

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра Информационных систем

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА
по дисциплине «Теория принятия решений»

ТЕМА: ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЛИНЕЙНОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО
ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ (ПО
ВАРИАНТАМ)

ВАРИАНТ: 39

Студент гр. 0372

Масленников К.М.

Преподаватель

Степуленок Д.О.

Санкт-Петербург

2023

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной работы является нахождение оптимального решения представленной задачи линейного программирования, а также ознакомление со средой GNU Octave.

Задача 1

1.1 Условие задачи

Запасы товара на трех складах торговой компании, составляют 112, 143, и 131. Компания имеет пункты реализации товара в пяти населенных пунктах, причем средние транспортные затраты на перевозку единицы товара из складов в населенные пункты, а также спрос на товар в каждом из пунктов указаны в табл. 1. Для стимуляции спроса торговая компания может провести рекламную акцию в каждом из пунктов. Потенциальный эффект от рекламной акции (увеличение спроса на единицу стоимости рекламной акции) зависит от бюджета рекламной акции. Параметры зависимости различны для городов и сведены в табл. 2. Следует обратить внимание, что эффект характеризуется убывающей отдачей (что в определенной степени моделирует насыщение рынка). Так, например, при бюджете рекламной акции 120, увеличение спроса в первом городе будет вычисляться следующим образом: $0.5 \cdot 40 + 0.4 \cdot 60 + 0.3 \cdot (120 - 40 - 60)$.

Требуется:

1. Определить минимальные издержки на реализацию всего товара.
2. Выявить населенные пункты, требующие максимальный и минимальный рекламный бюджет.
3. Провести анализ чувствительности оптимальной стратегии к стоимости перевозок между складом 2 и населенным пунктом 3.

Таблица 1: Транспортные расходы

Склад\Город	1	2	3	4	5
1	5	5	8	9	7
2	7	10	5	9	6
3	9	6	8	10	6
Спрос	63	63	34	41	35

Таблица 2: Эффективность рекламных акций

Стоимость акции	1	2	3	4	5
до 40	0.5	0.4	0.6	0.6	0.3
до 100	0.4	0.3	0.5	0.5	0.2
более 100	0.3	0.2	0.4	0.4	0.1

1.2 Формализация задачи

Данная задача является задачей линейного программирования. Для решения задачи введем переменную x_i , отвечающую за количество перевезенного товара со склада в город. Составим таблицу с x_i .

Таблица 3

Склад/Город	1	2	3	4	5	Запасы
1	$5(x_1)$	$5(x_2)$	$8(x_3)$	$9(x_4)$	$7(x_5)$	112
2	$7(x_6)$	$10(x_7)$	$5(x_8)$	$9(x_9)$	$6(x_{10})$	143
3	$9(x_{11})$	$6(x_{12})$	$8(x_{13})$	$10(x_{14})$	$6(x_{15})$	131
Спрос	63	63	34	41	35	

Посчитаем сумму спроса и запасов и вычислим их разницу: запасы = 386, спрос = 236 разница = 150.

Т.к. количество запасов превосходит спрос, а нам необходимо реализовать все единицы товара, то для этого необходимо повысить спрос с помощью проведения рекламных акций. Составим таблицу, где s_i – повышенный спрос за счет p_i средств:

Таблица 4: повышение спроса

Склад/Город	1	2	3	4	5
Спрос	$63 + s_1$	$56 + s_2$	$34 + s_3$	$41 + s_4$	$35 + s_5$

Пропишем функцию цели:

$$F = \sum_{i=1}^{15} c_i * x_i + \sum_{j=1}^5 p_j \rightarrow \min$$

Где c_i – стоимость перевозки со склада в город, а p_j – средства, ушедшие на рекламные акции.

