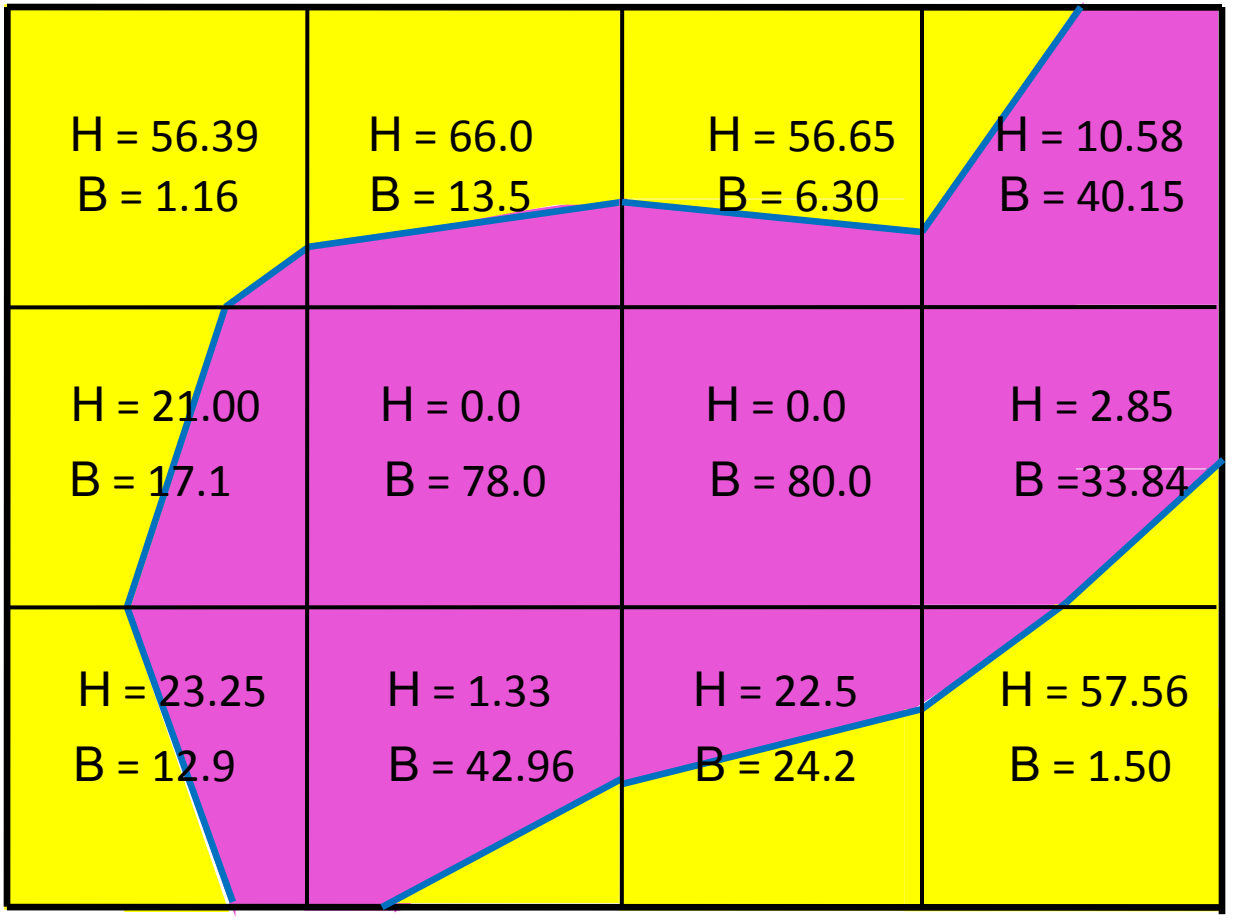
ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ЗЕМЛЯНЫХ МАСС. (20·20).

Методические указания к РГР №2

Пономаренко В.В.



Пенза 2010 г.

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА.

Одной из составных частей генерального плана строительства, является проект вертикальной планировки застроенной территории. В соответствии с этим проектом, естественный рельеф преобразуется, путем выполнения земляных работ. Преобразование естественного рельефа в проектный рельеф, называется вертикальной планировкой.

