Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра программного обеспечения информационных технологий

Дисциплина: Методы оптимизации

ОТЧЕТ

По лабораторной работе №2
«Линейная оптимизация»

Выполнил студент гр. 851006 Н.В. Верещагин
Проверила О.А.Филатченкова

Минск, 2020

1. Задание №1

1. Составить математическую модель задачи. Объяснить смысл переменных.
2. Составить математическую модель двойственной задачи. Объяснить смысл двойственных переменных.
3. Найти оптимальный план выпуска продукции, обеспечивающий максимальную прибыль:
   а) графически,
   б) симплекс-методом,
   в) на компьютере, например, используя надстройку «Поиск решения».
4. Провести анализ оптимальных решений прямой и двойственной задач, используя отчеты трех типов (по результатам, по устойчивости, по пределам):
   а) указать, какая продукция вошла в оптимальный план, и насколько невыгодно производство продукции, не вошедшей в оптимальный план,
   б) указать дефицитные и избыточные ресурсы,
   в) выписать оптимальное решение двойственной задачи,
   г) указать наиболее дефицитный ресурс, исходя из оптимального решения двойственной задачи,
   д) указать интервал устойчивости двойственных оценок.
5. Решить двойственную задачу. Сравнить решение с полученным в пункте 4.
6. Выяснить, как изменится выпуск продукции и значение целевой функции, при изменении каждого из имеющихся ресурсов на единицу. Оценить раздельные и суммарное изменения.

Исходя из специализации и своих технологических возможностей предприятие может выпускать 2 вида продукции. Сбыт любого количества обеспечен. Для изготовления этой продукции используются трудовые ресурсы, полуфабрикаты и станочное оборудование. Общий объем ресурсов (в расчете на трудовую неделю), расход каждого ресурса на единицу выпускаемой продукции и прибыль, полученная за единицу продукции, приведены в таблице. Требуется определить план выпуска, доставляющий предприятию максимум прибыли.

Ресурсы	Запас ресурса	Затраты ресурсов по товарам	
		Т1	Т2
Время, чел.-ч Площадь, м кв.	370 90	0,5 0,1	0,7 0,3
Прибыль, ден. ед.		5	8

1. **Математическая модель.**

x_1 – объём выпуска продукции первого вида

x_2 – объём выпуска продукции второго вида

$$z(x) = 5x_1 + 8x_2 \to max$$

$$\begin{cases} 0{,}5x_1 + 0{,}7x_2 \le 370, \\ 0{,}1x_1 + 0{,}3x_2 \le 90, \end{cases} \quad \begin{cases} x_1 \ge 0, \\ x_2 \ge 0. \end{cases}$$

$z(x)$ – целевая функция, которая определяет суммарную прибыль от реализации произведенной продукции, первые три неравенства описывают условия ограниченности имеющихся ресурсов, кроме того, переменные x_1 и x_2 не могут быть выражены отрицательными числами.

2. **Математическая модель двойственной задачи.**

Коэффициенты целевой функции c_j	5	8	$\to max$	
Переменные	x_1	x_2	Знак неравенств	b_i
y_1	0,5	0,7	$\le$	370
y_2	0,1	0,3	$\le$	90
	$x_1 \ge 0$	$x_2 \ge 0$		

y_1 – время, чел.-ч;

y_2 – площадь, м кв.;

Двойственная задача имеет вид:

$$f(y) = 370y_1 + 90y_2 \to min$$

$$\begin{cases} 0{,}5y_1 + 0{,}1y_2 \ge 5, \\ 0{,}7y_1 + 0{,}3y_2 \ge 8; \end{cases}$$

