



# **Решение оптимизационных задач на мезонине склада**

БАКАЛАВРИАТ

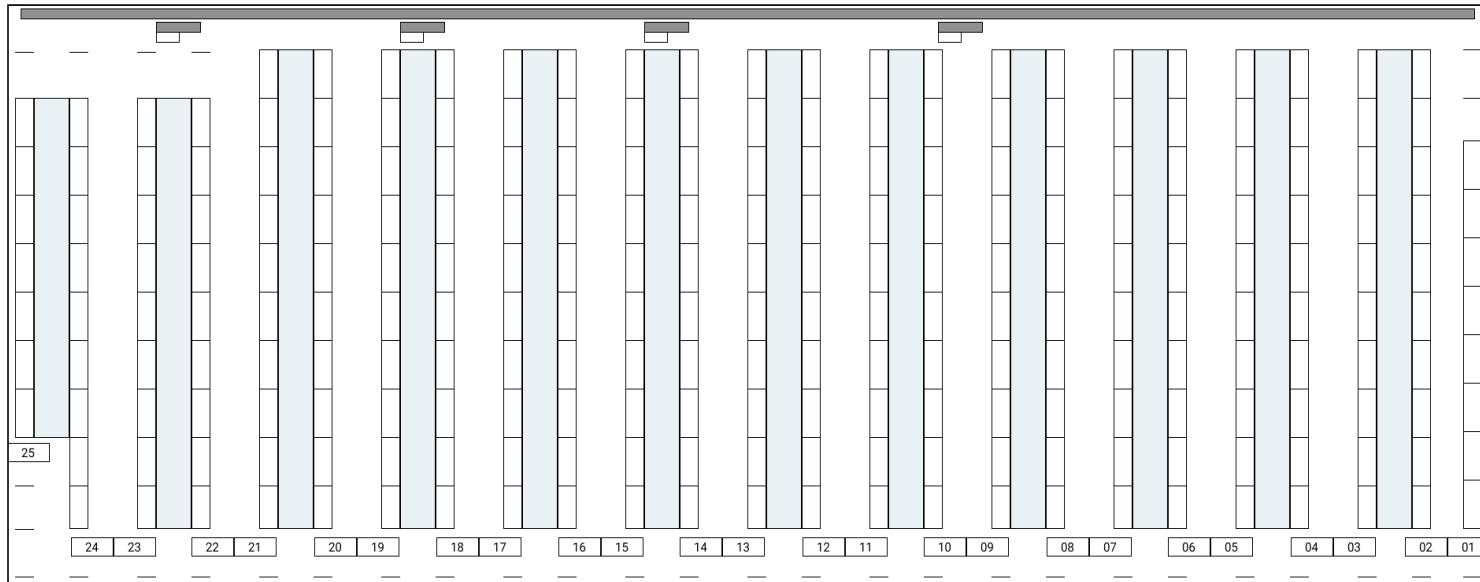
Направление подготовки: 01.03.02

Группа: ПМ – 1801

---

Студент: Анфиса Лепёхина

# Мезонин склада



# Бизнес процесс и потенциальные этапы оптимизации



1. Поступление заказов от магазинов



2. Формирование волн



Поиск оптимального распределения рабочих



3. Формирование коробок



Переформирование коробок



4. Формирование пик-рейсов



Переформирование пик-рейсов



5. Распределение рабочих по этажам



Поиск оптимального распределения рабочих



6. Выдача и сбор пик-рейсов



Имитация процесса выдачи пик-рейсов

Цель – минимизировать время сбора заказов

# Исходные данные

Время отгрузки	Волна	№ поставки	Код товара	Кол-во	Объем	Коробка	Тележка	Номер пик-рейса	Ячейка
2019-06-08 08:39:33	x	12345	3087011	4	3595,52	1	41	1187705	201-030-3
2019-06-08 08:39:33	x	67891	3045050	10	6006	1	41	1187705	204-007-3
2019-06-08 08:38:08	x	11121	3082583	4	1850	1	41	1187705	204-027-1
2019-06-08 08:12:12	y	31415	3040167	4	2843,5	7	40	1187709	218-028-1
2019-06-08 08:39:13	y	17189	3048617	3	2788,5	7	40	1187709	218-027-1
2019-06-08 08:12:12	y	20212	3048617	3	2788,5	5	40	1187709	218-027-1
2019-06-08 08:39:33	z	23245	3113939	20	27300	10	40	7898765	217-027-3
2019-06-08 08:39:13	z	26278	3113953	1	320,04	10	40	7898765	218-020-3
2019-06-08 08:12:12	z	26278	3113953	1	320,04	8	40	7898765	218-020-3
2019-06-08 08:39:13	z	26278	3072278	6	3113,28	8	40	7898765	217-018-1
2019-06-08 08:12:12	z	29301	3072278	6	3113,28	12	40	7898765	217-018-1
2019-06-08 08:39:13	z	29301	3072278	6	4176,504	12	40	7898765	218-005-3
2019-06-08 08:39:33	z	29301	3072278	6	1029	15	41	7898765	207-038-2
2019-06-08 08:38:08	z	29301	3072278	27	5400	15	41	1234567	208-031-3
2019-06-08 08:39:31	z	32334	3011157	6	6912	75	40	1234567	218-028-2
2019-06-08 08:14:19	z	32334	3086146	3	270	75	40	1234567	218-026-2
2019-06-08 08:12:12	z	32334	3087686	1	4608	75	40	1234567	217-020-1
2019-06-08 08:14:22	z	32334	7000574	2	2695	75	93	1234567	401-013-2

- 405-015-1 - этаж | стеллаж - ячейка - ярус
- $V_{\text{ходьбы}}$  - средняя скорость ходьбы сборщика
- $V_{\text{ед}}$  - средняя скорость взятия одной единицы товара



