

ТЕМА ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ –

**ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ
ПЕРЕВОЗОК
В КОМПАНИИ ООО «МАССИВ»**

Дипломник:
Руководитель: Курамшин Д.В.

ООО мебельная фабрика "М А С С И В" занимается производством и продажей мебели. Предприятие является серийным производителем в Республике Башкортостан стульев и столов из массива и шпона березы. Предлагает широкий ассортимент продукции для комплектации помещений различного назначения.



Компания ООО «Массив» имеет несколько собственных торговых точек, а так же продукцию компании можно приобрести у

ООО «Мебель»

ООО «Интерьер»

ООО «Мадерн»

ООО «Уголок»

ООО «Забота»

Цель дипломной работы – повышение эффективности деятельности компании ООО «Массив» на базе формирования оптимальных маршрутов перевозки мебели.

Задачи:

провести системный анализ компании ООО «Массив»;

осуществить постановку задачи нахождения оптимального маршрута перевозки мебели как задачу коммивояжера;

изучить методы решения задачи коммивояжера и обосновать выбор метода и инструментального средства для решения задачи нахождения оптимального маршрута;

провести контрольные расчеты на реальных данных компании ООО «Массив» и проанализировать результаты .

Постановка задачи исследования

Определить оптимальный маршрут движения транспортного средства, цель которого состоит в том, чтобы посетить все заданные объекты за кратчайший срок (с наименьшими затратами).

Данную задачу можно представить как задачу о

коммивояжере Постановка задачи

Имеется N городов, которые должен обойти коммивояжер с минимальными затратами. При этом на его маршрут накладывается два ограничения:

- маршрут должен быть замкнутым, то есть коммивояжер должен вернуться в тот город, из которого он начал движение;
- в каждом из городов коммивояжер должен побывать точно один раз, то есть надо обязательно обойти все города, при этом, не побывав ни в одном городе дважды.

Математическая модель

Известно:

N - число пунктов,

D_{ij} , $i, j=1..N$ - матрица расстояний, где D_{ij} - расстояние из i -го пункта в j -й.

Найти:

X_{ij} - матрицу переходов с компонентами:

$X_{ij} = 1$, если коммивояжер совершает переход из i -го пункта в j -й,

$X_{ij} = 0$, если не совершает перехода,

где $i, j = 1..N$ и $i \neq j$.

Функция цели - суммарная протяженность маршрута F , которую необходимо минимизировать, запишется в следующем виде:

$$F(X) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N D_{ij} \cdot X_{ij}$$

Ограничения:

Условия прибытия в каждый пункт и выхода из каждого пункта только по одному разу выражаются следующими равенствами:

$$\sum_{j=1}^N X_{ij} = 1, \quad i = 1..N \quad \sum_{i=1}^N X_{ij} = 1$$

Для обеспечения непрерывности маршрута вводятся дополнительно N переменных $U_i \geq 0$ ($i = 1..N$) и N^2 дополнительных ограничений:

$$U_i - U_j + N \cdot X_{ij} \leq N-1, \quad i, j = 1..N, i \neq j.$$

Методы решения задачи коммивояжера

Метод полного перебора

Метод ветвей и границ

Жадные алгоритмы

Алгоритм «ближайшего соседа»

Алгоритм «k-ближайших соседей»

Алгоритм «муравьиной колонии»

Метод минимального остовного дерева

Алгоритм Прима

Алгоритм Борувки

Генетические алгоритмы

Алгоритм метода ветвей и границ

Рассматривается задача в виде: $\min_{x \in G} f(x)$, $x \in G$, $|G| = N < \infty$

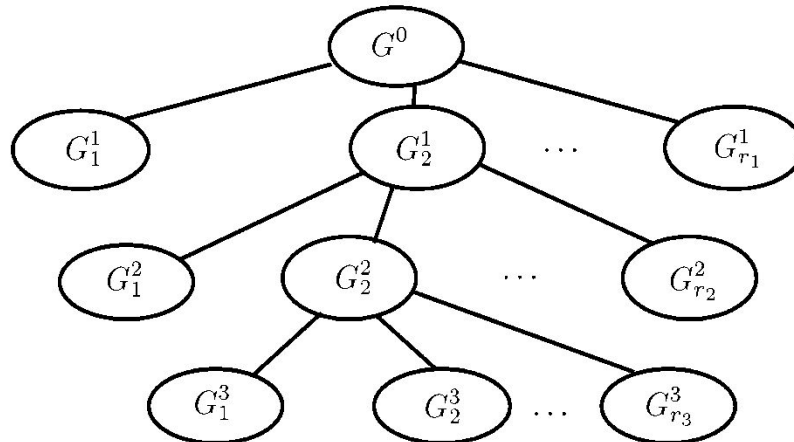
Алгоритм ветвей и границ основан на следующих построениях:

1. Вычисление оценки. Пусть $G' \subset G$, тогда $\varphi(G')$ называется нижней оценкой, если для любого $x \in G'$ выполняется неравенство $f(x) \geq \varphi(G')$.

2. Ветвление (разбиение множества G на подмножества). Положим $G^0 = G$ и разобьем множество G^0 на r_1 непересекающихся подмножеств $G_1^1, G_2^1, \dots, G_{r_1}^1$, $G^0 = \bigsqcup_{i=1}^{r_1} G_i^1$

Для k -го множества разбиение будет $G_s^k = \bigsqcup_{i=1}^{r_k} G_{s,t}^k$.

Данную процедуру разбиения можно представить в виде дерева



3. Пересчет оценок. Если $G_1 \supseteq G_2$, то $\min_{x \in G_1} f(x) \geq \min_{x \in G_2} f(x)$.

Поэтому, разбивая в процессе ветвления подмножество $G' \subseteq G$ на непересекающиеся подмножества G_1', G_2', \dots, G_s' , $G' = \bigcup_{i=1}^s G_i'$ будем предполагать, что $\varphi(G_1') \geq \varphi(G')$, причем хотя бы для некоторых номеров выполняется $\varphi(G_{i_0}') > \varphi(G')$.

4. Вычисление планов (допустимых решений). Если на шаге ветвления с номером k известен план x^k , на шаге с номером $(k + 1)$ — план x^{k+1} и $f(x^k) < f(x^{k+1})$, то план x^k забывается и вместо него сохраняется план x^{k+1} .
Наилучшее из полученных допустимых решений принято называть рекордом.

5. Признак оптимальности. Пусть $G = \bigcup_{i=1}^s G_i$. Тогда план \bar{x} является оптимальным, т.е. — если выполняется условие $f(\bar{x}) = \varphi(G_v) \leq \varphi(G_i), i = 1, 2, \dots, s$

8 Если признак оптимальности выполнен, то решение закончено.

Программные средства для решения задачи коммивояжера

Математические программные системы



Специальные программы

Программный комплекс
«МАРШРУТ» (МГТУ им. Баумана)

Программа нахождения
оптимального маршрута
перевозок (УГАТУ, каф. ВМК)