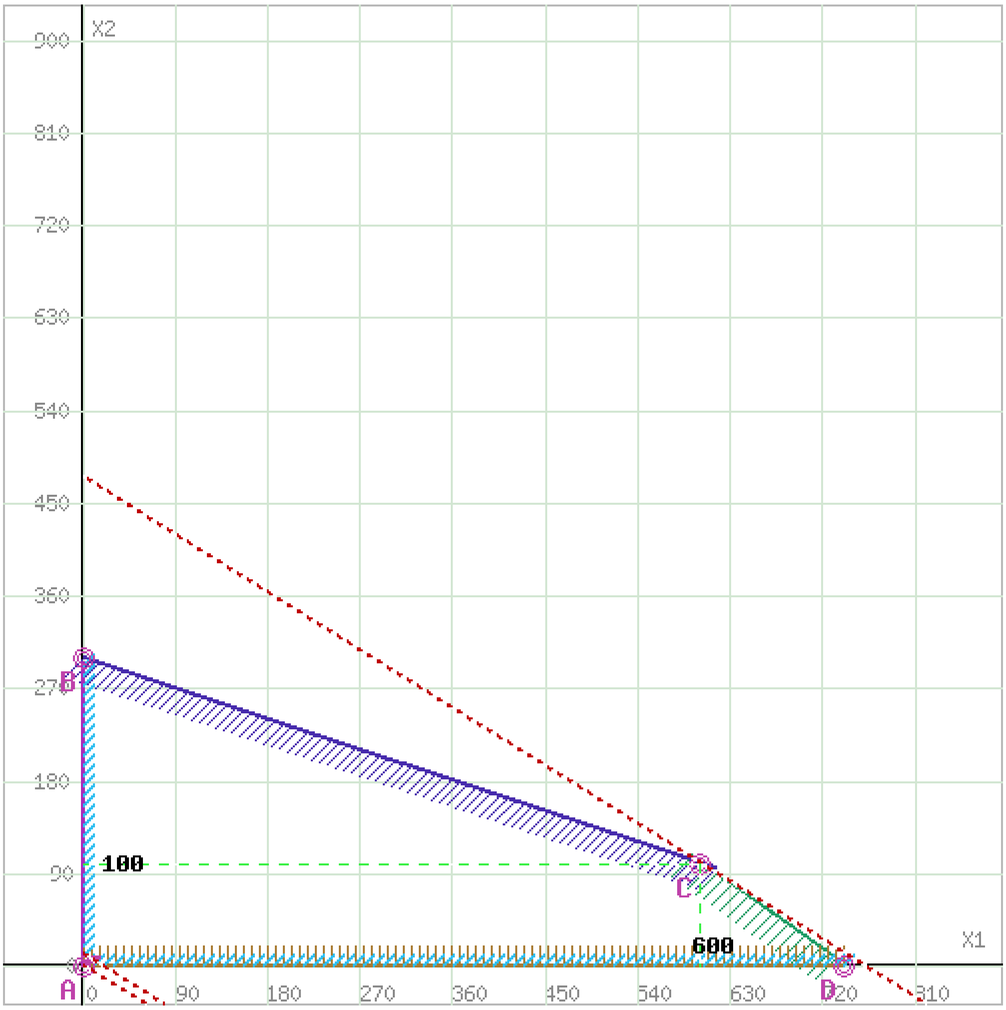
$$\begin{cases} y_1 \ge 0, \\ y_2 \ge 0. \end{cases}$$

$f(y)$ – целевая функция, которая определяет суммарную оценку ресурсов, неравенства системы показывают, что оценка ресурсов, затрачиваемых на производство единицы соответствующей продукции не меньше, чем прибыль от выпуска единицы этой продукции, кроме того, переменные y_1, y_2 не могут быть выражены отрицательными числами.

3. **Оптимальный план выпуска продукции.**

а) Графический метод.

$grad\ Z = (5, 8)$



$C(600, 100), Z_{max} = 3800$
$A(0, 0), Z_{min} = 0.$

б) Симплекс-метод.

Преобразовывая модель к канонической форме и предпочтительному виду, получим:

$$z(x) = 5x_1 + 8x_2 + 0 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 \to max$$

$$\begin{cases} 0{,}5x_1 + 0{,}7x_2 + x_3 = 370, \\ 0{,}1x_1 + 0{,}3x_2 + x_4 = 90, \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_1 \geq 0, \\ x_2 \geq 0, \\ x_3 \geq 0, \\ x_4 \geq 0. \end{cases}$$

