**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПбГУТ)**

**Факультет Информационных систем и технологий**

**Кафедра Автоматизации предприятий связи**

**Системный анализ и принятие решений**

**Отчет по лабораторной работе №4**

**Вариант 8**

**«Решение задачи о коммивояжере с помощью программы «Lindo» »**

Выполнил:

Студент гр. ИСТ-831

Пономарев Е.И.

1802288

Проверил:

д.т.н.,доцент Бухарин В.В.

Санкт-Петербург

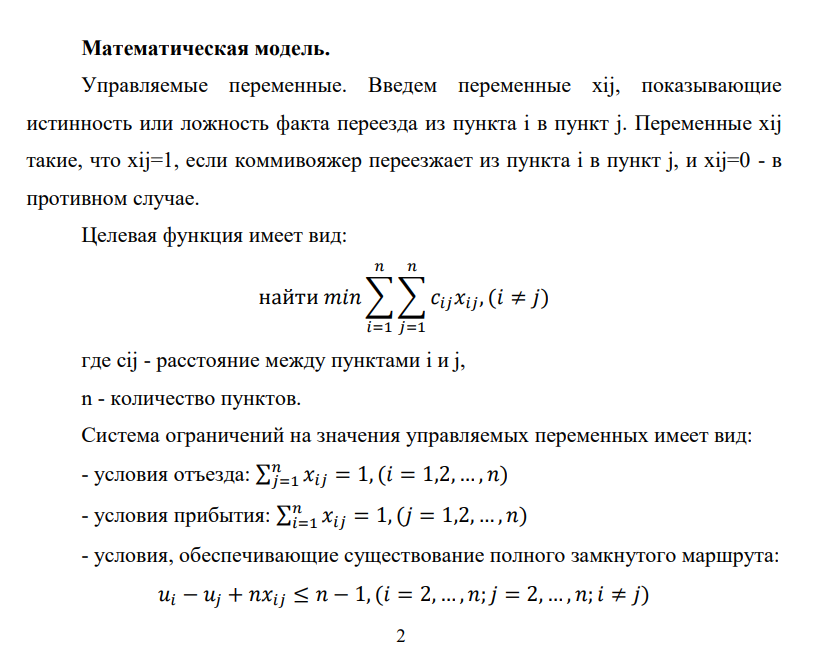
2020

**Цель выполнения работы**

Цель выполнения лабораторной работы – получение навыков применения методологии системного анализа при решении задачи о коммивояжере на примере расчета оптимальной пути с учетом ограничений по условиям отъезда, прибытия и замкнутости маршрута.

**Постановка задачи**

Пусть имеется n пунктов и задана матрица c={cij} расстояний между ними. Выезжая из одного пункта, коммивояжер должен побывать во всех пунктах по одному и только по одному разу и вернуться в исходный пункт. Требуется определить: в каком порядке следует объезжать пункты, чтобы суммарное пройденное расстояние было бы минимальным (найти минимальный полный замкнутый маршрут).

 где ui ,uj - произвольные целые и неотрицательные числа.

**Пример (вариант 8).** Пусть имеется пять пунктов, взаимные расстояния между которыми приведены в таблице 1.

Таблица 1.Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| i/j | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | - | 34 | 38 | 32 | 21 | 18 | 21 | 30 |
| 2 | 34 | - | 34 | 21 | 14 | 31 | 49 | 16 |
| 3 | 38 | 34 | - | 16 | 40 | 23 | 40 | 50 |
| 4 | 32 | 21 | 16 | - | 49 | 18 | 48 | 20 |
| 5 | 21 | 14 | 40 | 49 | - | 19 | 40 | 44 |
| 6 | 18 | 31 | 23 | 18 | 19 | - | 19 | 37 |
| 7 | 21 | 49 | 40 | 48 | 40 | 19 | - | 14 |
| 8 | 30 | 16 | 50 | 20 | 44 | 37 | 14 | - |

Требуется:

- определить в каком порядке следует объезжать пункты, чтобы суммарное пройденное расстояние было бы минимальным;

- сравнить результат решения поставленной задачи с результатами её решения при условии, что имеет место запрет на коммуникации между пунктами (3-1), (2-5), (2-7) и (4- 3), а взаимные расстояния между пунктами (1-6), (3-6) и (8-4) увеличены вдвое.