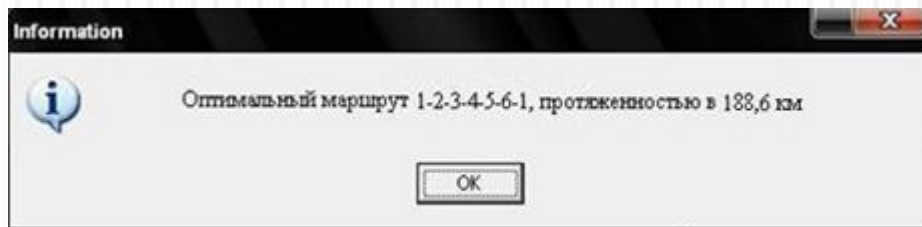
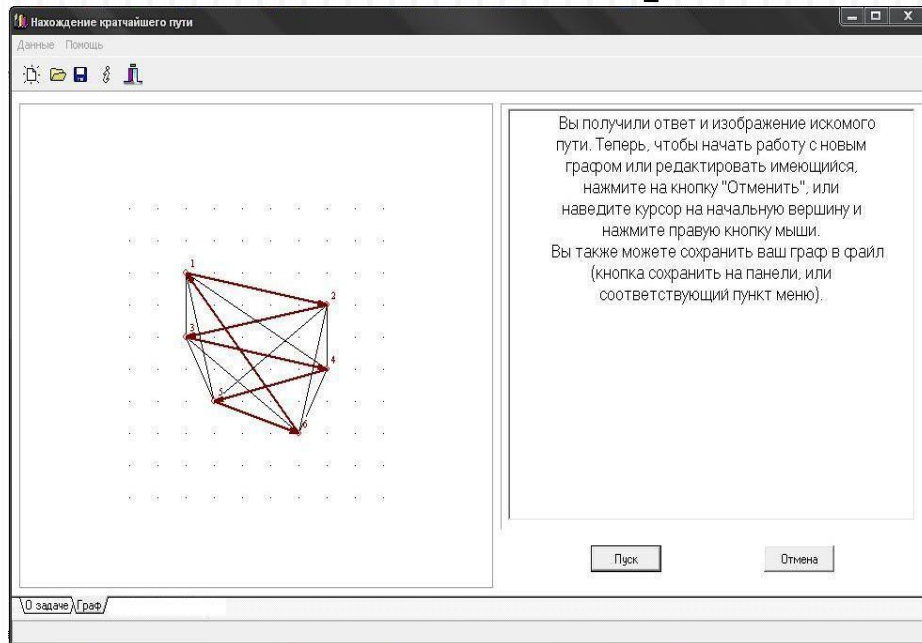
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 43 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 0 | 17 | 4,9 | 3,2 | 428 | 429 | 208 | ... | 196 |
| 2 | 17 | 0 | 14 | 16 | 406 | 407 | 189 | ... | 209 |
| 3 | 4,9 | 14 | 0 | 2,4 | 417 | 418 | 202 | ... | 200 |
| 4 | 3,2 | 16 | 2,4 | 0 | 419 | 420 | 203 | ... | 202 |
| 5 | 428 | 406 | 417 | 419 | 0 | 1 | 508 | ... | 613 |
| 6 | 429 | 407 | 418 | 420 | 1 | 0 | 507 | ... | 614 |
| 7 | 208 | 189 | 202 | 203 | 508 | 507 | 0 | ... | 320 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 43 | 196 | 209 | 200 | 202 | 613 | 614 | 320 | ... | 0 |

Контрольные расчеты на реальных данных компании ООО «Массив»

Исходные данные

| Эксперимент №1 (5 торговых точек) | Эксперимент №2 (9 торговых точек) | Эксперимент №3 (14 торговых точек) |
|---|---|--|
| 1) Уфа ул. Войкова 1 2) Уфа ул. Менделеева 21 3) Уфа ул. Индустриальное шоссе 4а 4) Уфа ул. Кольцевая 65/1 5) Уф-ий р-он п. Иглино ул. Ленина 2а 6) Уф-ий р-он п. Чишмы Революционная 19 | 1) Уфа ул. Войкова 1 2) Бирск ул. 8 Марта 1г 3) Бирск ул. Мира 21б 4) Бирск ул. Коммунистическая 172 5) Янаул ул. Ленина 18а 6) Янаул ул. Победы 88а 7) Янаул ул. Советская 2 8) Янаул ул. Советская 6а 9) Нефтекамск ул. Победы 4 10) Нефтекамск ул. Карла Маркса 9 | 1) Уфа ул. Войкова 1 2) Стерлитамак ул. Ленина 2 б 3) Стерлитамак ул. Гоголя 111 4) Стерлитамак ул. Глинки 11 5) Стерлитамак ул. Коммунистическая 51 6) Стерлитамак ул. Ивлева 12 7) Стерлитамак ул. Лазурная 13 8) Ишимбай ул. Губкина 31 9) Ишимбай ул. Жуковского 1 а 10) Ишимбай ул. Левый берег 4 11) Салават ул. Ленина 20/18 12) Салават ул. Октябрьская 56/9 13) Салават ул. Салавата Юлаева 31 14) Салават ул. Уфимская 8 б 15) Кумертау Станционная 13/1 |