В зависимости от задач строительства, проектный рельеф может быть горизонтальным, иметь уклон в одну или в две стороны, или иметь сложную поверхность.

Проектирование площадок производится по топографическим планам 1:500 – 1:5000 масштабов, или по результатам нивелирования поверхности, при условии нулевого баланса земляных работ, т.е. примерном равенстве насыпей и выемок. Для решения этой задачи строительный участок нивелируется по сетке квадратов со стороной от 10 до 50 метров.

Данное методическое пособие составлено на основании разработок кафедры Землеустройства и Геодезии с 1980 по 2008 годы (1 ; 4).

Студенты специальностей 120301, 120302, 120303, выполняют задание по первому варианту (масштаб РГР№1 1:2000), а студенты других специальностей по варианту №2 (масштаб РГР №1 1:500).

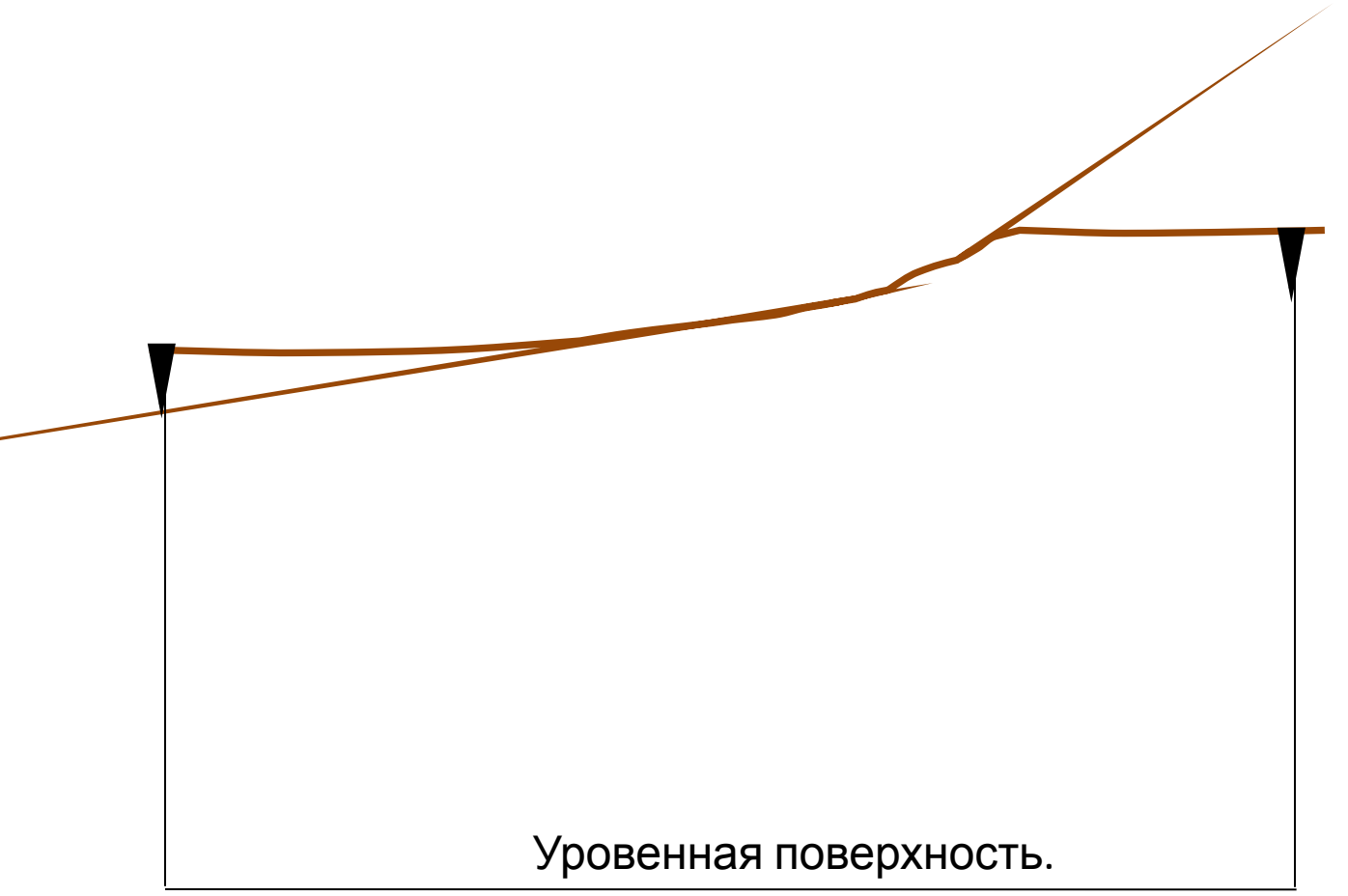
ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАКЛОННОЙ ОФОРМЛЯЮЩЕЙ ПЛОСКОСТИ С УКЛОНОВ В ДВУХ НАПРАВЛЕНИЯХ.

