

# 1. Проблема



## 2. Содержательная постановка

Необходимо определить процентный состав шихты для выплавки стали, нормированной по ГОСТу и обладающей минимальной стоимостью материалов с учетом ограничений на количество материалов.

## 3. Формальная постановка

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

Задача:

$$(C, x) \rightarrow \min_{x_1+x_2+x_3=200}$$

Ограничения нормированности по ГОСТу (условия):

$$0.15x_1 + 0.15x_2 + 0.17x_3 \geq 0.16 \times 200$$

$$0.15x_1 + 0.15x_2 + 0.17x_3 \leq 0.18 \times 200$$

$$0.10x_1 + 0.08x_2 + 0.09x_3 \leq 0.09 \times 200$$

$$0.7x_1 + 0.3x_2 + 0.5x_3 \leq 0.5 \times 200$$

$$x \geq 0$$

Ограничения на количество материалов:

$$x_1 \leq 150$$

$$x_2 \leq 100$$

$$x_3 \leq 75$$

## 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 [105]: 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]) * 200

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

Запишем условия задачи оптимизации и значение, которое будем минимизировать

```
In [123]: constraints = [(A[0,:] @ x >= b[0]),
                        (A[0,:] @ x <= b[1]),
                        (A[1,:] @ x <= b[2]),
                        (A[2,:] @ x <= b[3]),
                        (sum(x) == 200),
                        (x >= 0),
                        (x[0] <= 150),
                        (x[1] <= 100),
                        (x[2] <= 75)]

total_value = c.T @ x
```

Решим задачу минимизации и получим ответ:

```
In [131]: problem = cvxpy.Problem(cvxpy.Minimize(total_value), constraints=constraints)
print('Стоимость: %s' %problem.solve())
try:
    print('Доли материалов: {} : {} : {}'.format(x.value[0], x.value[1], x.value[2]))
except TypeError:
    print('В рамках данных условий задача не решается')
```

Стоимость: inf  
В рамках данных условий задача не решается

## 6. Анализ

В ходе решения этой задачи был получен ожидаемый ответ: нет решения.

Изначально было видно, что решения, подходящего нашим условиям нет, т.к. у нас никогда не выполнится условие по процентному содержанию хрома. Необходимо либо подкорректировать состав, либо найти дополнительных поставщиков.