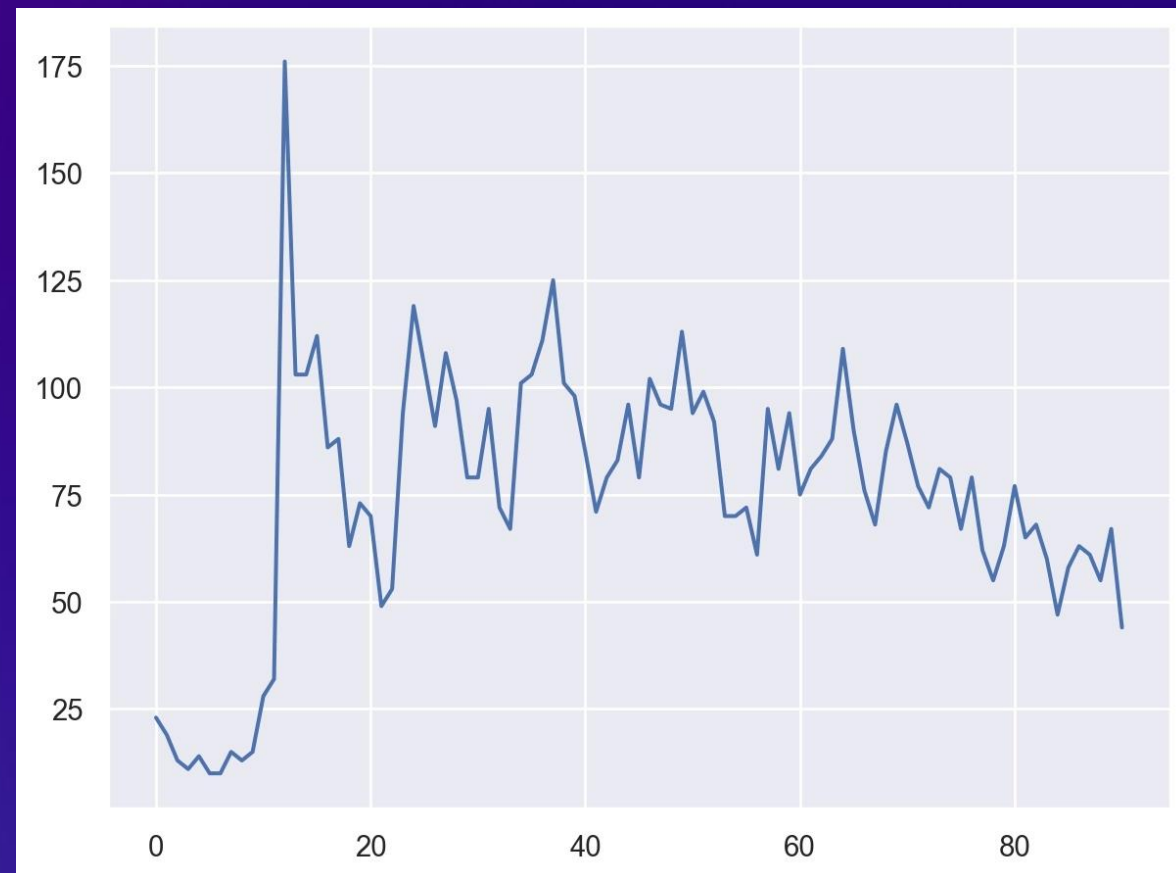


График показывает, количество банкоматов, которые мы обязаны посетить в ближайшие несколько дней



На 14й день видно всплеск, т.к все терминалы начали работу с нулем дней с момента последнего их обслуживания

Описание процесса работы решения при промышленной эксплуатации

Сбор данных

Собираем данные, чтобы впоследствии создавать прогноз, и применять наше решение

1

Подбор параметров алгоритма

Подбираем параметры на основе сравнения результатов тестов

3

Алгоритм готов к работе

После внесения новых данных о заполнении, алгоритм строит маршруты и так каждый день