Вариант №1.

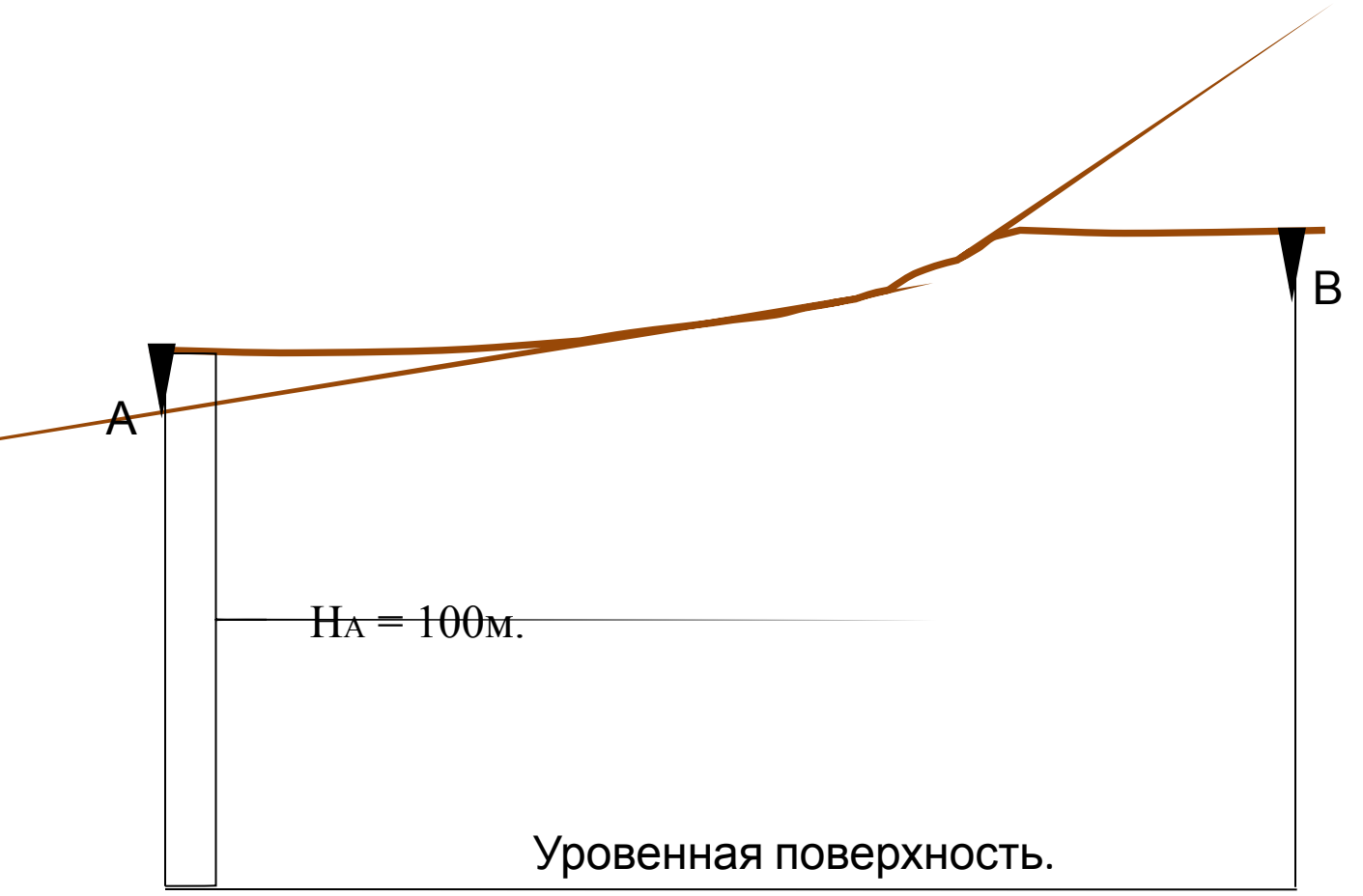
Съемку поверхности производят геометрическим нивелированием, т.е. горизонтальным лучом визирования, параллельным уровенной поверхности.

