

## Построение алгоритма градиентного бустинга

1. Загрузите выборку `golf_players.csv`. В данной задаче целевая переменная `Golf Players` – количество игроков в гольф, которое зависит от погодных условий: облачности, температуры воздуха, влажности и силы ветра в рассматриваемый день. При необходимости преобразуйте исходные признаки в числовые векторы. Постройте алгоритм градиентного бустинга, где в качестве базового алгоритма  $b_t(x)$  выступает дерево решений глубины 2 (для построения решающего дерева использовать `DecisionTreeRegressor` из `sklearn`).
2. Количество алгоритмов в композиции – 3 (кроме  $a_0$ ). Для построения используйте среднеквадратичную функцию потерь:

$$\mathcal{L}(y, a(x)) = \frac{1}{2} (y - a(x))^2.$$

3. На каждом шаге алгоритма выбирайте  $\alpha_t$  путем решения задачи одномерной оптимизации (функция `minimize` в `scipy`).
4. Как менялось качество предсказаний на каждом шаге алгоритма? Выведите график зависимости значения среднеквадратичной ошибки от номера итерации.

## Алгоритм градиентного бустинга

Инициализировать первый алгоритм:

$$a_0(x) = \arg \min_{\gamma} \sum_{i=1}^l \mathcal{L}(y_i, \gamma).$$

В случае среднеквадратичной функции потерь оптимальный  $a_0(x)$  – среднее значение  $y$ .

Для всех  $t = 1, \dots, T$ :

1. Вычислить псевдоостатки в каждой точке обучающей выборки:

$$r_{i,t} = - \left[ \frac{\partial \mathcal{L}(y_i, a(x_i))}{\partial a(x_i)} \right]_{a=a_{t-1}}$$

2. Обучить алгоритм  $b_t(x)$  на  $(x_i, r_{i,t})_{i=1, \dots, l}$

3. Найти  $\alpha_t$  путем минимизации:

$$\alpha_t = \arg \min_{\alpha} \sum_{i=1}^l \mathcal{L}(y_i, a_{t-1}(x) + \alpha b_t(x)).$$

4. Добавить алгоритм в композицию:

$$a_t(x) = a_{t-1}(x) + \alpha_t b_t(x).$$

Вернуть композицию  $a_t(x)$ .