Номер итерации	БП	СБ	b	x1	x2	x3	x4	Симплексные отношения
				5	8	0	0	
0	x3	0	370	0,5	0,7	1	0	528,5714286
	x4	0	90	0,1	0,3	0	1	300
	Оценки		Δ0	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4	
			0	-5	-8	0	0	
1	x3	0	160	0,26667	0	1	-2,33333	600
	x2	8	300	0,33333	1	0	3,33333	900
	Оценки		Δ0	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4	
			2400	-2,33333	0	0	26,6667	
2	x1	5	600	1	0	3,75	-8,75	
	x2	8	100	0	1	-1,25	6,25	
	Оценки		Δ0	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4	
			3800	0	0	8,75	6,25	

$x^* = (600, 100, 0, 0)$ – оптимальный план выпуска продукции.
$Z^* = Z(x^*) = 3800$ – прибыль.

в) Excel.

	ПЕРЕМЕННЫЕ					
имя	x1	x2				
знач.	600	100				
коэф.цел.ф.	5	8			3800	значение целевой функции
	ОГРАНИЧЕНИЯ					
вид			лев.ч	знак	пр.ч.	
Время	0,5	0,7	370	<=	370	
Площадь	0,1	0,3	90	<=	90	

4. Анализ оптимальных решений прямой и двойственной задач.

а) Продукция, вошедшая в оптимальный план.

В оптимальный план вошел первый ресурс (чел.-ч.).

б) Дефицитные и избыточные ресурсы.

Дефицитными ресурсами является время (оценка составляет 8,75) и площадь (6,25).

в) Оптимальное решение двойственной задачи.

$Y^{opt} = (8{,}75;\ 6{,}25;\ 0;\ 0)$.

г) Наиболее дефицитный ресурс.

Наиболее дефицитным ресурсом является первый (время), так как его оценка наибольшая, при изменении количества ресурса на единицу в пределах интервала устойчивости прибыль изменится на 8,75.

д) Интервалы устойчивости.

Интервал устойчивости для 1-го ресурса (время) имеет вид (370-160; 370+80); для 2-го ресурса (площадь) – (90-16; 90+68,57);

5. **Решение двойственной задачи.**

$x^* = (600, 100, 0, 0)$ – оптимальный план выпуска продукции.

$y1^* = (8{,}75;\ 6{,}25;\ 0;\ 0)$ – двойственные оценки.

Рассмотрим оптимальный план $y1^*$.

Оценки ресурсов P_1 и P_2 выражаются положительными числами 8,75 и 6,25, что свидетельствует о дефицитности этих ресурсов: они при оптимальном плане используются полностью.

Отчёт о пределах

Целевая функция		
Ячейка	Имя	Значение
$F$4	коэф.цел.ф.	3800

Переменная			Нижний	Целевая функция	Верхний	Целевая функция
Ячейка	Имя	Значение	Предел	Результат	Предел	Результат
$B$3	знач. x1	600	0	800	600	3800
$C$3	знач. x2	100	0	3000	100	3800

Отчёт об устойчивости

Ячейки переменных

Ячейка	Имя	Окончательное Значение	Приведенн. Стоимость	Целевая функция Коэффициент	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
$B$3	знач. x1	600	0	5	0,714285714	2,333333333
$C$3	знач. x2	100	0	8	7	1

Ограничения

Ячейка	Имя	Окончательное Значение	Тень Цена	Ограничение Правая сторона	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
$D$7	Время лев.ч	370	8,75	370	80	160
$D$8	Площадь лев.ч	90	6,25	90	68,57142857	16

Отчёт о результатах

Ячейка целевой функции (Максимум)

Ячейка	Имя	Исходное значение	Окончательное значение
$F$4	коэф.цел.ф.	0	3800

Ячейки переменных

Ячейка	Имя	Исходное значение	Окончательное значение	Целочисленное
$B$3	знач. x1	0	600	Продолжить
$C$3	знач. x2	0	100	Продолжить

Ограничения

Ячейка	Имя	Значение ячейки	Формула	Состояние	Допуск
$D$7	Время лев.ч	370	$D$7<=$F$7	Привязка	0
$D$8	Площадь лев.ч	90	$D$8<=$F$8	Привязка	0

6. **Как изменится выпуск продукции и значение целевой функции, при изменении каждого из имеющихся ресурсов на единицу.**

Рассмотрим первый ресурс. Увеличение его запаса на единицу не приведет к росту выручки и дополнительному выпуску продукции. Уменьшение запаса данного ресурса на единицу уменьшит выручку на $y_1^* =$ 8,75 ден. ед. Выпуск продукции П$_1$ $x_1^* = 600$ заменится на $x_1'^* = 600 - 3{,}75 =$ $596{,}25$; выпуск продукции П$_2$ $x_2^* = 100$ – на $x_2'^* = 100 + 1{,}25 = 101{,}25$.