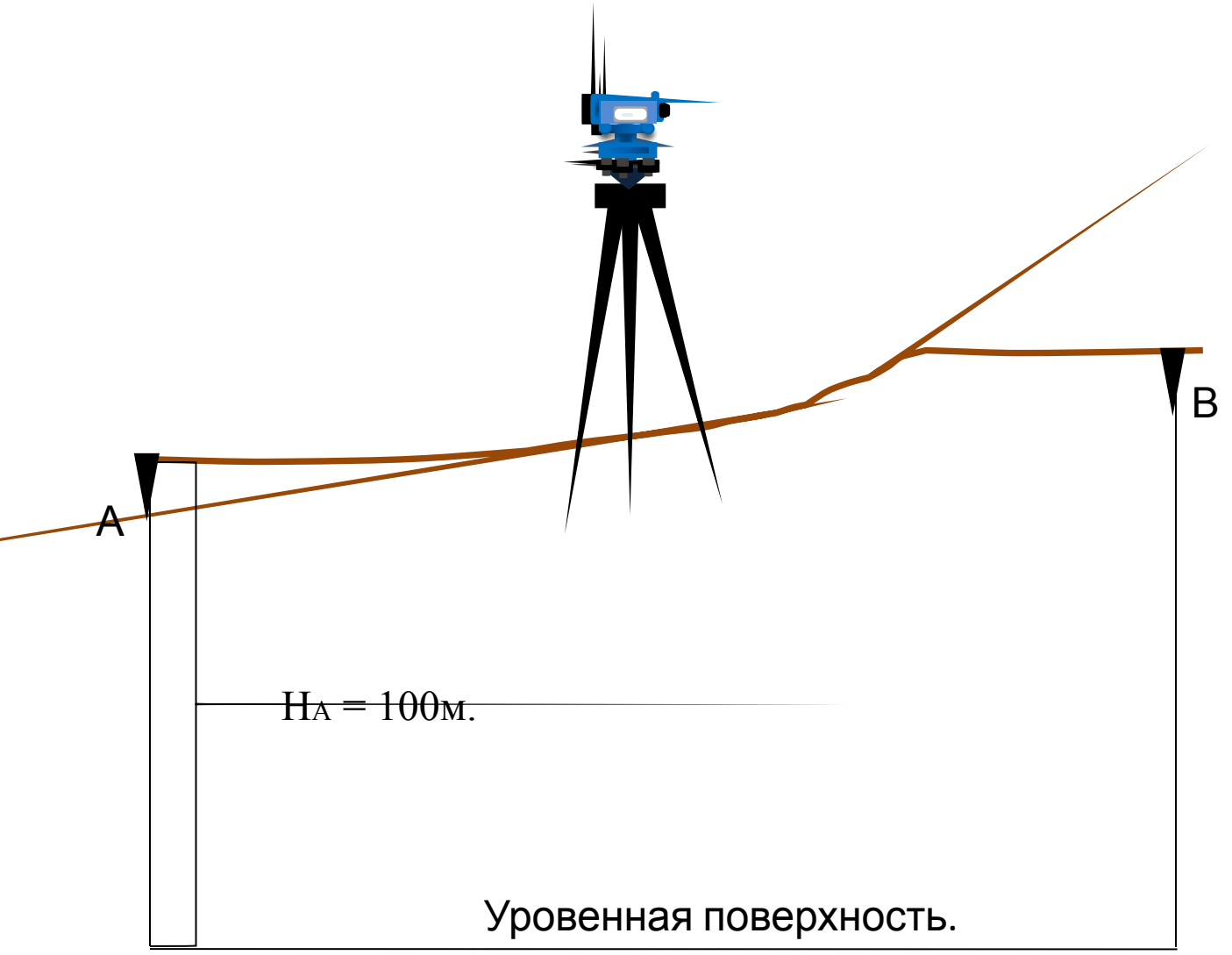
Схема геометрического нивелирования.

