

«Школьные Харитоновские чтения» Будущие исследователи – будущее науки

Исследование транспортной задачи с нечёткими условиями

	Програ для сложных вычислений	программы	для опытов по физике
1	300 31	230	340
2	270 20	180 46	
3	200	360	

автор: Пивкин Андрей
учащийся 11 класса ГБНОУ РМ «Республиканский
лицей - Центр для одаренных детей»;
научный руководитель: Кочугаев П.Н.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ: ИССЛЕДОВАТЬ РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ С НЕЧЕТКИМИ УСЛОВИЯМИ.

ДАННАЯ ЦЕЛЬ ДОСТИГАЛАСЬ ПОСРЕДСТВОМ РЕШЕНИЯ РЯДА ЗАДАЧ:

- ПОСТАНОВКА МОДЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ
- РЕШЕНИЕ СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ КЛАССИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ
- РЕШЕНИЕ ИСХОДНОЙ ЗАДАЧИ С НЕЧЁТКИМИ УСЛОВИЯМИ
- АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ



Постановка модельной задачи

- 55 лицензионных программ, выполняющих сложные вычисления
- 65 антивирусных программ
- 40 программ для проведения опытов по физике
- 25 для проведения опытов по химии

Компании	Всего наборов
1	35
2	70
3	20
4	60



Программы, выполняющие сложные вычисления

Компания	1	2	3	4
Цена за все комплекты	[200,300,350]	[200,270,300]	[150,200,210]	[200,230,350]

Антивирусные программы

Компания	1	2	3	4
Цена за все комплекты	[200,230,300]	[100,180,200]	[350,360,450]	[50,150,180]

Программы для проведения опытов по физике

Компания	1	2	3	4
Цена за все комплекты	[300,340,450]	[150,250,300]	[200,300,410]	[130,250,300]

Программы для проведения опытов по химии

Компания	1	2	3	4
Цена за все комплекты	[100,160,300]	[200,220,300]	[230,350,400]	[150,290,300]

Условие для соответствующей классической задачи

Программы, выполняющие сложные вычисления

Компания	1	2	3	4
Цена за все комплекты	300	270	200	230

Антивирусные программы

Компания	1	2	3	4
Цена за все комплекты	230	180	360	150

Программы для проведения опытов по физике

Компания	1	2	3	4
Цена за все комплекты	340	250	300	250

Программы для проведения опытов по химии

Компания	1	2	3	4
Цена за все комплекты	160	220	350	290

Потребители		B_1	B_2	...	B_n	Запасы
Поставщики						
A_1	C_{11}	C_{12}			C_{1n}	a_1
A_2	C_{21}	C_{22}			C_{2n}	a_2
...						
A_m	C_{m1}	C_{m2}			C_{mn}	a_m
Потребности	B_1	B_2			B_n	

$$\sum_{i=1}^m t_{ij} = b_j$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} = a_i$$

$$F = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ij} * t_{ij} \rightarrow \min$$

Решение в классическом случае

Компания	Программное обеспечение				Остав. запасы
	Программы для сложных вычислений	Антивирусные программы	Программы для опытов по физике	Программы для опытов по химии	
1	300 31	230	340	160	31
2	270 20	180 46	250	220	66
3	200	360 15	300 1	350	16
4	230	150	250 35	290 21	56
Потребность	51	61	36	21	

Целевая функция:

$$F=31*300+20*270+46*180+15*360+1*300+35*250+21*290=43520$$

Контракт	Программное обеспечение		
	Программы для сложных вычислений	Антивирусные программы	Программы для опытов по физике
1	300	230	340
2	270	180	
3	200	360	



$$S_{1,2} = c_{1,2} - c_{1,1} + c_{2,1} - c_{2,2} = 20.$$

$$S_{1,3} = c_{1,3} - c_{1,1} + c_{2,1} - c_{2,2} + c_{3,2} - c_{3,3} = 190.$$

$$S_{1,4} = c_{1,4} - c_{1,1} + c_{2,1} - c_{2,2} + c_{3,2} - c_{3,3} + c_{4,3} - c_{4,4} = -30.$$

$$S_{2,3} = c_{2,3} - c_{2,2} + c_{3,2} - c_{3,3} = 130.$$

$$S_{2,4} = c_{2,4} - c_{2,2} + c_{3,2} - c_{3,3} + c_{4,3} - c_{4,4} = 60.$$

$$S_{3,1} = c_{3,1} - c_{3,2} + c_{2,2} - c_{2,1} = -250.$$

$$S_{3,4} = c_{3,4} - c_{3,3} + c_{4,3} - c_{4,4} = 10.$$

$$S_{4,1} = c_{4,1} - c_{4,3} + c_{3,3} - c_{3,2} + c_{2,2} - c_{2,1} = -170.$$

$$S_{4,2} = c_{4,2} - c_{4,3} + c_{3,3} - c_{3,2} = -160.$$

Наиболее перспективной является клетка (3,1). Для нее оценка равна -250.