**Первый этап**

Построение математической модели оптимизируемой системы:

1.Целевая функция (максимизация прибыли):

Найти min 34x12+38x13+32x14+21x15+18x16+21x17+30x18+34x21+34x23+21x24+14x25+31x26+49x27+16x28+38x31+34x32+16x34+40x35+23x36+40x37+50x38+32x41+21x42+16x43+49x45+18x46+48x47+20x48+21x51+14x52+40x53+49x54+19x56+40x57+44x58+18x61+31x62+23x63+18x64+19x65+19x67+37x68+21x71+49x72+40x73+48x74+40x75+19x76+14x78+30x81+16x82+50x8 3+20x84+44x85+37x86+14x87.

Система ограничений на значения управляемых переменных:

- условия отъезда:

x12+x13+x14+x15+x16+x17+x18=1

x21+x23+x24+x25+x26+x27+x28=1

x31+x32+x34+x35+x36+x37+x38=1

x41+x42+x43+x45+x46+x47+x48=1

x51+x52+x53+x54+x56+x57+x58=1

x61+x62+x63+x64+x65+x67+x68=1

x71+x72+X73+x74+x75+x76+x78=1

x81+x82+x83+x84+x85+x86+x87=1

- условия прибытия:

x21+x31+x41+x51+x61+x71+x81=1

x12+x32+x42+x52+x62+x72+x82=1

x13+x23+x43+x53+x63+x73+x83=1

x14+x24+x34+x54+x64+x74+x84=1

x15+x25+x35+x45+x65+x75+x85=1

x16+x26+x36+x46+x56+x76+x86=1

x17+x27+x37+x47+x57+x67+x87=1

x18+x28+x38+x48+x58+x68+x78=1.

- условия, обеспечивающие существование полного замкнутого маршрута:

u2-u3+8x23<=7 ,u2-u4+8x24<=7, u2-u5+8x25<=7, u2-u6+8x26<=7,

u2-u7+8x27<=7, u2-u8+8x28<=7, u3-u2+8x32<=7, u3-u4+8x34<=7,

u3-u5+8x35<=7, u3-u6+8x36<=7, u3-u7+8x37<=7, u3-u8+8x38<=7,

u4-u2+8x42<=7, u4-u3+8x43<=7, u4-u5+8x45<=7, u4-u6+8x46<=7,

u4-u7+8x47<=7, u4-u8+8x48<=7, u5-u2+8x52<=7, u5-u3+8x53<=7,

u5-u4+8x54<=7, u5-u6+8x56<=7, u5-u7+8x57<=7, u5-u8+8x58<=7,

u6-u2+8x62<=7, u6-u3+8x63<=7, u6-u4+8x64<=7, u6-u5+8x65<=7,

u6-u7+8x67<=7, u6-u8+8x68<=7, u7-u2+8x72<=7, u7-u3+8x73<=7

u7-u4+8x74<=7, u7-u5+8x75<=7, u7-u6+8x76<=7, u7-u8+8x78<=7

u8-u2+8x82<=7, u8-u3+8x83<=7, u8-u4+8x84<=7, u8-u5+8x85<=7

u8-u6+8x86<=7, u8-u7+8x87<=7

- Все переменные не отрицательны:

GIN u2

GIN u3

GIN u4

GIN u5

GIN u6

GIN u7

GIN u8

INT x12

INT x13

INT x14

INT x15

INT x16

INT x17

INT x18

INT x21

INT x23

INT x24

INT x25

INT x26

INT x27

INT x28

INT x31

INT x32

INT x34

INT x35

INT x36

INT x37

INT x38

INT x41

INT x42

INT x43

INT x45

INT x46

INT x47

INT x48

INT x51

INT x52

INT x53

INT x54

INT x56

INT x57

INT x58

INT x61

INT x62

INT x63

INT x64

INT x65

INT x67

INT x68

INT x71

INT x72

INT x73

INT x74

INT x75

INT x76

INT x78

INT x81

INT x82

INT x83

INT x84

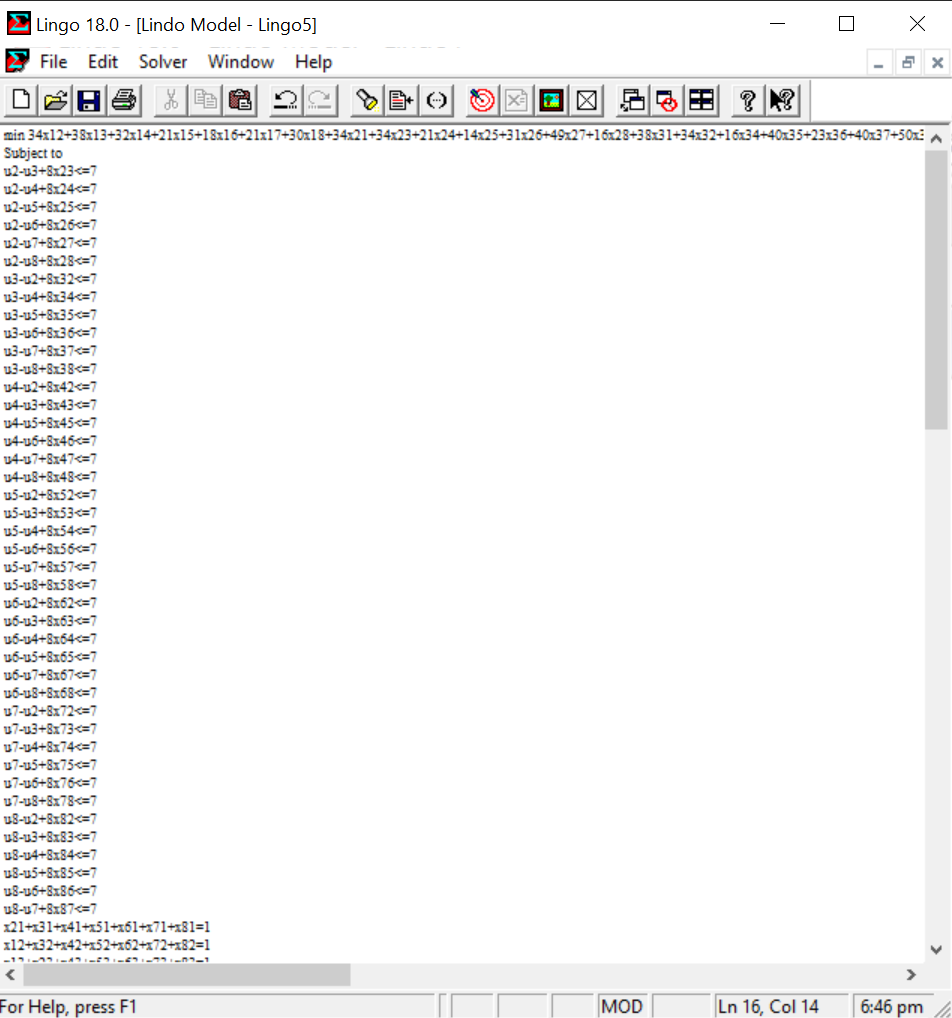
INT x85

INT x86

INT x87

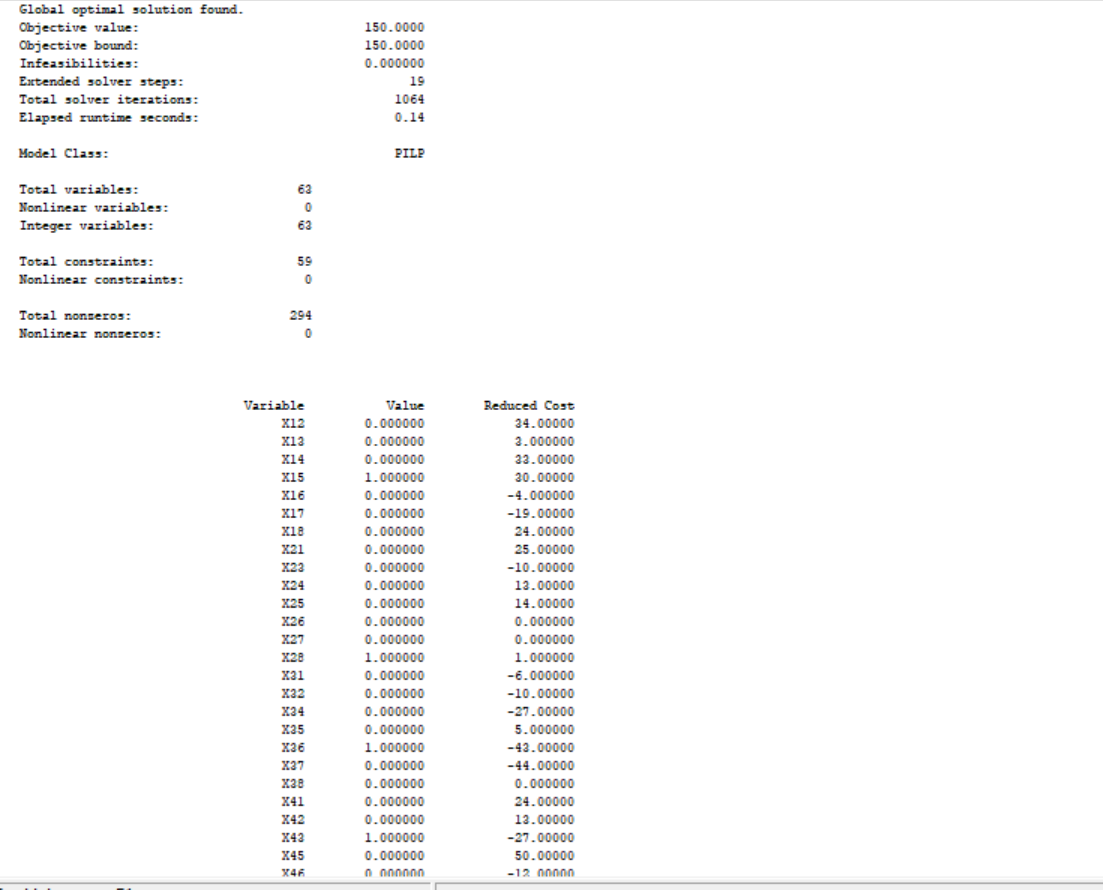
**Решение оптимизационной задачи первого этапа**