Наиболее точным способом геометрического нивелирования, является нивелирование из середины, так как (при равенстве расстояний до реек) при этом способе исключаются искажения связанные с рефракцией света и кривизной земли.

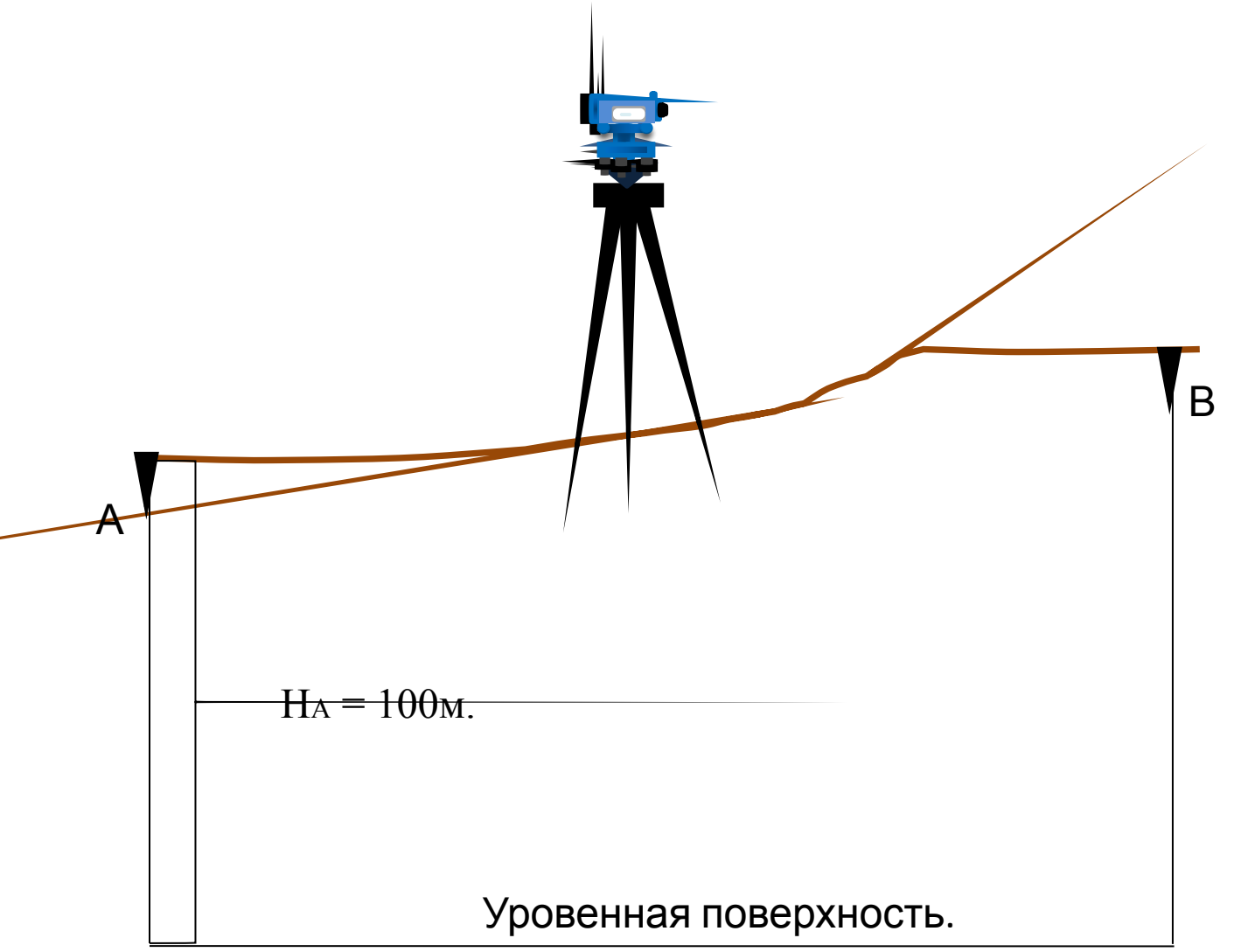


