

## Максимальное количество баллов за олимпиаду — 600

## Задание 1. Задача по геометрии

Саша нарисовал выпуклый многоугольник с помощью компьютерной программы и отправил модели ИИ запрос вычислить сумму его углов. Он получил неверный ответ  $500^\circ$ . Оказалось, что один из углов многоугольника модель учла дважды. Чему равен этот угол? Ответ выразите в градусах. Напомним, что в выпуклом многоугольнике все углы меньше  $180^\circ$ .

## Задание 2. Математика в чат-боте

Дима выбрал два натуральных числа  $a$  и  $b$  и затем отправил запрос модели ИИ найти значение выражения  $a + b \cdot 2$  (он записал это выражение на бумажке, сфотографировал и загрузил полученную фотографию). Из-за неаккуратного почерка модель распознала записанное выражение как  $a + b^2$  и в результате ответ модели оказался на 80 больше правильного. Найдите последнюю цифру числа  $a \cdot b$ .

## Задание 3. Градиентный спуск

На прямой изучают работу очень простого «искусственного интеллекта», который зависит всего от одного числа — параметра  $w$ . Для каждого целого  $w$  от 1 до 10 заранее посчитана ошибка  $E(w)$  этого ИИ на обучающих примерах:

$w$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$E(w)$	9	5	2	4	6	7	3	1	2	4

ИИ обучают с помощью следующего алгоритма изменения параметра  $w$  (аналог градиентного спуска).

1. Сначала выбирают начальное целое значение параметра  $w$  от 1 до 10.

2. Рассматривают «соседей» текущего значения  $w$ :

- слева — число  $w - 1$  (если  $w > 1$ );
- справа — число  $w + 1$  (если  $w < 10$ ).

3. Если среди существующих соседей есть такие, у которых ошибка строго меньше:  $E(w_{\text{сосед}}) < E(w)$ , то переходят к тому соседу, у которого ошибка наименьшая (среди соседей).

4. Затем снова выполняют шаг 2 и так далее, пока не окажется, что у всех существующих соседей ошибка не меньше текущей. В этот момент алгоритм останавливается; говорят, что он застрял в локальном минимуме.

Из таблицы видно, что наименьшее значение ошибки достигается при  $w = 8$ ; это глобальный минимум.

В реальных задачах часто запускают обучение много раз из разных начальных точек, чтобы увеличить шанс попасть в глобальный минимум. Будем считать, что:

- в каждом запуске начальное значение  $w$  выбирается случайно и равновероятно из чисел 1, 2, ..., 10;
- разные запуски независимы;
- запуск считается успешным, если алгоритм в итоге остановился в глобальном минимуме при  $w = 8$ .

При каком наименьшем количестве запусков вероятность того, что хотя бы один запуск окажется успешным, будет не меньше 95%?

## Задание 4. Лидер продаж в категории

Интернет-магазин агрегирует товары по категориям. Данные находятся в файле, который вы можете скачать в форматах [XLSX](#), [ODS](#) или [CSV](#).

Для каждого товара известны три значения: `category`, `score`, `label`.

- `category` — категория товара;
- `score` — оценка интереса, число из диапазона  $[0, 1]$ ;
- `label` — факт покупки: 0 или 1.

В каждой категории на витрине показываются все товары, у которых значение `score` является максимальным среди всех товаров той же категории. Для каждой категории найдите её максимальную оценку:

$\text{max\_score}(g) = \max\{\text{score} : \text{category} = g\}$ .

Выберите все строки, где `score = max_score(g)`. Если в категории несколько товаров делят максимум, выбираются все. Сколько выбранных строк имеют `label = 1`?

## Задание 5. ICPC

Ограничение по времени: 2 секунды

Ограничение по памяти: 256 мегабайт

В машинном обучении ансамбли работают лучше, когда в них есть разнообразие моделей: смешивают разные архитектуры и источники признаков, чтобы усилить общий результат. Однородные ансамбли часто переобучаются и хуже обобщают, а разнородные — устойчивее и сильнее.

Рассмотрим команды как ансамбль людей. Скоро начнётся новый сезон ICPC, а значит, известному тренеру Михаилу необходимо собрать команду, которая его выиграет! Ранее такое уже случалось, получится и в этом году. Секрет прост — нужно, чтобы в команде были и математики, и программисты. Если в команду войдут только программисты или только математики, результат хорошим не будет. Прямо сейчас у Михаила для распределения есть  $n$  математиков и  $m$  программистов.

Сколькими способами можно собрать ровно одну команду из трёх человек на ICPC?

### Формат входных данных

Первая строка содержит два целых числа  $n$  и  $m$  ( $1 \leq n, m \leq 10^5$ ) — количества математиков и информатиков соответственно.

### Формат выходных данных

Выведите одно целое число — количество способов собрать одну успешную команду из трёх человек для участия в ICPC.

### Примеры

стандартный ввод	стандартный вывод
2	9
3	

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 100 баллов

**Максимальный балл за задание — 100**

## Задание 6. Коллектив

Ограничение по времени: 2 секунды

Ограничение по памяти: 256 мегабайт

В эпоху больших данных обучение становится распределённым, а ресурсы — на вес золота. В случае распределённого обучения на разных устройствах какие-то операции возможно производить эффективно, только если необходимые модули находятся в одном кластере. В таких случаях очень важно уметь распределять вычисления для достижения наилучшего результата с данными ресурсами.

Эту идею можно продемонстрировать на взаимодействии людей. В исследовательском центре одной небезызвестной компании работает  $n$  сотрудников. Про каждого сотрудника известно, что он является выпускником вуза с номером  $b_i$ , а его личный вклад в решение сложных задач равен  $a_i$ .

Сотрудникам необходимо решить очень сложную задачу. Для большей эффективности они будут работать над задачей парами. Рассмотрим все пары различных сотрудников  $(i, j)$ , где  $1 \leq i < j \leq n$ :

- пара сотрудников  $(i, j)$  считается допустимой, если они выпускники одного и того же вуза, то есть  $b_i = b_j$ ;
- вклад допустимой пары  $(i, j)$  в решение равен  $a_i + a_j$ ;
- если  $b_i \neq b_j$ , то такая пара не является допустимой и не даёт вклада в решение.

Каждый работник может входить в несколько допустимых пар с разными коллегами. При этом каждая конкретная пара сотрудников  $(i, j)$  учитывается не более одного раза. Требуется посчитать суммарный вклад всех допустимых пар сотрудников.

### Формат входных данных

Первая строка входных данных содержит одно целое число  $n$  ( $2 \leq n \leq 10^5$ ) — количество сотрудников.

Вторая строка содержит  $n$  целых чисел  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , где  $a_i$  ( $1 \leq a_i \leq 10^6$ ) — вклад  $i$ -го сотрудника.

Третья строка содержит  $n$  целых чисел  $b_1, b_2, \dots, b_n$ , где  $b_i$  ( $1 \leq b_i \leq 10^6$ ) — номер вуза, который окончил  $i$ -й сотрудник.

### Формат выходных данных

Выведите одно целое число — суммарный вклад всех допустимых пар сотрудников.

### Замечание

В первом примере есть только один выпускник вуза 1, поэтому он не сможет образовать ни одной пары. При этом есть 3 выпускника вуза 2 и они образуют пары, которые дадут вклады  $4 + 8$ ,  $4 + 8$ ,  $4 + 4$  в решение. Суммарный вклад будет  $12 + 12 + 8 = 32$ .

## Примеры

стандартный ввод	стандартный вывод
4	32
4 8 1 4	
2 2 1 2	

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 100 баллов

**Максимальный балл за задание — 100**