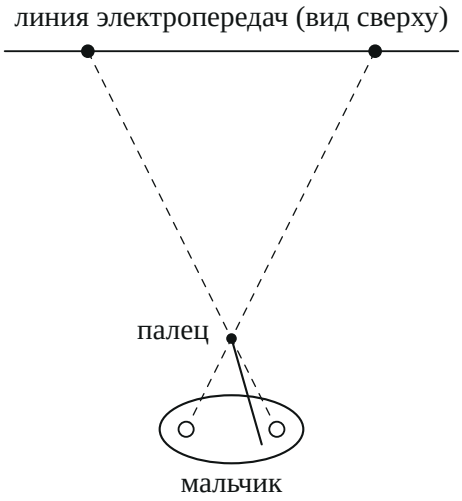
Расстояние до линии электропередач по пальцу

Задача 2. [ИОШ 2021/22, 9 класс, задача 2] На некотором расстоянии от мальчика находится линия электропередач. Мальчик заметил, что если встать лицом к линии и смотреть на поднятый вверх большой палец вытянутой руки правым глазом, то палец закрывает один столб, а если левым глазом, то соседний. Найти расстояние от мальчика до линии электропередач, если расстояние между глазами — $d = 63$ мм, длина вытянутой руки — $l = 50$ см, расстояние между столбами линии $D = 100$ м.

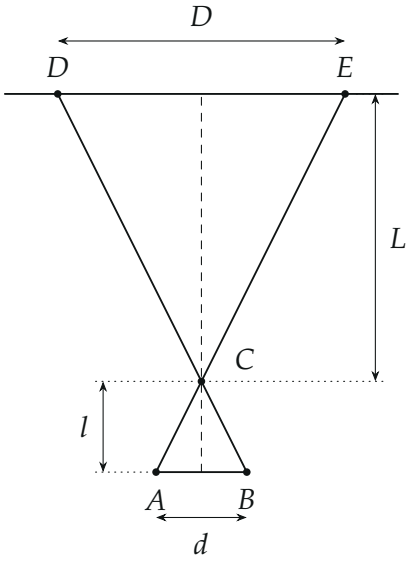


Поясняющий рисунок (вид сверху, без соблюдения масштаба): лучи от каждого глаза через палец идут к соседним столбам.

▲ **Решение.** **Что происходит.** Это задача на параллакс и подобие треугольников. Свет распространяется прямолинейно, поэтому палец закрывает столб, если глаз, палец и столб лежат на одной прямой. Два луча — от правого глаза через палец к одному столбу и от левого глаза через палец к соседнему — пересекаются в пальце и образуют два подобных треугольника: маленький «глаза — палец» и большой «палец — столбы».

Обозначения. A и B — левый и правый глаз, C — палец, D и E — соседние столбы; L — расстояние от пальца до линии, L_0 — от глаз до линии.

1. Геометрия. Мальчик стоит лицом к линии, поэтому отрезок AB между глазами параллелен линии столбов DE. Палец — на расстоянии вытянутой руки l перед глазами. Луч BC правого глаза продолжается до столба D, луч AC левого глаза — до столба E; лучи пересекаются в точке C.



Треугольники ABC и EDC подобны: основания d и D параллельны, высоты l и L.

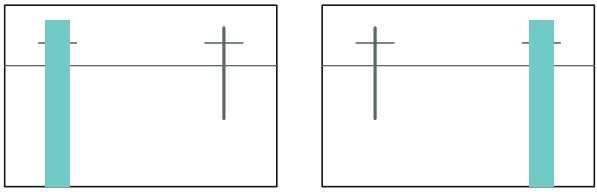
2. Подобие треугольников. Треугольники ABC и EDC подобны: углы при вершине C вертикальные, а основания $AB \parallel DE$, поэтому накрест лежащие углы при основаниях равны. В подобных треугольниках отношение оснований равно отношению высот, проведённых к ним:

$$\frac{d}{D} = \frac{l}{L} \quad \Rightarrow \quad L = \frac{lD}{d} = \frac{0{,}5 \cdot 100}{0{,}063} \approx 793{,}7 \text{ м}.$$

3. Расстояние от мальчика. От глаз до линии на длину руки больше:

$$L_0 = L + l = l\,\frac{D+d}{d} \approx 794 \text{ м}.$$

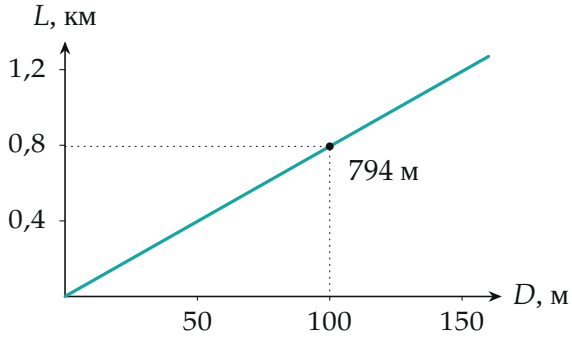
Поправка $l = 0{,}5$ м меньше точности самих данных, поэтому $L_0 \approx L \approx 0{,}79$ км.



правый глаз левый глаз

Что видит мальчик: правым глазом палец (бирюзовый) закрывает один столб, левым — соседний; палец «прыгает» на расстояние между столбами.

4. Второй способ — через углы. Палец, видимый двумя глазами, смещается на угол $\varphi = d/l = 0{,}063/0{,}5 = 0{,}126$ рад $\approx 7{,}2°$. Под таким же углом из точки пальца видны два соседних столба: $\varphi = D/L$. Отсюда $L = D/\varphi = 100/0{,}126 \approx 794$ м — то же.



Расстояние до линии растёт пропорционально расстоянию между столбами: $L_0 = l(1 + D/d)$; точка — данные задачи.

Обратите внимание. Подобие даёт расстояние от пальца, а спрашивают расстояние от мальчика; разница — длина руки, 0,5 м, она меньше

погрешности данных. У организаторов в ответе 793 м — это $lD/d = 793{,}7$ м, округлённое вниз.

Ответ. $L_0 = l\dfrac{D+d}{d} \approx \dfrac{lD}{d} \approx 794$ м.

Проверка. Размерность: $[lD/d] = \text{м}\cdot\text{м}/\text{м} = \text{м}$. Смысл: дальше линия — ближе друг к другу кажутся столбы, и палец с двух глаз перекрывает их только при большем D; $L \propto D$. Предел: $d \to 0$ (один глаз) — палец не смещается, и $L \to \infty$: определить расстояние нельзя.

Физический смысл. Глаза — два наблюдательных пункта на базе d; по смещению близкого предмета на далёком фоне (параллаксу) можно мерить расстояния, как это делают дальномеры и астрономы.

Ответ. $L_0 = l\dfrac{D+d}{d} \approx 794$ м (от пальца $lD/d \approx 793{,}7$ м).