В соответствии с требованиями программы Lindo, задается исходная целевая функция и система ограничений поставленной задачи:

 Рисунок 1. Запись математической модели задачи на первом этапе в соответствии с требованиями программы Lindo

Результаты решения первого этапа задачи представлены на рисунке 2.

Листинг с результатами расчетов представлен на рисунке 2

Рисунок 2. Вид диалогового окна программы Lindo с результатами решения оптимизационной задачи первого этапа

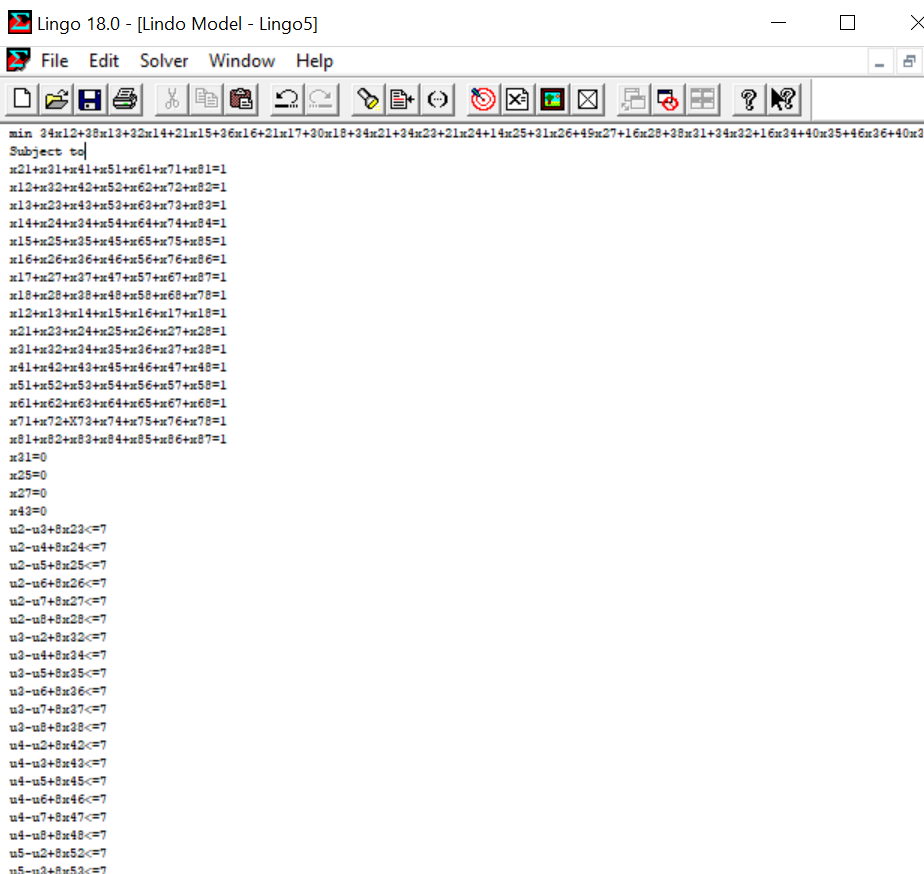
Минимальное значение пройденного расстояния составляет 150 км и, при заданных ограничениях путь будет (1-5)(5-2)(2-8)(8-4)(4-3)(3-6)(6-7)(7-1)

