

1. Проблема



2. Содержательная постановка

Необходимо определить процентный состав шихты для выплавки стали, нормированной по ГОСТу и обладающей минимальной стоимостью материалов.

3. Формальная постановка

Пусть x_1, x_2, x_3 - процентная доля компонентов шихты для выплавки стали.

Задача:

Ограничения нормированности по ГОСТу (условия):

$0.15x_1 + 0.15x_2 + 0.17x_3 \geq 0.16$

$0.15x_1 + 0.15x_2 + 0.17x_3 \leq 0.18$

$0.10x_1 + 0.08x_2 + 0.09x_3 \leq 0.09$

$0.7x_1 + 0.3x_2 + 0.5x_3 \leq 0.5$

$x \geq 0$

4. Алгоритм и ПО

В качестве ПО будем использовать ЯП python, с подключенными модулями:

- numpy - для работы с линейной алгеброй
- cvxpy - для работы с целочисленным линейным программированием

5. Решение задачи

Приведем решение задачи с применением выбранного алгоритма.

Импортируем библиотеки

```
In [1]: import cvxpy
import numpy as np
```

Внесем данные задачи и объявим переменную x

```
In [2]: c = np.array([[300],
                    [200],
                    [150]])

A = np.array([[0.15, 0.1, 0.7],
              [0.15, 0.08, 0.3],
              [0.17, 0.09, 0.5]]).T

b = np.array([0.16, 0.18, 0.09, 0.5])

x = cvxpy.Variable(shape=3, integer = True)
```

Запишем условия задачи оптимизации и значение, которое будем минимизировать

```
In [3]: constraints = [(A[0,:] @ x >= b[0]),
                      (A[0,:] @ x <= b[1]),
                      (A[1,:] @ x <= b[2]),
                      (A[2,:] @ x <= b[3]),
                      (sum(x) == 1),
                      (x >= 0)]

total_value = c.T @ x
```

Решим задачу минимизации и получим ответ:

```
In [4]: problem = cvxpy.Problem(cvxpy.Minimize(total_value), constraints=constraints)
print('Средняя стоимость: %s' %int(problem.solve()))
print('Доли шихт: {} : {} : {}'.format(x.value[0],x.value[1],x.value[2]))

Средняя стоимость: 150
Доли шихт: 0.0 : 0.0 : 1.0
```

6. Анализ

В ходе решения этой задачи был получен ожидаемый ответ: использовать только последний вариант.

Изначально было видно, что этот вариант самый дешевый, и при этом полностью удовлетворяет ограничениям по ГОСТу.

$$(C, x) \rightarrow \min_{x_1+x_2+x_3=1}$$