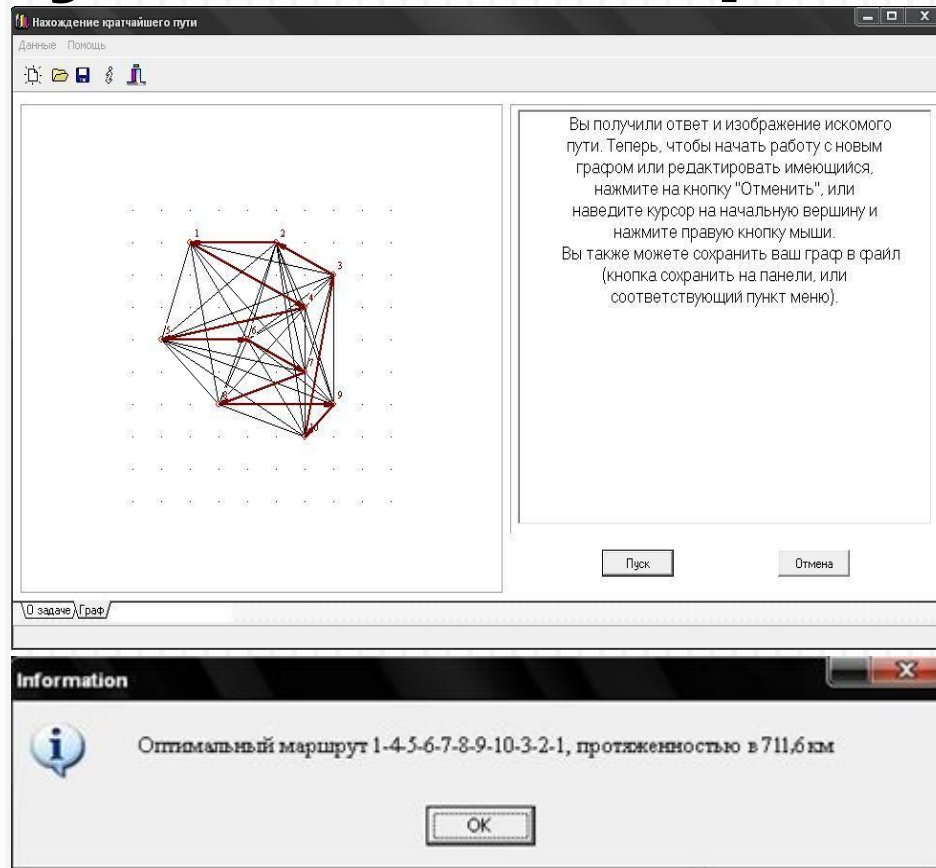
Результат эксперимента №1



Протяженность оптимального маршрута 188,6 км.

Уфа Войкова 1-Иглино Ленина 2а-Чишмы Революционная 19-Уфа Менделеева 21-Уфа Индустриальное шоссе 4а-Уфа Кольцевая 65/1-Уфа Войкова1