**Второй этап задачи.**

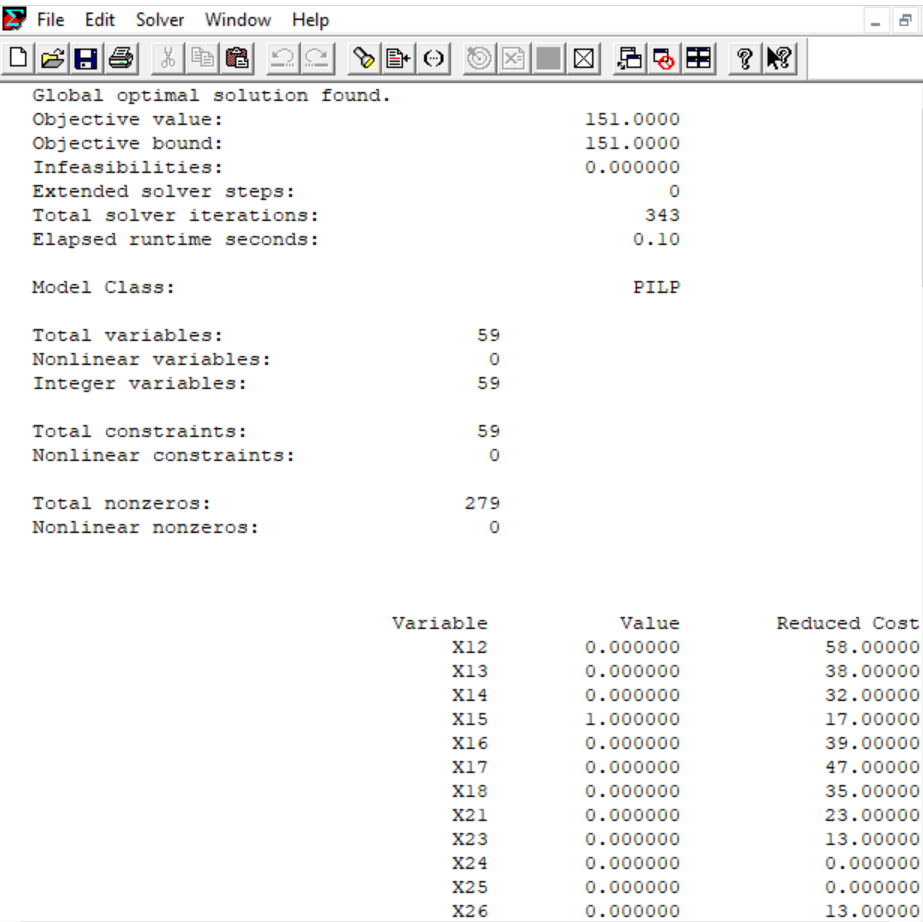
Запрет на коммуникации между пунктами (3-1), (2-5), (2-7) и (4- 3), а взаимные расстояния между пунктами (1-6), (3-6) и (8-4) увеличены вдвое.

**Решение оптимизационной задачи второго этапа**

Задается целевая функция и система ограничений для задачи оптимизации производственной системы на втором этапе. Процесс записи математической модели оптимизационной задачи на втором этапе показан на рисунке 3.

Рисунок 3. Запись математической модели оптимизационной задачи на втором этапе в соответствии с требованиями программы Lindo

Результаты решения задачи оптимизации производственной системы на втором этапе с помощью программы Lindo представлены на рисунке 4.

Рисунок 4. Вид диалогового окна программы Lindo с результатами решения оптимизационной задачи второго этапа

Минимальное значение пройденного расстояния составляет 151 км и, при заданных ограничениях путь будет (1-5)(5-6)(6-3)(3-4)(4-2)(2-8)(8-7)(7-1)

**Заключение**

В результате проведения расчетов было получено решение задачи коммивояжёра для 8 пунктов с проходом через каждый пункт и последующим возвращением в исходную точку. При начальных условиях было найдено минимальное значение пройденного расстояния, которое составляет 150 км с путём 1-5-2-8-4-3-6-7-1. При ограничении коммуникации между пунктами (3-1), (2-5), (2-7) и (4- 3), а также увеличения вдвое расстояний между пунктами (1-6), (3-6) и (8-4) , было найдено минимальное значение пройденного расстояния, которое составляет 151 единиц с путём 1-5-6-3-4-2-8-7-1 . Изменение начальных условий задачи привело к увеличению минимальной возможной длины пути.