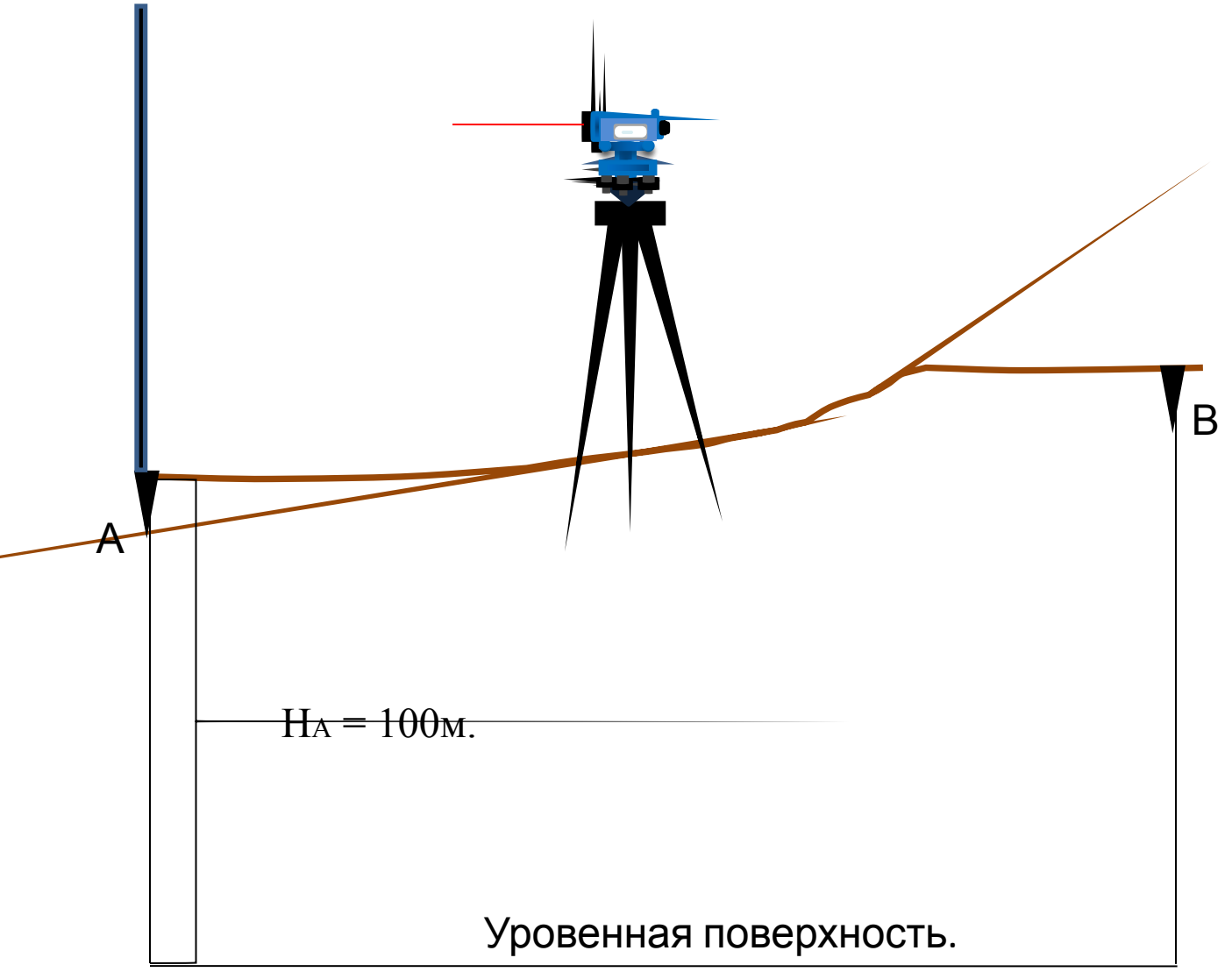
При нивелировании из середины, нивелир устанавливается примерно посередине между точками А и В, которые являются связующими в нивелирном ходу. Абсолютная отметка точки А известна. $H_A = 100$м.