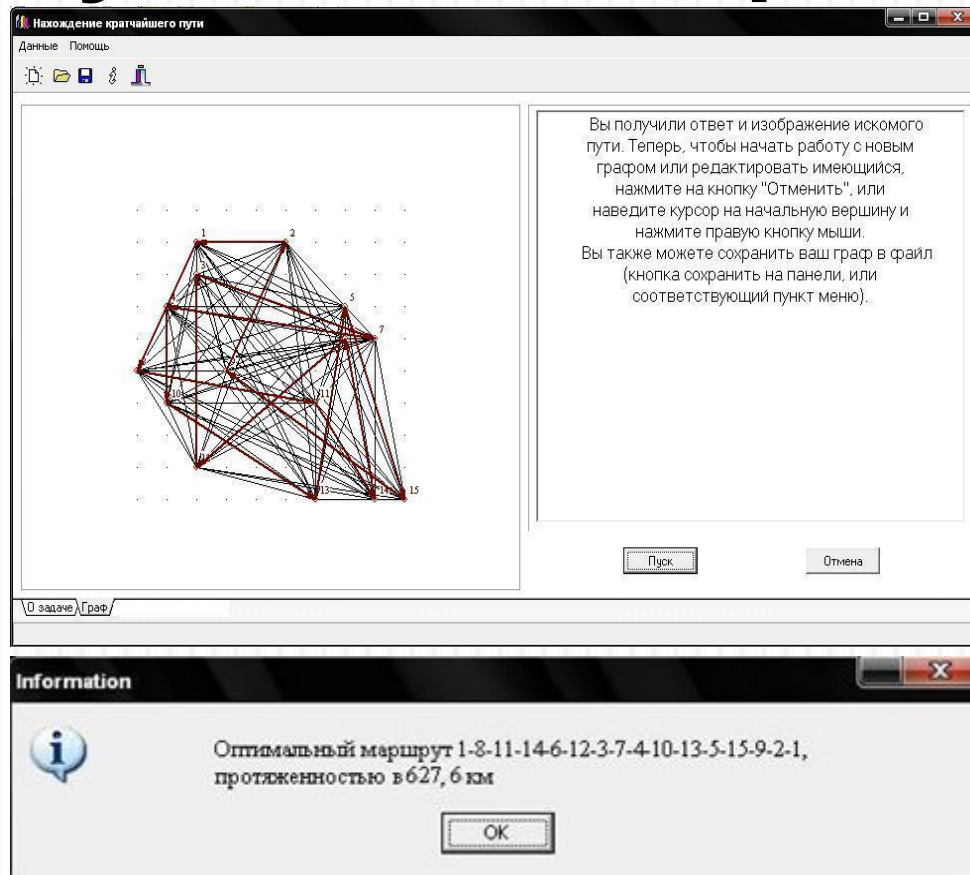
Результат эксперимента №2



Протяженность оптимального маршрута 711,6 км.

Уфа Войкова1-Янаул Ленина 18а-Янаул Победы 88а-Янаул Советская2-Янаул Советская6-Бирск 8 марта 1г-Бирск Мира 1г-Бирск Коммунистическая 172-Нефтекамск Карла Маркса 9-Нефтекамск Комсомольский проспект 28-Нефтекамск Победы4-Уфа Войкова 1

Результат эксперимента №3

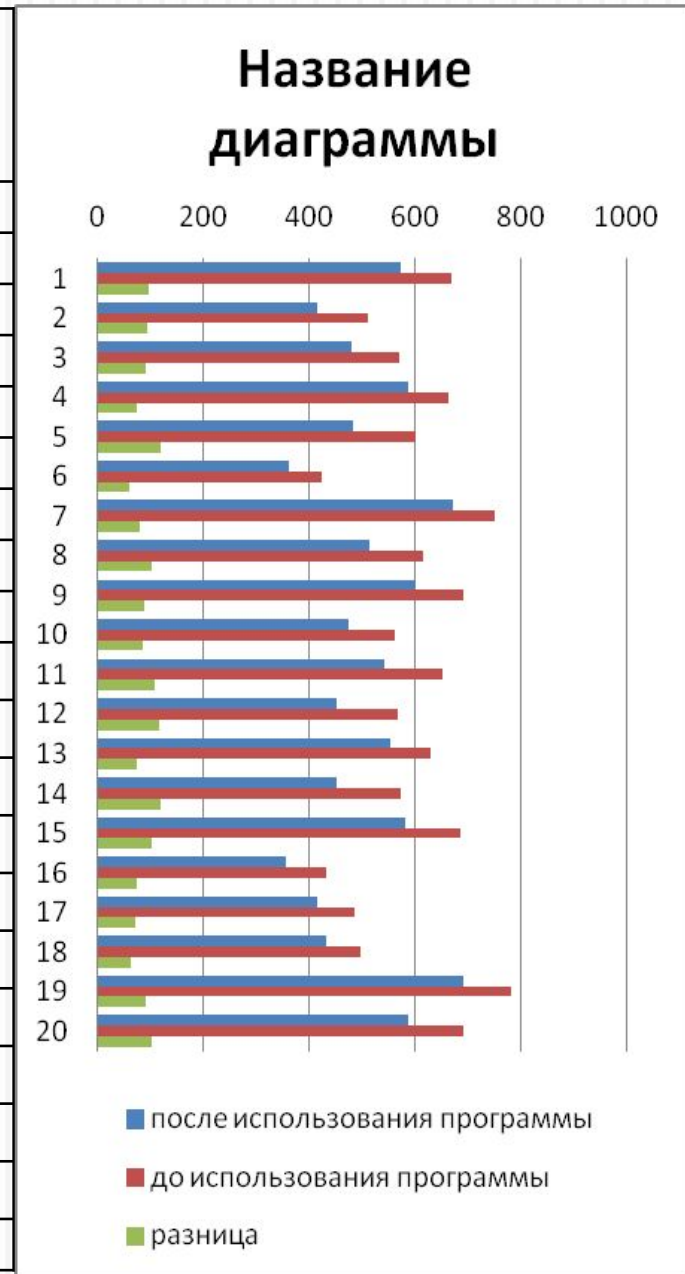


Протяженность оптимального маршрута 627,6 км.