Пропишем ограничения, опираясь на условие задачи, описанные нами данные и функцию цели:

1. По запасам

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 112$$

$$X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} = 143$$

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 131$$

2. По спросу

$$X_1 + X_6 + X_{11} - S_1 = 63$$

$$X_2 + X_7 + X_{12} - S_2 = 63$$

$$X_3 + X_8 + X_{13} - S_3 = 34$$

$$X_4 + X_9 + X_{14} - S_4 = 41$$

$$X_5 + X_{10} + X_{15} - S_5 = 35$$

3. Повышенный спрос и разница

$$S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 = 150$$

4. Выписываем из «Таблицы 2: эффективность рекламных акций» ограничения:

s_i – повышенный спрос за счет p_i (затраты на рекламные акции) средств

Для 1 пункта:

Стоимость рекламных акций до 40: $S_1 - 0,5P_1 \leq 0$

Стоимость рекламных акций до 100: $S_1 - 0,4P_1 \leq 4$

Стоимость рекламных акций больше 100: $S_1 - 0,3P_1 \leq 14$

Для 2 пункта:

$$S_2 - 0,4P_2 \leq 0$$

$$S_2 - 0,3P_2 \leq 4$$

$$S_2 - 0,2P_2 \leq 14$$

Для 3 пункта:

$$S_3 - 0,6P_3 \leq 0$$

$$S_3 - 0,5P_3 \leq 4$$

$$S_3 - 0,4P_3 \leq 14$$

Для 4 пункта:

$$S_4 - 0,6P_4 \leq 0$$

$$S_4 - 0,5P_4 \leq 4$$

$$S_4 - 0,4P_4 \leq 14$$

Для 5 пункта:

$$S_5 - 0,3P_5 \leq 0$$

$$S_5 - 0,2P_5 \leq 4$$

$$S_5 - 0,1P_5 \leq 14$$

1.3 Решение задачи

Для определения минимальных издержек, максимального и минимального бюджета в городах реализуем код в среде GNU Octave с помощью основной функции glpk.

Посмотрим на результаты:

Рис. 1. Результаты

```
>> xmin =  
      89  
      23  
       0  
       0  
       0  
       0  
       0  
     142  
       1  
       0  
       0  
      56  
       0  
      40  
      35  
      55  
      40  
     235  
       0  
       0  
      26  
      16  
     108  
       0  
       0  
  
fmin = 2555  
error_code = 0
```

Анализ результатов:

Пояснение:

$X_1=89$; $X_2=23$; $X_8=142$ $X_9=1$; $X_{12}=56$; $X_{14}=40$, $X_{15}=35$

Затраты на рекламные акции:

$P_1=55$; $P_2=40$; $P_3=235$.

Вывод:

Минимальные издержки на реализацию всего товар равны 2555 (значение fMin).

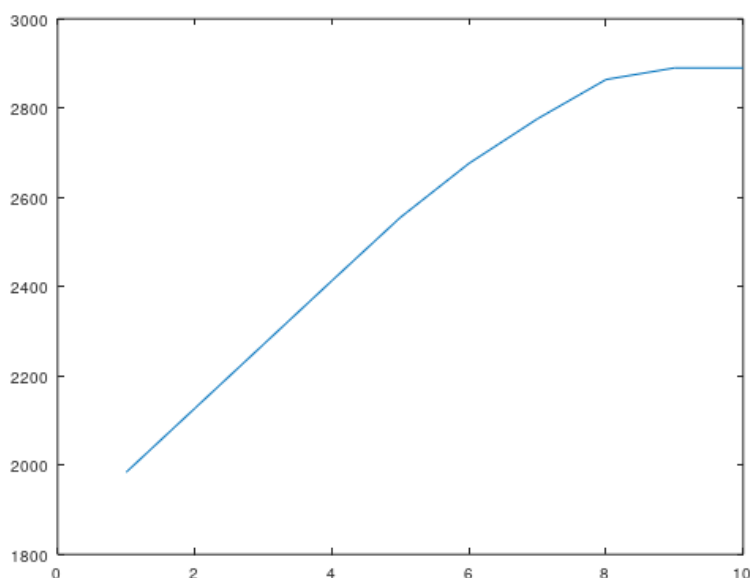
Минимальный бюджет это 4 и 5 города бюджет здесь равен нулю, а максимальный бюджет в городе 3 равный 235.