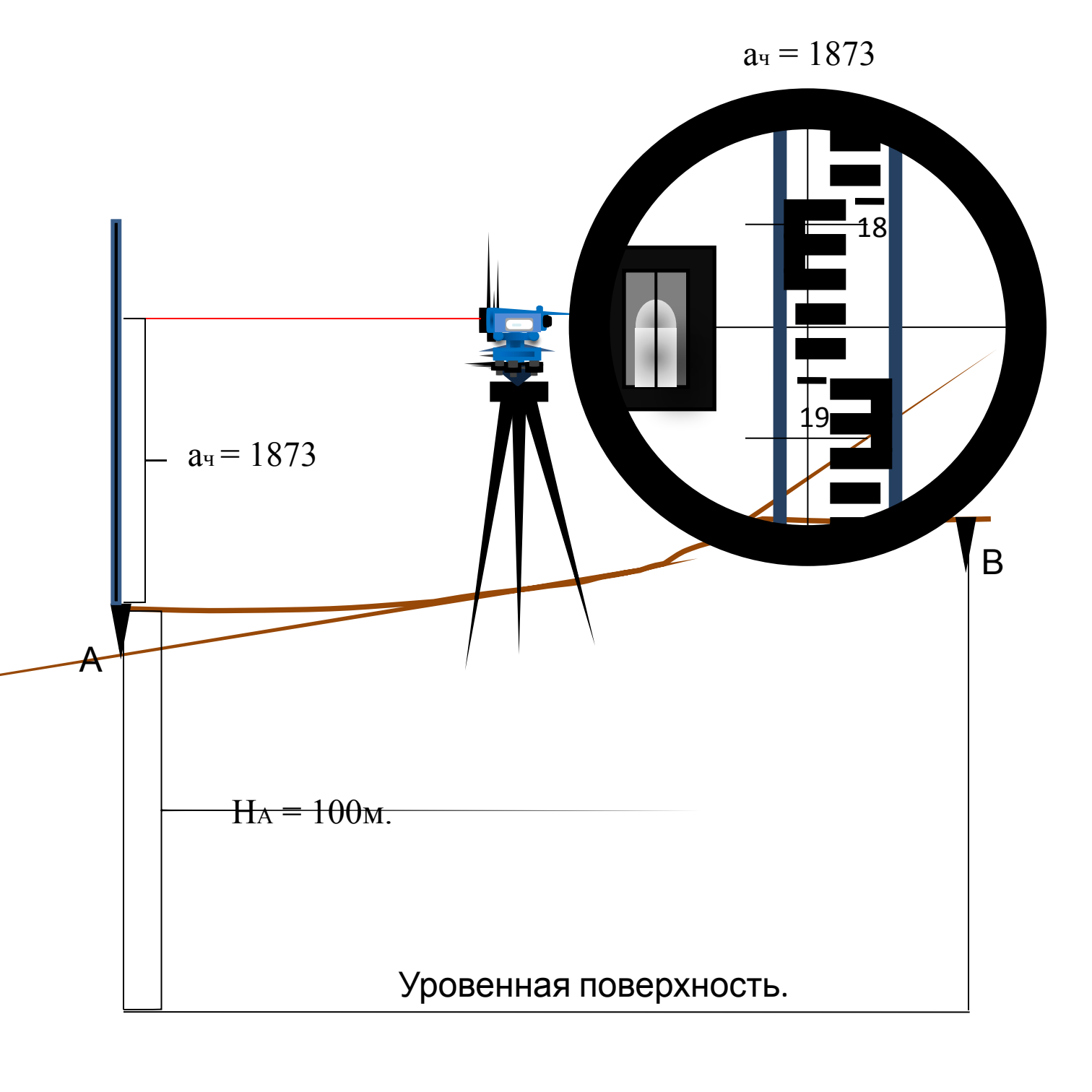



A
B
H_A = 100м.
Уровенная поверхность.