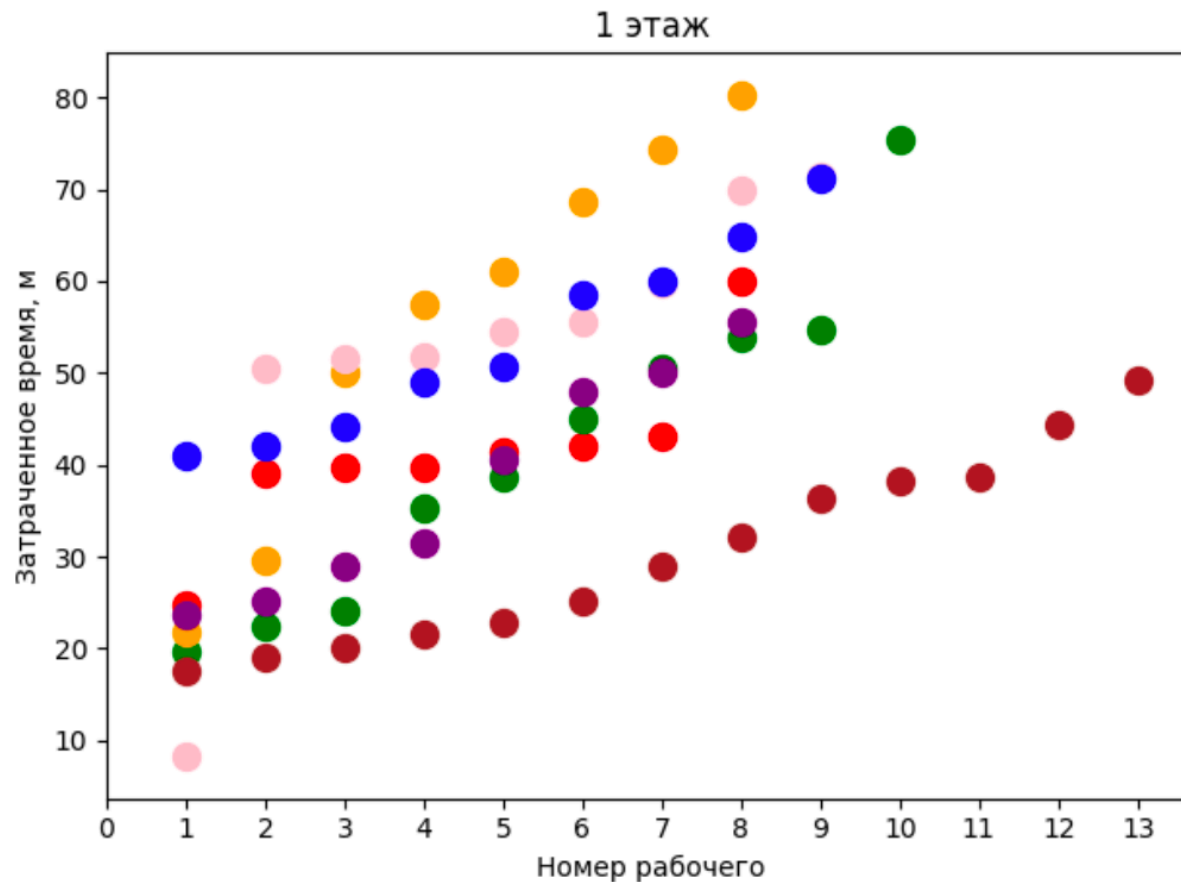
pandas

$$y_{it} = \beta' x_{it} + \mu_i + \epsilon_{it}$$

# Расчёт времени рабочей смены

Входные данные:

- Пик-рейсы выполненные сборщиками,  $V_{\text{ходьбы}}$ ,  $V_{\text{ед.}}$ .



Полученное время: 9 ч 17 м



pandas

$$y_{it} = \beta' x_{it} + \mu_i + \epsilon_{it}$$