Рассмотрим второй ресурс (полуфабрикаты). Увеличение запаса этого ресурса на единицу приведет к дополнительному выпуску продукции, что увеличит выручку на y_2^* = 6,25 ден. ед. Выпуск продукции П$_1$ $x_1^* = 600$ заменится на $x_1'^* = 600 + 8{,}75 = 608{,}75$; выпуск продукции П$_2$ $x_2^* = 100$ – на $x_2'^* = 100 - 6{,}25 = 93{,}75$.

2. Задание №2

1. Составить математическую модель транспортной задачи.
2. Решить транспортную задачу без учета дополнительных ограничений на перевозки:
   а) вручную,
   б) на компьютере.
3. Решить транспортную задачу с дополнительными ограничениями на перевозки.
4. Сделать выводы.

1. Математическая модель.

Вводим переменные задачи:

Матрица перевозок:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & x_{14} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & x_{24} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & x_{34} \\ x_{41} & x_{42} & x_{43} & x_{44} \end{pmatrix}$$

Матрица стоимостей:

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 9 & 2 & 2 \\ 6 & 4 & 10 & 3 \\ 8 & 4 & 7 & 5 \\ 7 & 6 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

Целевая функция задачи:

$$Z(X) = x_{11} + 9x_{12} + 2x_{13} + 2x_{14} + 6x_{21} + 4x_{22} + 10x_{23} + 3x_{24} + 8x_{31} + 4x_{32} + 7x_{33} + 5x_{34} + 7x_{41} + 6x_{42} + 5x_{43} + 3x_{44} \to min$$

Система ограничений задачи:

Суммы всех перевозок в строке должны ровняться запасам соответствующего поставщика:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 50$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{34} = 100$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 100$$

$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} = 200$$

Суммы всех перевозок в столбце должны быть равны запросам соответствующих потребителей:

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 50$$
$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 100$$
$$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 200$$
$$x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = 200$$

Перевозки не могут быть отрицательны:

$$x_{ij} \geq 0, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$$

$$\text{где } m - \text{количество поставщиков, а } n - \text{количество потребителей}$$

Дополнительные ограничения:

$$x_{44} \leq 100, x_{23} \geq 50$$

Итоговая математическая модель:

$$Z(X) = x_{11} + 9x_{12} + 2x_{13} + 2x_{14} + 6x_{21} + 4x_{22} + 10x_{23} + 3x_{24} + 8x_{31} + 4x_{32} + 7x_{33} + 5x_{34} + 7x_{41} + 6x_{42} + 5x_{43} + 3x_{44} \rightarrow min$$

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 50 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{34} = 100 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 100 \\ x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} = 200 \\ x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 50 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 100 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 200 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = 200 \\ x_{44} \leq 100 \\ x_{23} \geq 50 \end{cases}$$

$$x_{ij} \geq 0, i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n}$$

Задача является **открытой** т.к. сумма предложений поставщиков ≠ сумме спроса получателей

2. **Транспортная задача без учёта дополнительных ограничений на перевозки:**

   a) **Вручную.**

Предложение поставщиков	Спрос получателей			
	50	100	200	200
50	1	9	2	2
100	6	4	10	3
100	8	4	7	5
200	7	6	5	3
100	0	0	0	0

Предложение поставщиков	Спрос получателей			
	50-50=0	100	200	200
50-50=0	**1**	x	x	x
100	x	4	10	3
100	x	4	7	5
200	x	6	5	3
100	x	0	0	0