Уфа Войкова1-Ишимбай Жуковского 1а-Ишимбай Губкина 31-Ишимбай Левый берег
4-Стерлитамак Ивлева 12-Стерлитамак Коммунистическая 51-Стерлитамак Лазурная 13-
Стерлитамак Глинки 11-Стерлитамак Гоголя 111-Стерлитамак Ленина 2б-Салават
Октябрьская 56/9-Салават Уфимская 8б-Салават Ленина 20/18-Салават Салавата
Юлаева 31-Кумертау Станционная 13/1-Уфа Войкова 1

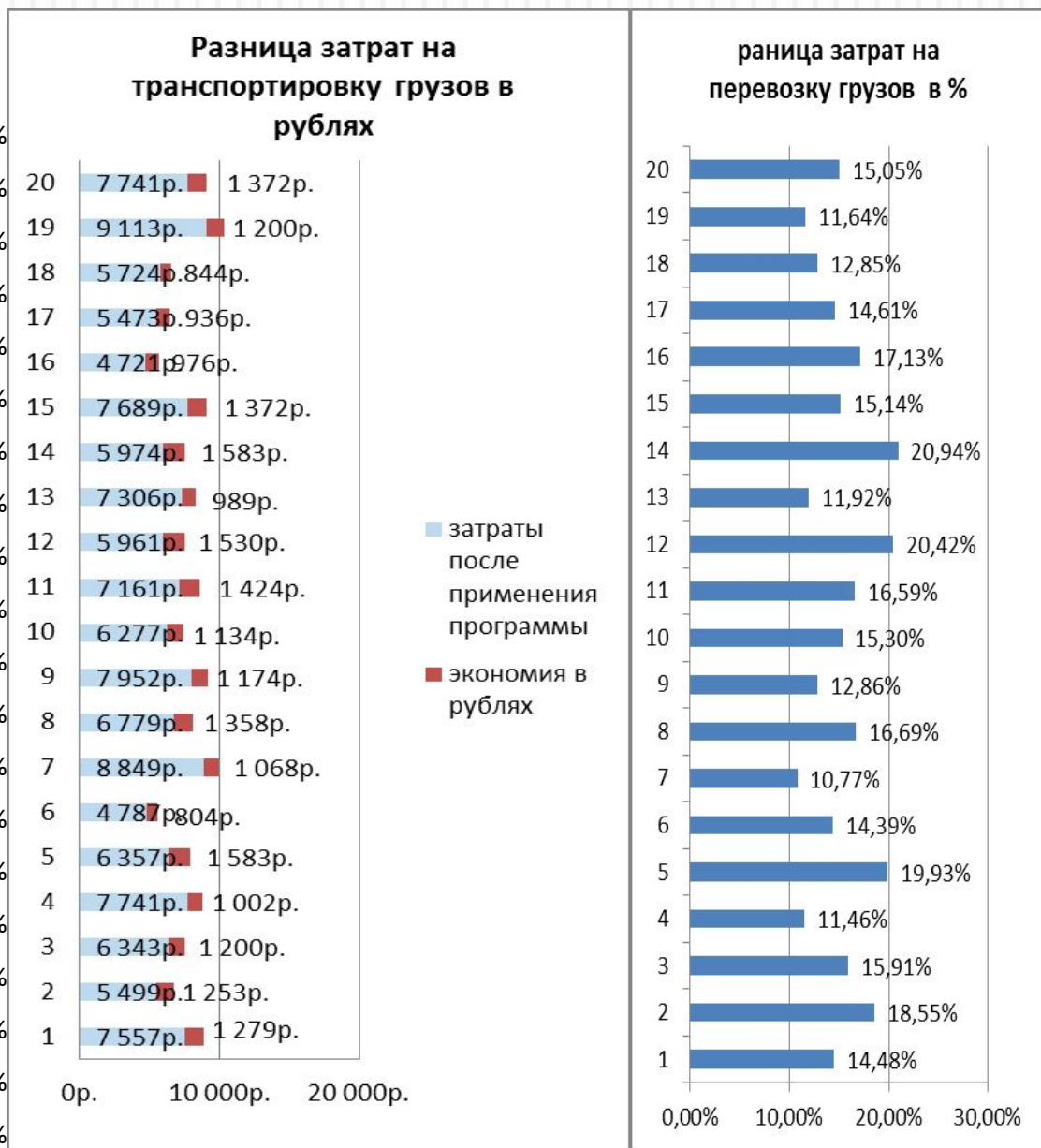
Длины маршрутов до и после применения программы