matplotlib



# Этапы оптимизации



*I Имитация процесса выдачи пик-рейсов*

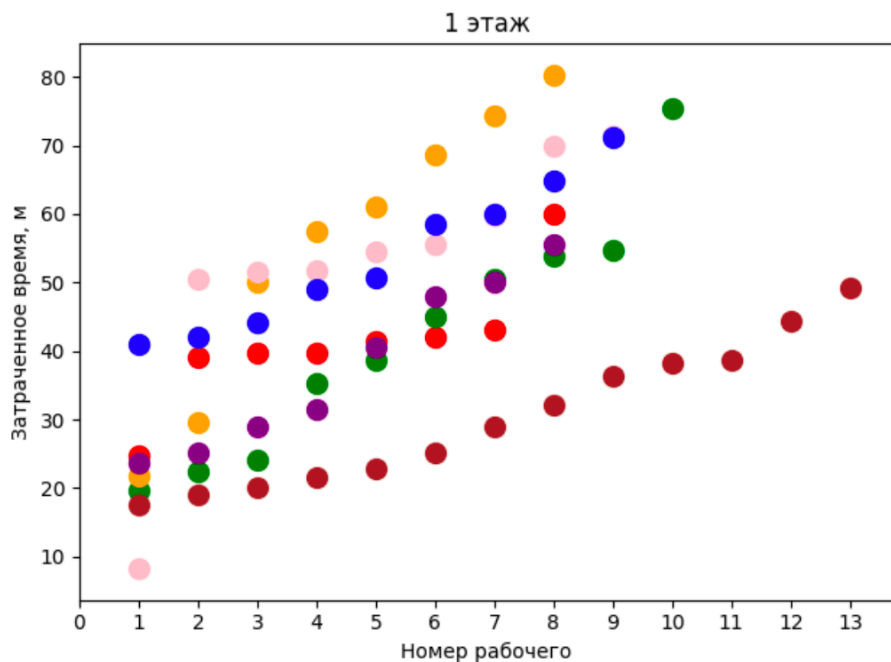


## **Входные данные:**

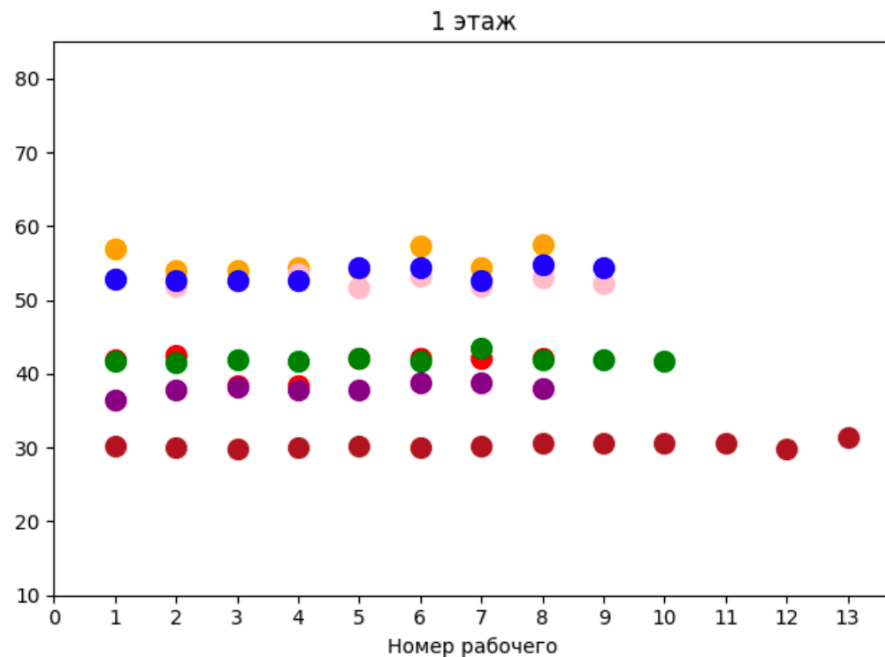
- id сборщиков, работающих в каждую волну на каждом этаже
- время выполнения пик-рейсов в каждую волну на каждом этаже