Предложение поставщиков	Спрос получателей			
	0	100	200	200-100=100
0	1	x	x	x
100-100=0	x	x	x	**3**
100	x	4	7	5
200	x	6	5	3
100	x	0	0	0

Предложение поставщиков	Спрос получателей			
	0	100	200	100-100=0
0	1	x	x	x
0	x	x	x	3
100	x	4	7	x
200-100=100	x	6	5	**3**
100	x	0	0	x

Предложение поставщиков	Спрос получателей			
	0	100-100=0	200	0
0	1	x	x	x
0	x	x	x	3
100-100=0	x	**4**	x	x
100	x	x	5	3
100	x	x	0	x

Предложение поставщиков	Спрос получателей			
	0	0	200-100=100	0
0	1	x	x	x
0	x	x	x	3
0	x	4	x	x
100-100=0	x	x	**5**	3
100	x	x	0	x

Предложение поставщиков	Спрос получателей			
	0	0	100-100=0	0
0	1	x	x	x
0	x	x	x	3
0	x	4	x	x
0	x	6	5	3
100-100=0	x	0	**0**	x

Предложение поставщиков	Спрос получателей			
	50	100	200	200
50	1	9	2	2
100	6	4	10	3
100	8	4	7	5
200	7	6	5	3
100	0	0	0	0

Метод потенциалов

5 + 4 - 1 = 8 8 - 6 = 2

Предложение поставщиков	Спрос получателей			
	50	100	200	200
50	1 [50]	9	2 [0]	2 [0]
100	6	4	10	3 [100]
100	8	4 [100]	7	5
200	7	6	5 [100]	3 [100]
100	0	0	0 [100]	0

Подсчитаем число занятых клеток таблицы, их 8, а должно быть m + n - 1 = 8. Следовательно, опорный план является невырожденным.
Значение целевой функции для этого опорного плана равно: F(x) = 1*50 + 3*100 + 4*100 + 5*100 + 3*100 + 0*100 = 1550

	$v_1=1$	$v_2=2$	$v_3=2$	$v_4=0$
$u_1=0$	1[50]	9	2[0]	2[0]
$u_2=3$	6	4	10	3[100]
$u_3=2$	8	4[100]	7	5
$u_4=3$	7	6	5[100]	3[100]
$u_5=-2$	0	0[0]	0[100]	0

	1	2	3	4	Потсавщик
1	1[50]	9	2	2[0]	50
2	6	4[+]	10	3[100][-]	100
3	8	4[100]	7	5	100
4	7	6	5[100][-]	3[100][+]	200
5	0	0[0][-]	0[100][+]	0	100
Получатель	50	100	200	200	

	$v_1=1$	$v_2=3$	$v_3=4$	$v_4=2$
$u_1=0$	1[50]	9	2	2[0]
$u_2=1$	6	4[0]	10	3[100]
$u_3=1$	8	4[100]	7	5
$u_4=1$	7	6	5[100]	3[100]
$u_5=-4$	0	0	0[100]	0

	1	2	3	4	Потсавщик
1	1[50]	9	2[+]	2[0][-]	50
2	6	4[0]	10	3[100]	100
3	8	4[100]	7	5	100
4	7	6	5[100][-]	3[100][+]	200
5	0	0	0[100]	0	100
Получатель	50	100	200	200	

	$v_1=1$	$v_2=1$	$v_3=2$	$v_4=0$	
$u_1=0$	1[50]	9	2[0]	2	
$u_2=3$	6	4[0]	10	3[100]	
$u_3=3$	8	4[100]	7	5	
$u_4=3$	7	6	5[100]	3[100]	
$u_5=-2$	0	0	0[100]	0	
					1550

б) На компьютере.

	Спрос получателей						
Предложение поставщиков	50	100	200	200	Ограничение 2	V пр-ва	
50	50	0	0	0	50	50	
100	0	0	0	100	100	100	
100	0	100	0	0	100	100	
200	0	0	100	100	200	200	
100	0	0	100	0	100	100	
Ограничение 1	50	100	200	200			
Потребность	50	100	200	200			
							1550

3. Транспортная задача с дополнительными ограничениями на перевозки.

