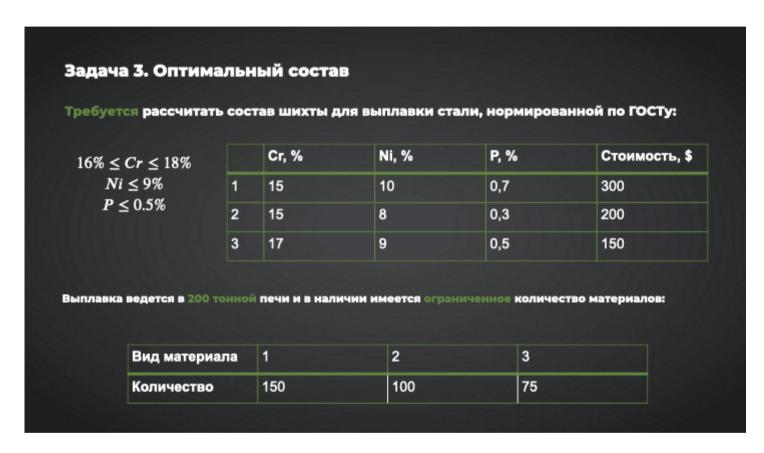
# 1. Проблема



### 2. Содержательная постановка задачи

Необходимо определить процентный состав шихты для выплавки стали, нормированной по ГОСТ'у и обладающей минимальной стоимостью материалов с учётом ограничений на кол-во материалов.

#### 3. Формальная мат. модель

 $C = c_1, c_2, c_3$  - весы (цены) компонентов шихты для выплавки стали.

 $x = x_1, x_2, x_3$  - кол-во материалов(тонн) для выплавки стали.

Целевая функция - минимальная стоимость материалов:

$$(C, x) = -\sum_{i=1}^{3} c_i x_i \to \max$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \le 200$$

$$0.15x_1 + 0.15x_2 + 0.17x_3 \ge 0.16(x_1 + x_2 + x_3)$$

$$0.15x_1 + 0.15x_2 + 0.17x_3 \le 0.18(x_1 + x_2 + x_3)$$

$$0.10x_1 + 0.08x_2 + 0.09x_3 \le 0.09(x_1 + x_2 + x_3)$$

$$0.007x_1 + 0.003x_2 + 0.005x_3 \le 0.005(x_1 + x_2 + x_3)$$

$$0 \le x_1 \le 150$$

$$0 \le x_2 \le 100$$

$$0 < x_3 < 75$$

Запишем наши условия с помощью линейной алгебры:

$$A = \begin{pmatrix} 0.15 & 0.15 & 0.17 \\ 0.1 & 0.08 & 0.09 \\ 0.007 & 0.003 & 0.005 \end{pmatrix}$$

$$\vec{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$$

$$\vec{B} = \begin{pmatrix} 0.16 \\ 0.18 \\ 0.09 \\ 0.005 \end{pmatrix}$$

# 4. Алгоритм и ПО

В качестве ПО будем использовать Python с подключенными модулями:

- numpy для работы с линейной алгеброй
- сухру для работы с линейным программированием

## 5. Решение задачи

```
In [1]: import numpy as np
         import cvxpy
In [2]: def solution(A, b, c, stock):
            x = cvxpy.Variable(shape=len(c), integer = False)
            minimum = min(stock)
             constraints = [(A[0] @ x >= b[0]*sum(x)),
                            (A[0] @ x \le b[1]*sum(x)),
                             (A[1] @ x \le b[2]*sum(x)),
                             (A[2] @ x \le b[3]*sum(x)),
                             (sum(x) <= 200),
                             (sum(x) >= minimum),
                            (x >= 0),
                            (x[0] \leftarrow stock[0]),
                            (x[1] \leftarrow stock[1]),
                            (x[2] \leftarrow stock[2])
            total value =-(c @ x)
             problem = cvxpy.Problem(cvxpy.Maximize(total value), constraints=constraints)
             print('Минимальная стоимость', -round(problem.solve(), 3))
             print('Кол-во тонн материалов', np.abs(np.round(x.value, 3)))
             #print(problem.solve())
             #print(x.value)
```

#### 6. Анализ

Проверим наш алгоритм на реальных данных:

```
In [4]: solution(A, b, c, stock)
```

```
Минимальная стоимость 11250.0 Кол-во тонн материалов [ 0. 0. 75.]
```

Как мы видим, выплавка производится только из 3 материала, т.к. только его состав подходит по ограничениям. Необходимо пересмотреть состав материалов, чтобы ограничения по ГОСТу выполнялись.