# Применение жадного алгоритма выдачи пик-рейсов

- Моделирование процесса выдачи и сбора пик-рейсов реализовано с предположением о равной производительности сборщиков



Время расчёта: **9 ч 17 м**



Полученное время: **6 ч 18 м**



# Этапы оптимизации



II Нахождение оптимального распределения рабочих по этажам



## Входные данные:

- время выполнения пик-рейсов в каждую волну на каждом этаже, полученное в результате применения жадного алгоритма
- id сборщиков, работающих в каждую волну на каждом этаже
- распределение бригадира сборщиков по этажам в каждую волну

# Нахождение оптимального распределения рабочих

Распределение по этажам пропорционально времени выполнения пик-рейсов

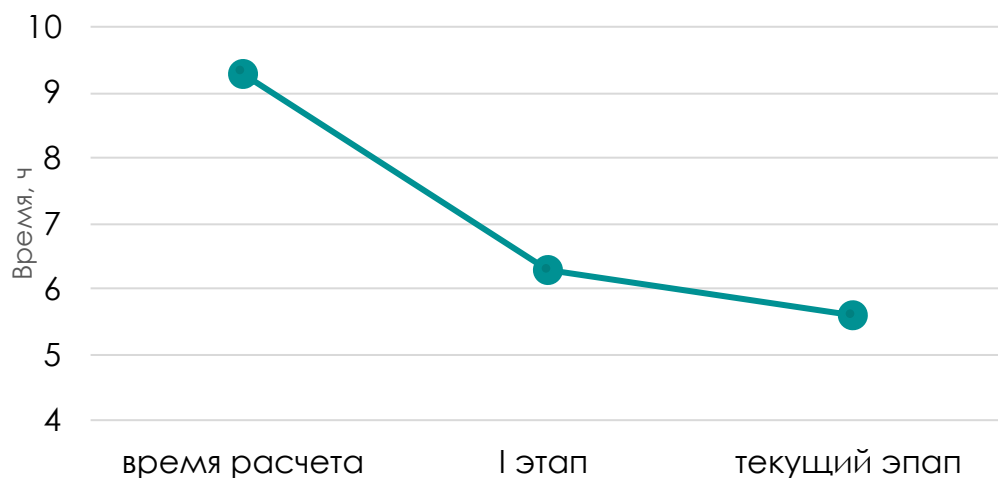
Полученное время: **5 ч 49 м**

Распределение по этажам поровну, переводы рабочих между этажами

Полученное время: **5 ч 41 м**



pandas  
 $y_{it} = \beta' x_{it} + \mu_i + \epsilon_{it}$



Полный перебор вариантов распределения сборщиков по этажам

Полученное время: **5 ч 41 м**

	1 этаж	2 этаж	3 этаж	4 этаж
Распределение бригадира	13	15	13	6
Автоматическое распределение	10	22	10	5