а) Вручную

Предложение поставщиков	Спрос получателей				
	50	100	150	100	100
50	1	9	2	2	2
50	6	4	10	3	3
100	8	4	7	5	5
200	7	6	5	3	30
100	0	0	0	0	0

Предложение поставщиков	Спрос получателей				
	50 - 50 = 0	100	150	100	100
50 - 50 = 0	**1**	x	x	x	x
100	6	4	10	3	3
100	8	4	7	5	5
200	7	6	5	3	30
100	0	0	0	0	0

Предложение поставщиков	Спрос получателей				
	0	100	150	**100 - 50 = 50**	100
0	1	x	x	x	x
50 - 50 = 0	x	x	x	**3**	x
100	8	4	7	5	5
200	7	6	5	3	30
100	0	0	0	0	0

Предложение поставщиков	Спрос получателей				
	0	100	150	**50 - 50 = 0**	100
0	1	x	x	x	x
0	x	x	x	3	x
100	8	4	7	x	5
200 - 50 = 150	7	6	5	**3**	30
100	0	0	0	x	0

Предложение поставщиков	Спрос получателей				
	0	**100 - 100 = 0**	150	0	100
0	1	x	x	x	x
0	x	x	x	3	x
100 - 100 = 0	x	**4**	x	x	x
150	7	6	5	3	30
100	0	0	0	x	0

Предложение поставщиков	Спрос получателей				
	0	0	**150 - 150 = 0**	0	100
0	1	x	x	x	x
0	x	x	x	3	x
0	x	4	x	x	x
150 - 150 = 0	x	6	**5**	3	x
100	0	0	0	x	0

Предложение поставщиков	Спрос получателей				
	0	0	0	0	**100 - 100 = 0**
0	1	x	x	x	x
0	x	x	x	3	x
0	x	4	x	x	x
0	x	x	5	3	x
100 - 100 = 0	x	x	x	x	**0**

Предложение поставщиков	Спрос получателей				
	50	100	150	100	100
50	1	9	2	2	2
50	6	4	10	3	3
100	8	4	7	5	5
200	7	6	5	3	30
100	0	0	0	0	0

	$v_1=1$	$v_2=2$	$v_3=2$	$v_4=0$	$v_5=2$
$u_1=0$	1[50]	9	2	2[0]	2[0]
$u_2=3$	6	4	10	3[50]	3
$u_3=2$	8	4[100]	7	5	5
$u_4=3$	7	6	5[150]	3[50]	30
$u_5=-2$	0	0[0]	0	0	0[100]

	1	2	3	4	5	Потсавщик
1	1[50]	9	2	2[0][+]	2[0][-]	50
2	6	4	10	3[50][-]	3[+]	50
3	8	4[100]	7	5	5	100
4	7	6	5[150]	3[50]	30	200
5	0	0[0]	0	0	0[100]	100
Получатель	50	100	150	100	100	

	1	2	3	4	5	Потсавщик
1	1[50]	9	2	2[0]	2	50
2	6	4	10	3[50]	3[0]	50
3	8	4[100]	7	5	5	100
4	7	6	5[150]	3[50]	30	200
5	0	0[0]	0	0	0[100]	100
Получатель	50	100	150	100	100	

	$v_1=1$	$v_2=2$	$v_3=4$	$v_4=2$	$v_5=2$
$u_1=0$	1[50]	9	2	2[0]	2
$u_2=1$	6	4	10	3[50]	3[0]
$u_3=2$	8	4[100]	7	5	5
$u_4=1$	7	6	5[150]	3[50]	30
$u_5=-2$	0	0[0]	0	0	0[100]

Опорный план не является оптимальным, так как существуют оценки свободных клеток, для которых $u_i + v_j > c_{ij}$

(1;3): $0 + 4 > 2$; $\Delta_{13} = 0 + 4 - 2 = 2 > 0$

(5;3): $-2 + 4 > 0$; $\Delta_{53} = -2 + 4 - 0 = 2 > 0$

max(2,2) = 2

Выбираем максимальную оценку свободной клетки (1;3): 2

Для этого в перспективную клетку (1;3) поставим знак «+», а в остальных вершинах многоугольника чередующиеся знаки «-», «+», «-».