5

Прогнозирование

Прогнозируем временной ряд пополнения банкоматов

2

Построение маршрутов

На выходе работы алгоритма получаем маршрут на следующий день

4

Наш алгоритм каждый день формирует отчет в соответствии с ТЗ

Пример отчета по маршрутам

Пример итогового отчета

| | 2022-09-01 00:00:00 | 2022-09-02 00:00:00 | 2022-09-03 00:00:00 |
|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Itogo | 118970,7945 | 117591,8356 | 117691,763 |
| Fondirovanie | 22326,79452 | 22491,83562 | 23081,86301 |
| Inkassaciya | 16644 | 15100 | 14609,9 |
| toimost bronevika | 80000 | 80000 | 80000 |
| | | | |
| | | | |

| chline num | TID | PRIBITIE | OTBITIE | | |
|------------|--------|---------------------|---------------------|--|--|
| 0 | 608042 | 2022-09-01 08:00:00 | 2022-09-01 08:10:00 | | |
| | 634558 | 2022-09-01 08:19:02 | 2022-09-01 08:29:02 | | |
| | 625032 | 2022-09-01 09:18:11 | 2022-09-01 09:28:11 | | |
| | 660401 | 2022-09-01 09:33:12 | 2022-09-01 09:43:12 | | |
| | 644862 | 2022-09-01 09:48:40 | 2022-09-01 09:58:40 | | |
| | 690860 | 2022-09-01 10:13:40 | 2022-09-01 10:23:40 | | |
| | 607792 | 2022-09-01 10:26:46 | 2022-09-01 10:36:46 | | |
| | 677501 | 2022-09-01 10:38:30 | 2022-09-01 10:48:30 | | |
| | 629728 | 2022-09-01 10:53:27 | 2022-09-01 11:03:27 | | |
| | 634745 | 2022-09-01 11:12:14 | 2022-09-01 11:22:14 | | |
| | 619507 | 2022-09-01 11:26:22 | 2022-09-01 11:36:22 | | |
| | 605370 | 2022-09-01 11:44:16 | 2022-09-01 11:54:16 | | |
| | 689150 | 2022-09-01 12:00:14 | 2022-09-01 12:10:14 | | |
| | 688262 | 2022-09-01 12:11:55 | 2022-09-01 12:21:55 | | |
| | 682297 | 2022-09-01 12:25:02 | 2022-09-01 12:35:02 | | |
| | 637199 | 2022-09-01 12:38:21 | 2022-09-01 12:48:21 | | |
| | 677505 | 2022-09-01 12:53:03 | 2022-09-01 13:03:03 | | |
| | 674406 | 2022-09-01 13:10:43 | 2022-09-01 13:20:43 | | |
| | 649161 | 2022-09-01 13:33:29 | 2022-09-01 13:43:29 | | |
| | 406509 | 2022-09-01 13:51:43 | 2022-09-01 14:01:43 | | |
| | 406597 | 2022-09-01 14:11:35 | 2022-09-01 14:21:35 | | |
| | 634651 | 2022-09-01 14:25:20 | 2022-09-01 14:35:20 | | |
| | 634755 | 2022-09-01 14:39:56 | 2022-09-01 14:49:56 | | |
| | 682180 | 2022-09-01 14:58:41 | 2022-09-01 15:08:41 | | |
| | 638490 | 2022-09-01 15:18:17 | 2022-09-01 15:28:17 | | |
| | 634729 | 2022-09-01 15:33:47 | 2022-09-01 15:43:47 | | |
| | 637538 | 2022-09-01 15:51:04 | 2022-09-01 16:01:04 | | |
| | 606124 | 2022-09-01 16:07:55 | 2022-09-01 16:17:55 | | |
| | 635763 | 2022-09-01 16:31:16 | 2022-09-01 16:41:16 | | |
| | 637549 | 2022-09-01 16:46:01 | 2022-09-01 16:56:01 | | |
| | 637507 | 2022-09-01 17:00:38 | 2022-09-01 17:10:38 | | |
| | 634656 | 2022-09-01 17:12:47 | 2022-09-01 17:22:47 | | |
| | 606127 | 2022-09-01 17:36:25 | 2022-09-01 17:46:25 | | |
| | 605329 | 2022-09-01 17:50:22 | 2022-09-01 18:00:22 | | |
| | 608039 | 2022-09-01 18:07:55 | 2022-09-01 18:17:55 | | |
| | 688325 | 2022-09-01 18:46:37 | 2022-09-01 18:56:37 | | |
| 1 | 628661 | 2022-09-01 08:00:00 | 2022-09-01 08:10:00 | | |