Теперь проведем анализ чувствительности оптимальной стратегии к стоимости перевозок между складом 2 и населенным пунктом 3 и сделаем графики. Для решения будем изменять стоимость от 1 до 10. (10 макс. стоимость).

Рис. 2. Анализ чувствительности изменения издержек.

```
ans = 1984
ans = 2127
ans = 2270
ans = 2413
ans = 2555
ans = 2676
ans = 2776
ans = 2864
ans = 2890
ans = 2890
```

Рис 3. График 1 - изменения издержек.



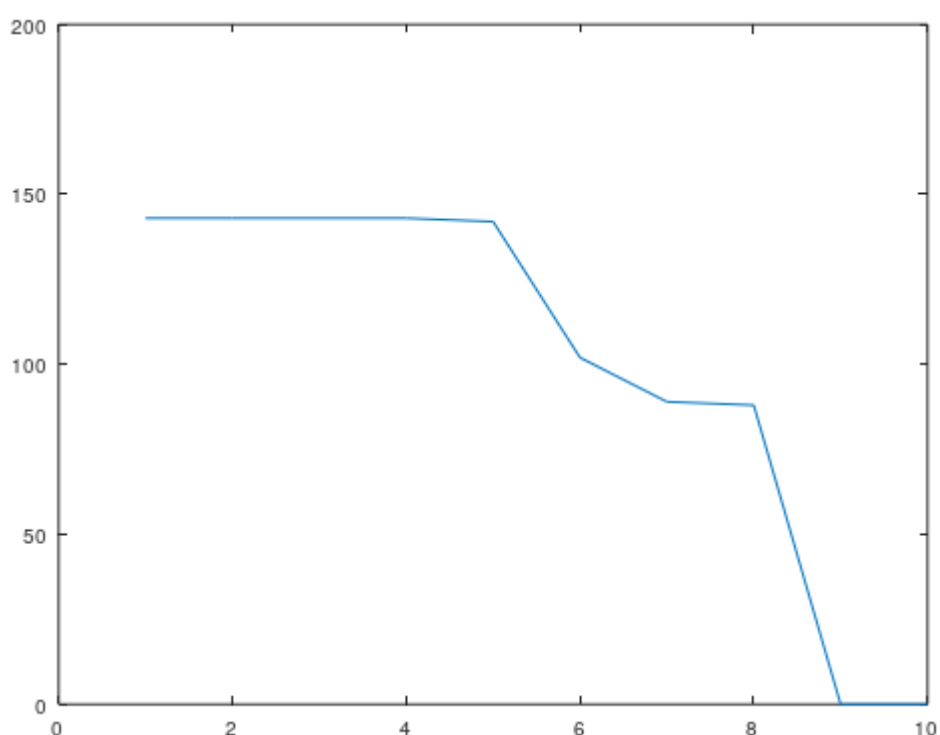
Видно, что издержки меняются от 1984 единиц до 2890 единиц.

Посмотрим, что происходит с перевозками при разных ценах

Рис. 4. Анализ чувствительности изменения цен

```
ans = 143  
ans = 143  
ans = 143  
ans = 143  
ans = 142  
ans = 102  
ans = 89  
ans = 88  
ans = 0  
ans = 0
```

Рис.5. График 2 (изменение цен)



При стоимости от 1 до 4 включительно в город поставляют 143 единицы товара; при стоимости 5 - 142 единицы товара; при стоимости 6 – 102 единицы, при 7 – 89 единиц, при 8 – 88 единиц; при стоимости 9 и 10 перевозки не выполняются.

Заключение

В ходе выполнения работы мы получили оптимальное решение поставленной задачи линейного программирования, а также познакомились со средой GNU Octave.