	1	2	3	4	5	Потсавщик
1	1[50]	9	2[+]	2[0][-]	2	50
2	6	4	10	3[50]	3[0]	50
3	8	4[100]	7	5	5	100
4	7	6	5[150][-]	3[50][+]	30	200
5	0	0[0]	0	0	0[100]	100
Получатель	50	100	150	100	100	

	1	2	3	4	5	Потсавщик
1	1[50]	9	2[0]	2	2	50
2	6	4	10	3[50]	3[0]	50
3	8	4[100]	7	5	5	100
4	7	6	5[150]	3[50]	30	200
5	0	0[0]	0	0	0[100]	100
Получатель	50	100	150	100	100	

	$v_1=1$	$v_2=0$	$v_3=2$	$v_4=0$	$v_5=0$
$u_1=0$	1[50]	9	2[0]	2	2
$u_2=3$	6	4	10	3[50]	3[0]
$u_3=4$	8	4[100]	7	5	5
$u_4=3$	7	6	5[150]	3[50]	30
$u_5=0$	0	0[0]	0	0	0[100]

Опорный план не является оптимальным, так как существуют оценки свободных клеток, для которых $u_i + v_j > c_{ij}$

(5;1): $0 + 1 > 0$; $\Delta_{51} = 0 + 1 - 0 = 1 > 0$

(5;3): $0 + 2 > 0$; $\Delta_{53} = 0 + 2 - 0 = 2 > 0$

max(1,2) = 2

Выбираем максимальную оценку свободной клетки (5;3): 0

Для этого в перспективную клетку (5;3) поставим знак «+», а в остальных вершинах многоугольника чередующиеся знаки «-», «+», «-».

	1	2	3	4	5	Потсавщик
1	1[50]	9	2[0]	2	2	50
2	6	4	10	3[50][-]	3[0][+]	50
3	8	4[100]	7	5	5	100
4	7	6	5[150][-]	3[50][+]	30	200
5	0	0[0]	0[+]	0	0[100][-]	100
Получатель	50	100	150	100	100	

	1	2	3	4	5	Потсавщик
1	1[50]	9	2[0]	2	2	50
2	6	4	10	3	3[50]	50
3	8	4[100]	7	5	5	100
4	7	6	5[100]	3[100]	30	200
5	0	0[0]	0[50]	0	0[50]	100
Получатель	50	100	150	100	100	

	$v_1=1$	$v_2=2$	$v_3=2$	$v_4=0$	$v_5=2$
$u_1=0$	1[50]	9	2[0]	2	2
$u_2=1$	6	4	10	3	3[50]
$u_3=2$	8	4[100]	7	5	5
$u_4=3$	7	6	5[100]	3[100]	30
$u_5=-2$	0	0[0]	0[50]	0	0[50]

Предложение поставщиков	Спрос получателей			
	50	100	200	200
50	1[50]	9	2[0]	2[0]
100	6	4	10[50]	3[50]
100	8	4[100]	7	5[0]
200	7	6	5[100]	3[100]

F(x) = 1*50 + 10*50 + 3*50 + 4*100 + 5*100 + 3*100 = 1900

б) На компьютере.

Предложение поставщиков	Спрос получателей						
	50	100	150	100	100	Ограничение 2	V пр-ва
50	50	0	0	0	0	50	50
50	0	0	0	0	50	50	50
100	0	100	0	0	0	100	100
200	0	0	100	100	0	200	200
100	0	0	50	0	50	100	100
Ограничение 1	50	100	150	100	100		
Потребность	50	100	150	100	100		
							1900

4. Выводы.

Из 1-го склада необходимо весь груз направить в 1-й магазин. Из 2-го склада необходимо весь груз направить в 4-й магазин. Из 3-го склада необходимо весь груз направить в 2-й магазин. Из 4-го склада необходимо груз направить в 3-й магазин (100 ед.), в 4-й магазин (100 ед.) Потребность 3-го магазина остается неудовлетворенной на 100 ед. Оптимальный план является вырожденным, так как базисная переменная x_{53}=0.

Задача имеет множество оптимальных планов, поскольку оценка для (1;3),(2;2) равна 0.