Метрики качества решения

Сумма фондирования за
последний месяц = 653692,05

Сумма за парк броневиков за
последний месяц = 2400000

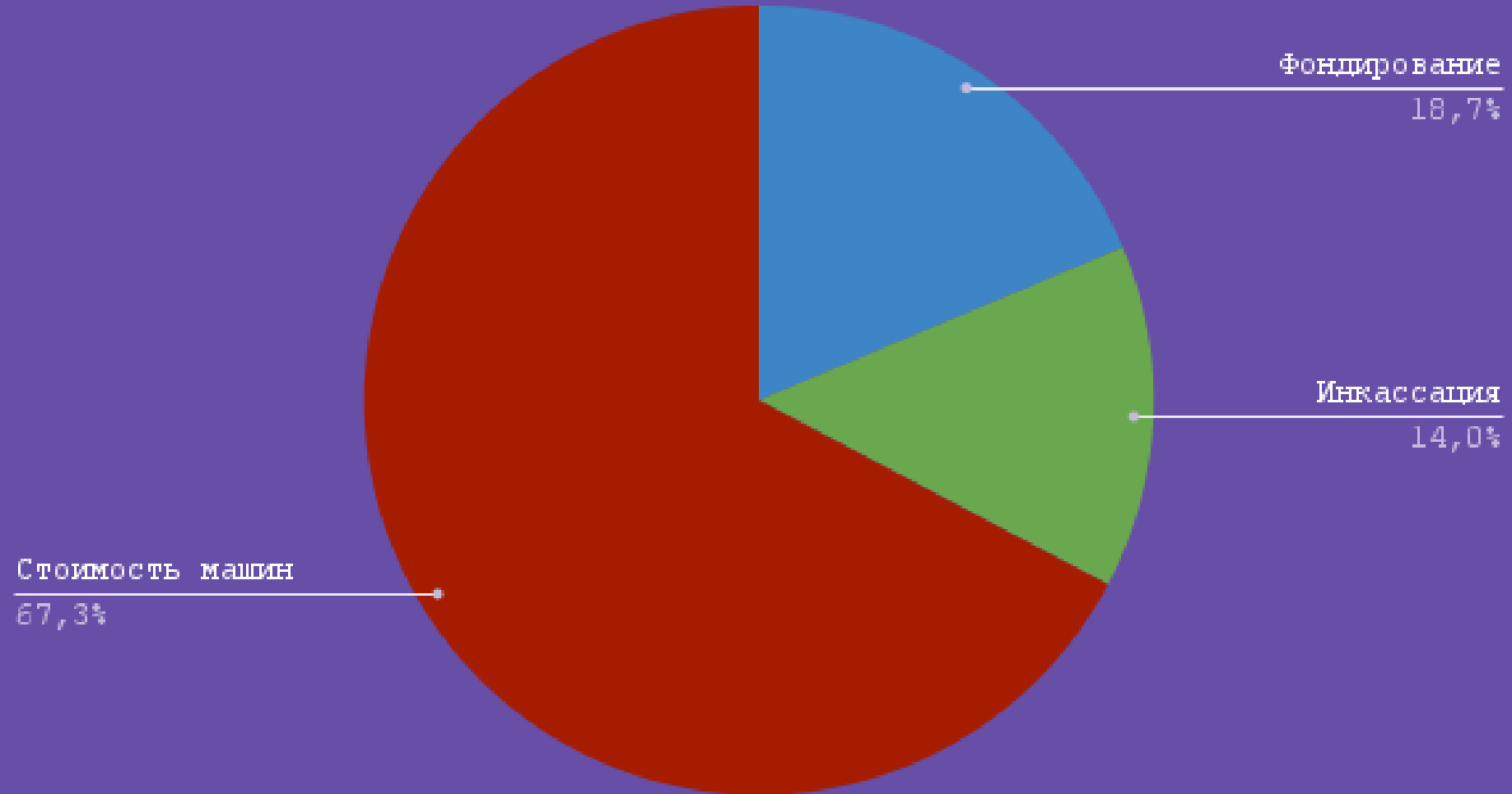
Количество
машин в
парке = 4

Сумма инкассации за последний
месяц = 475288,7

Итоговая сумма расходов за
последний месяц = 3528980,75



Инкассация, фондирование, стоимость броневиков





Спасибо за внимание!