Компания	Программное обеспечение				Остав. запасы
	B1	B2	B3	B4	
A1	300 31	230	340	160	31
A2	270 - 20	180 + 46	250	220	66
A3	200 +	360 - 15	300 1	350	16
A4	230	150	250 35	290 21	56
Потреб- ность	51	61	36	21	

Компания	Программное обеспечение				Остав. запасы
	B1	B2	B3	B4	
A1	300 31	230	340	160	31
A2	270 5	180 61	250	220	66
A3	200 15	360	300 1	350	16
A4	230	150	250 35	290 21	56
Потребность	51	61	36	21	

Целевая функция: $F = 39770$.

Значение целевой функции изменилось на 3750 единиц по сравнению с предыдущим этапом.

Компания	Программное обеспечение				Остав. запасы
	Программы для сложных вычислений	Антивирусные программы	Программы для опытов по физике	Программы для опытов по химии	
1	300 10	230	340	160 21	31
2	270	180 30	250 36	220	66
3	200 16	360	300	350	16
4	230 25	150 31	250	290	56
Потребность	51	61	36	21	

Целевая функция: $F = 34360$

Значение целевой функции изменилось на 9160 единиц по сравнению с начальным планом.

Нечёткие треугольные числа и их арифметика

Треугольным нечётким числом с центром a , правой шириной $a-b > 0$ и левой шириной $c-a > 0$ называется нечёткое множество, функция принадлежности которого имеет вид

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 - \frac{a-x}{a-b}, & \text{если } b \leq x \leq a; \\ 1 - \frac{x-a}{c-a}, & \text{если } a \leq x \leq c; \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

$A_1 = [b_1, a_1, c_1]$ и $A_2 = [b_2, a_2, c_2]$ – два треугольных нечётких числа.

$$A_1 + A_2 = [b_1 + b_2, a_1 + a_2, c_1 + c_2]$$

$$A_1 - A_2 = [b_1 - c_2, a_1 - a_2, c_1 - b_2]$$

$$q * A_1 = [q * b_1, q * a_1, q * c_1].$$

$$-q * A_1 = [q * c_1, q * a_1, q * b_1].$$

Решение транспортной задачи с нечёткими условиями

Программы, выполняющие сложные вычисления

Компания	1	2	3	4
Цена за все комплекты	[200,300,350]	[200,270,300]	[150,200,210]	[200,230,350]

Антивирусные программы

Компания	1	2	3	4
Цена за все комплекты	[200,230,300]	[100,180,200]	[350,360,450]	[50,150,180]

Программы для проведения опытов по физике

Компания	1	2	3	4
Цена за все комплекты	[300,340,450]	[150,250,300]	[200,300,410]	[130,250,300]

Программы для проведения опытов по химии

Компания	1	2	3	4
Цена за все комплекты	[100,160,300]	[200,220,300]	[230,350,400]	[150,290,300]

Закупим вначале все виды оборудования из каждой страны, на что затратим:

$$\begin{aligned} & [200,300,350] + [200,270,300] + [150,200,210] + [200,230,350] + \\ & + [200,230,300] + [100,180,200] + [350,360,450] + [50,150,180] + \\ & + [300,340,450] + [150,250,300] + [200,300,410] + [130,250,300] + \\ & + [100,160,300] + [200,220,300] + [230,350,400] + [150,290,300] = \\ & = [2910,4080,5100]. \end{aligned}$$

1. Построение опорного плана методом северо-западного угла

Компания	Программное обеспечение				Остав. запасы
	B1	B2	B3	B4	
A1	[200,300,350] 31	[200,230,300]	[300,340,450]	[100,160,300]	31
A2	[200,270,300] 20	[100,180,200] 46	[150,250,300]	[200,220,300]	66
A3	[150,200,210]	[350,360,450] 15	[200,300,410] 1	[230,350,400]	16
A4	[200,230,350]	[50,150,180]	[130,250,300] 35	[150,290,300] 21	56
Потребность	51	61	36	21	

Целевая функция:

$$F=31*[200,300,350]+20*[200,270,300]+46*[100,180,200]+15*[350,360,450]+1*[200,300,410]+35*[130,250,300]+21*[150,290,300]=[27950,43520,50010].$$

2. Решение транспортной задачи с нечёткими условиями методом потенциалов

Этап 1.