# Этапы оптимизации



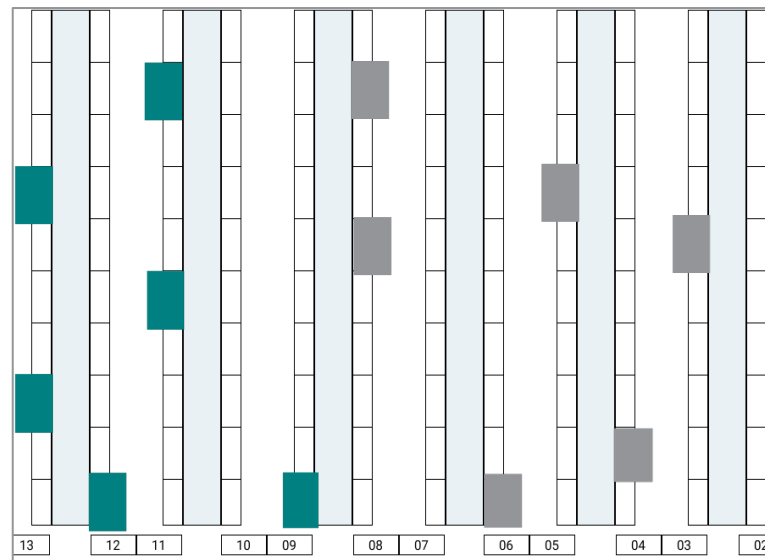
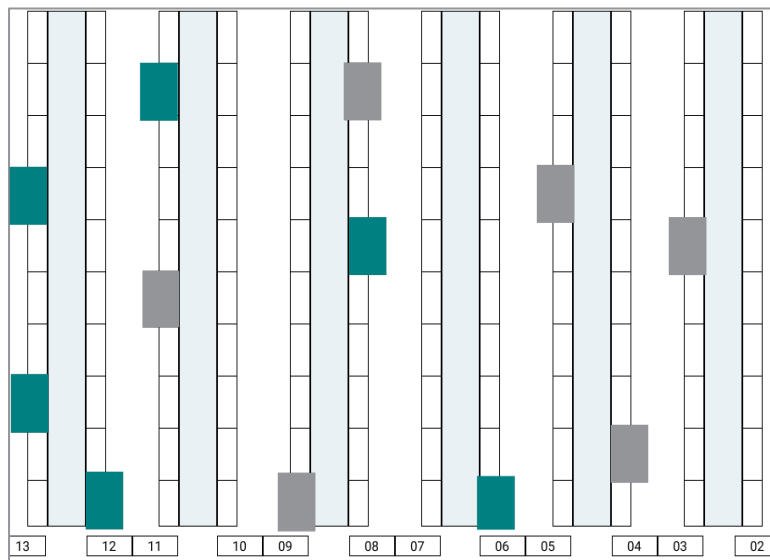
III Переформирование пик-рейсов



## Входные данные:

- распределение сборщиков по этажам, полученное полным перебором
- телеги в составе каждого пик-рейса
- проходы, которые нужно посетить для сбора каждой телеги
- время сбора каждой коробки

- Пик-рейсы состоят из телег, телега = 6 коробок
- Каждая телега характеризуется множеством проходов, которые необходимо посетить для сбора товаров в коробки



## Использованные алгоритмы:

- Seed Algorithms: Smallest | Largest Number of Picking Aisles, Random, Mixed
- Изменение количества коробок в телеге до 5 - 4

Полученное время: **5 ч 38 м**



# Этапы оптимизации



IV Переформирование коробок

## Входные данные:

- коробки и их объемы
- проходы, которые нужно посетить для сбора каждой коробки
- коды товаров, расположенных в каждой из коробок
- объем каждого товара
- заказы, поступившие от магазинов

# Переформирование коробок

- Только товары из заказа одного магазина могут быть объединены в коробку

Коробки:

Малая (30\*20\*22)

$$V_1 = 13200 \text{ см}^3$$

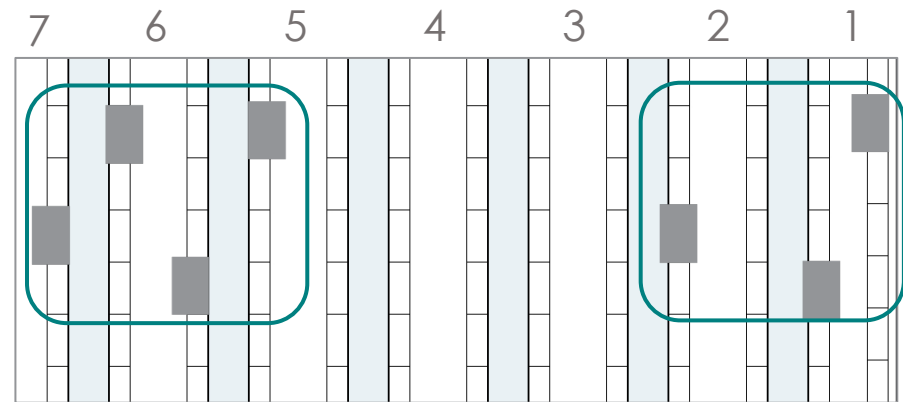
Средняя (40\*30\*22)

$$V_2 = 26400 \text{ см}^3$$

Большая (40\*30\*35)

$$V_3 = 42000 \text{ см}^3$$

Каждый товар имеет характеристики:



## Использованные алгоритмы:

- Seed Algorithm : Smallest Number of Picking Aisles
- Ограничение на объединение товаров – в коробке могут быть товары, количество проходов между которыми не превышает 1 - 3

Полученное время: **5 ч 20 м**



# Этапы оптимизации



V Перераспределение рабочих по волнам



## Входные данные:

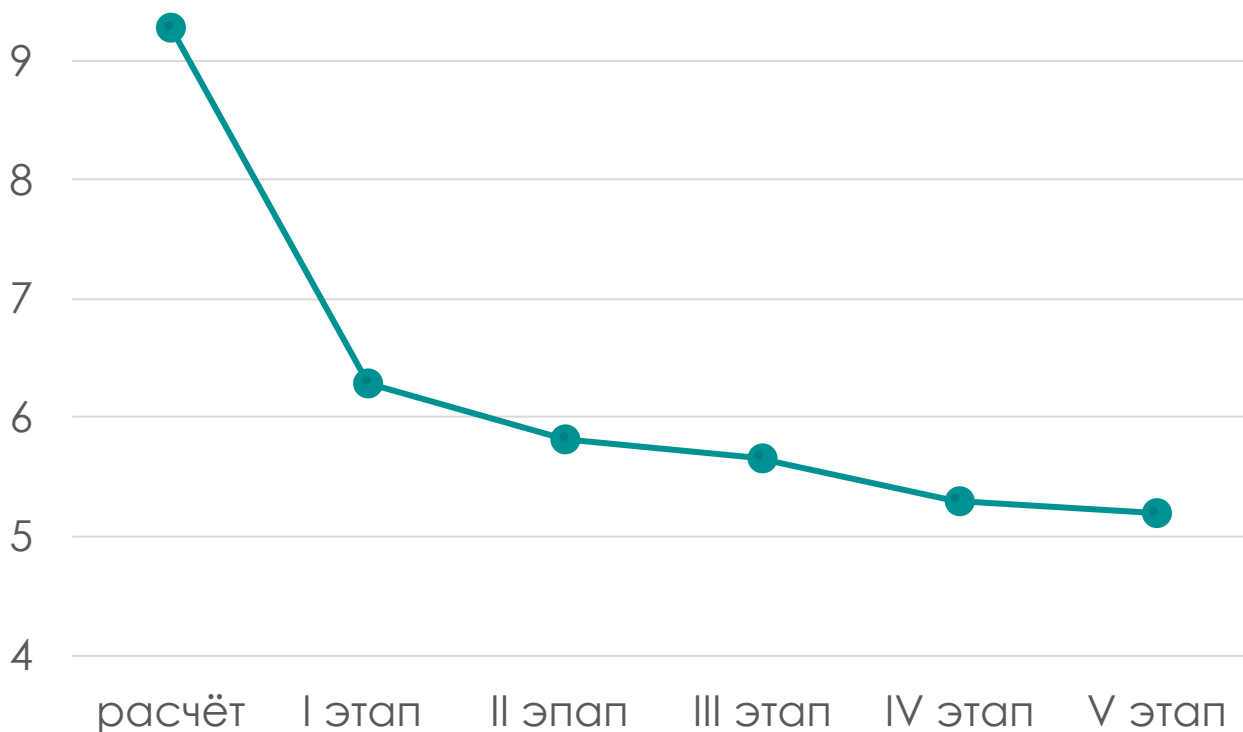
- количество сборщиков, работающих в определенную волну
- время выполнения каждой волны

Полученное время: **5 ч 10 м**



## 3 заключение

- Улучшение времени по сравнению с исходными данными: **4 ч 7 м**
- Улучшение времени с учетом равной производительности: **1 ч 8 м**



Санкт-Петербургский государственный экономический университет

---

Факультет информатики и прикладной математики

Кафедра прикладной математики и экономико-математических методов



Спасибо за внимание!

---

191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, 30/32

E-mail: [fipm@unecon.ru](mailto:fipm@unecon.ru)

<https://unecon.ru/fakultety/fakultet-informatiki-i-prikladnoy-matematiki>