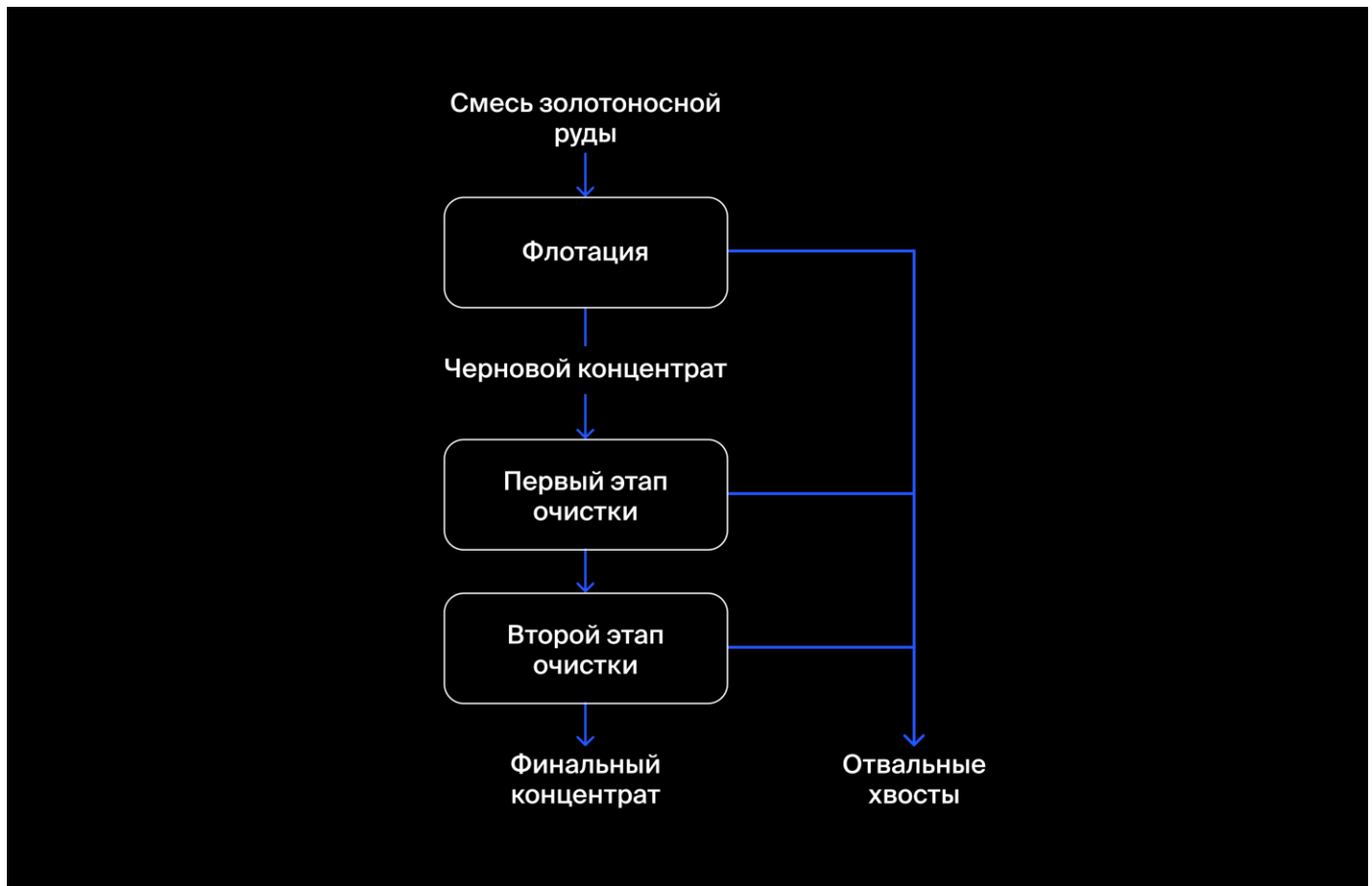


Технологический процесс

Как золото получают из руды? Изучите внимательно стадии процесса.

Когда добытая руда проходит первичную обработку, получается дроблёная смесь. Её отправляют на флотацию (обогащение) и двухэтапную очистку.



Опишем каждую стадию:

1. Флотация

Во флотационную установку подаётся смесь золотосодержащей руды. После обогащения получается черновой концентрат и «отвальные хвосты», то есть остатки продукта с низкой концентрацией ценных металлов.

На стабильность этого процесса влияет непостоянное и неоптимальное физико-химическое состояние флотационной пульпы (смеси твёрдых частиц и жидкости).

2. Очистка

Черновой концентрат проходит две очистки. На выходе получается финальный концентрат и новые отвальные хвосты.

Расчёт эффективности

Вам нужно смоделировать процесс восстановления золота из золотосодержащей руды.

Эффективность обогащения рассчитывается по формуле

$$\text{Итоговое sMAPE} = 25\% \times \text{sMAPE(rougher)} + 75\% \times \text{sMAPE(final)}$$

где:

- С — доля золота в концентрате после флотации/очистки;
- F — доля золота в сырье/концентрате до флотации/очистки;
- T — доля золота в отвальных хвостах после флотации/очистки.

Для прогноза коэффициента нужно найти долю золота в концентратах и хвостах. Причём важен не только финальный продукт, но и черновой концентрат.

Метрика качества

Для решения задачи введём новую метрику качества — *sMAPE* (англ. *Symmetric Mean Absolute Percentage Error*, «симметричное среднее абсолютное процентное отклонение»).

Она похожа на *MAE*, но выражается не в абсолютных величинах, а в относительных. Почему симметричная? Она одинаково учитывает масштаб и целевого признака, и предсказания.

Метрика *sMAPE* вычисляется так:

$$\text{sMAPE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{(|y_i| + |\hat{y}_i|) / 2} \times 100\%$$