$$S_{1,2} = c_{1,2} - c_{1,1} + c_{2,1} - c_{2,2} = [-150, 20, 300].$$

$$S_{1,3} = c_{1,3} - c_{1,1} + c_{2,1} - c_{2,2} + c_{3,2} - c_{3,3} = [-110, 190, 700].$$

$$S_{1,4} = c_{1,4} - c_{1,1} + c_{2,1} - c_{2,2} + c_{3,2} - c_{3,3} + c_{4,3} - c_{4,4} = [-480, -30, 700].$$

$$S_{2,3} = c_{2,3} - c_{2,2} + c_{3,2} - c_{3,3} = [-110, 130, 450].$$

$$S_{2,4} = c_{2,4} - c_{2,2} + c_{3,2} - c_{3,3} + c_{4,3} - c_{4,4} = [-230, 50, 600].$$

$$S_{3,1} = c_{3,1} - c_{3,2} + c_{2,2} - c_{2,1} = [-500, -250, -140].$$

$$S_{3,4} = c_{3,4} - c_{3,3} + c_{4,3} - c_{4,4} = [-350, 10, 350].$$

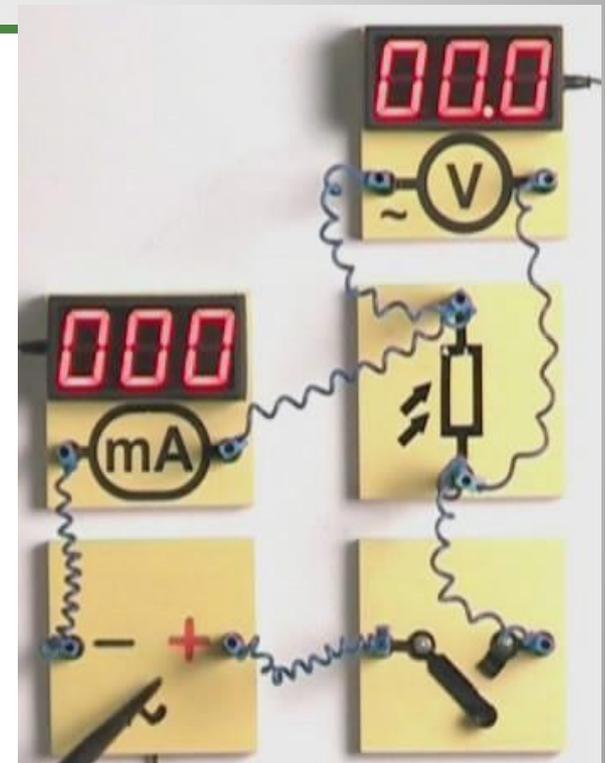
$$S_{4,1} = c_{4,1} - c_{4,3} + c_{3,3} - c_{3,2} + c_{2,2} - c_{2,1} = [-550, -170, 280].$$

$$S_{4,2} = c_{4,2} - c_{4,3} + c_{3,3} - c_{3,2} = [-500, -160, 110].$$

Наиболее перспективной является клетка (3,1).

Для нее оценка равна [-500, -250, -140].

Строим для нее цикл, помечая клетки цикла знаками "плюс" и "минус".



Компания	Программное обеспечение				Остав. запасы
	Программы для сложных вычислений	Антивирусные программы	Программы для опытов по физике	Программы для опытов по химии	
1	[200,300,350] 31	[200,230,300]	[300,340,450]	[100,160,300]	31
2	[200,270,300] - 20	[100,180,200] + 46	[150,250,300]	[200,220,300]	66
3	[150,200,210] +	[350,360,450] - 15	[200,300,410] 1	[230,350,400]	16
4	[200,230,350]	[50,150,180]	[130,250,300] 35	[150,290,300] 21	56
<i>Потреб- ность</i>	<i>51</i>	<i>61</i>	<i>36</i>	<i>21</i>	

Компания	Программное обеспечение				Остав. запасы
	Программы для сложных вычислений	Антивирусные программы	Программы для опытов по физике	Программы для опытов по химии	
1	31				31
2	5	61			66
3	15		1		16
4			35	21	56
Потребность	51	61	36	21	

Целевая функция: $F=[46388,49620,54686]$.

Значение целевой функции изменилось на $[-7710,618,8688]$ единиц по сравнению с предыдущим этапом.

Компания	Программное обеспечение				Остав. запасы
	Программы для сложных вычислений	Антивирусные программы	Программы для опытов по физике	Программы для опытов по химии	
1	10			21	31
2	25	5	36		66
3	16				16
4		56			56
Потребность	51	61	36	21	

Целевая функция: $F=[20200,34610,42540]$ или приведя к чёткому значению (дефаззификация), получаем $F=34610$.

ВЫВОД

Компания	Программное обеспечение				Остав. запасы
	B1	B2	B3	B4	
A1	10			21	31
A2			30	36	66
A3	16				16
A4	25		31		56
<i>Потребность</i>	<i>51</i>		<i>61</i>	<i>36</i>	

Компания	Программное обеспечение				Остав. запасы
	B1	B2	B3	B4	
A1	10			21	31
A2	25		5	36	66
A3	16				16
A4			56		56
<i>Потребность</i>	<i>51</i>		<i>61</i>	<i>36</i>	

**Спасибо за
внимание!**