| N | Кол-во заявок | С помощью программы, км | Без программы, км | разница |
|----|---------------|-------------------------|-------------------|---------|
| 1 | 16 | 573 | 670 | 97 |
| 2 | 6 | 417 | 512 | 95 |
| 3 | 9 | 481 | 572 | 91 |
| 4 | 10 | 587 | 663 | 76 |
| 5 | 7 | 482 | 602 | 120 |
| 6 | 6 | 363 | 424 | 61 |
| 7 | 12 | 671 | 752 | 81 |
| 8 | 10 | 514 | 617 | 103 |
| 9 | 5 | 603 | 692 | 89 |
| 10 | 8 | 476 | 562 | 86 |
| 11 | 13 | 543 | 651 | 108 |
| 12 | 8 | 452 | 568 | 116 |
| 13 | 7 | 554 | 629 | 75 |
| 14 | 6 | 453 | 573 | 120 |
| 15 | 11 | 583 | 687 | 104 |
| 16 | 9 | 358 | 432 | 74 |
| 17 | 8 | 415 | 486 | 71 |
| 18 | 11 | 434 | 498 | 64 |
| 19 | 18 | 691 | 782 | 91 |
| 20 | 15 | 587 | 691 | 104 |



Влияние программы на затраты:

| № | До, руб | После, руб | Экономия, руб. | Экономия, % |
|----|----------|------------|----------------|-------------|
| 1 | 8 836р. | 7 557р. | 1 279р. | 14,48% |
| 2 | 6 752р. | 5 499р. | 1 253р. | 18,55% |
| 3 | 7 544р. | 6 343р. | 1 200р. | 15,91% |
| 4 | 8 744р. | 7 741р. | 1 002р. | 11,46% |
| 5 | 7 939р. | 6 357р. | 1 583р. | 19,93% |
| 6 | 5 592р. | 4 787р. | 804р. | 14,39% |
| 7 | 9 917р. | 8 849р. | 1 068р. | 10,77% |
| 8 | 8 137р. | 6 779р. | 1 358р. | 16,69% |
| 9 | 9 126р. | 7 952р. | 1 174р. | 12,86% |
| 10 | 7 412р. | 6 277р. | 1 134р. | 15,30% |
| 11 | 8 585р. | 7 161р. | 1 424р. | 16,59% |
| 12 | 7 491р. | 5 961р. | 1 530р. | 20,42% |
| 13 | 8 295р. | 7 306р. | 989р. | 11,92% |
| 14 | 7 557р. | 5 974р. | 1 583р. | 20,94% |
| 15 | 9 060р. | 7 689р. | 1 372р. | 15,14% |
| 16 | 5 697р. | 4 721р. | 976р. | 17,13% |
| 17 | 6 409р. | 5 473р. | 936р. | 14,61% |
| 18 | 6 568р. | 5 724р. | 844р. | 12,85% |
| 19 | 10 313р. | 9 113р. | 1 200р. | 11,64% |
| 20 | 9 113р. | 7 741р. | 1 372р. | 15,05% |



Выводы

Для достижения поставленной цели в ходе выполнения дипломной работы были решены следующие задачи:

1. проведен системный анализ компании ООО «Массив»;
2. задача нахождения оптимального маршрута перевозки мебели поставлена как задача коммивояжера;
3. осуществлен выбор метода и инструментального средства для решения задачи нахождения оптимального маршрута;
4. проведены контрольные расчеты на реальных данных компании ООО «Массив», которые показали снижение транспортных расходов от 10% до 21%.

Использование предложенного в работе программного средства позволит сократить время пробега машин, даст экономию материальных ресурсов, товар с цеха будет быстрее поступать на собственные торговые точки и к партнерам фирмы.