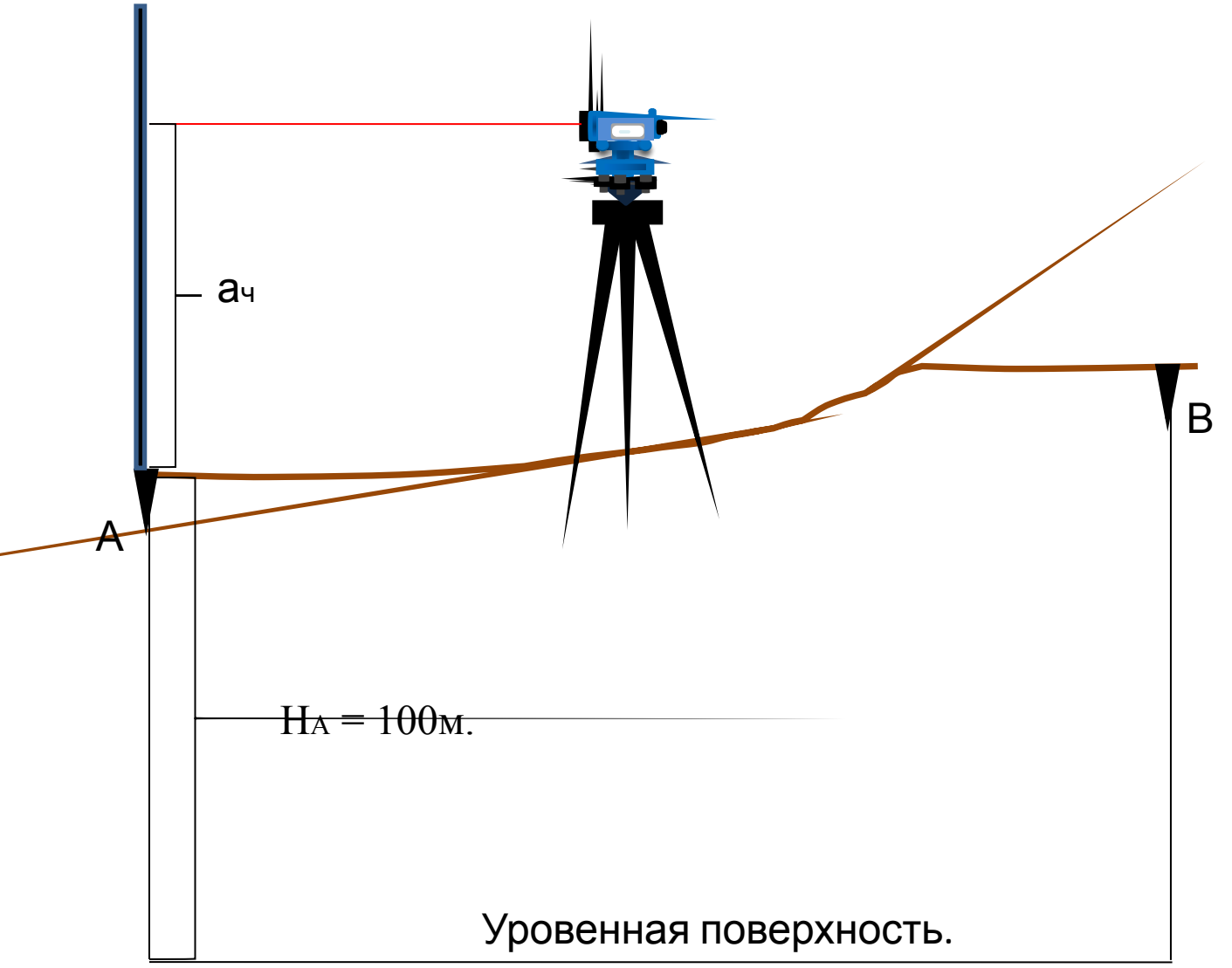
Нивелир наводится на рейку установленную на точке А (задняя) и берется отсчет по черной стороне рейки $а_{ч}$.



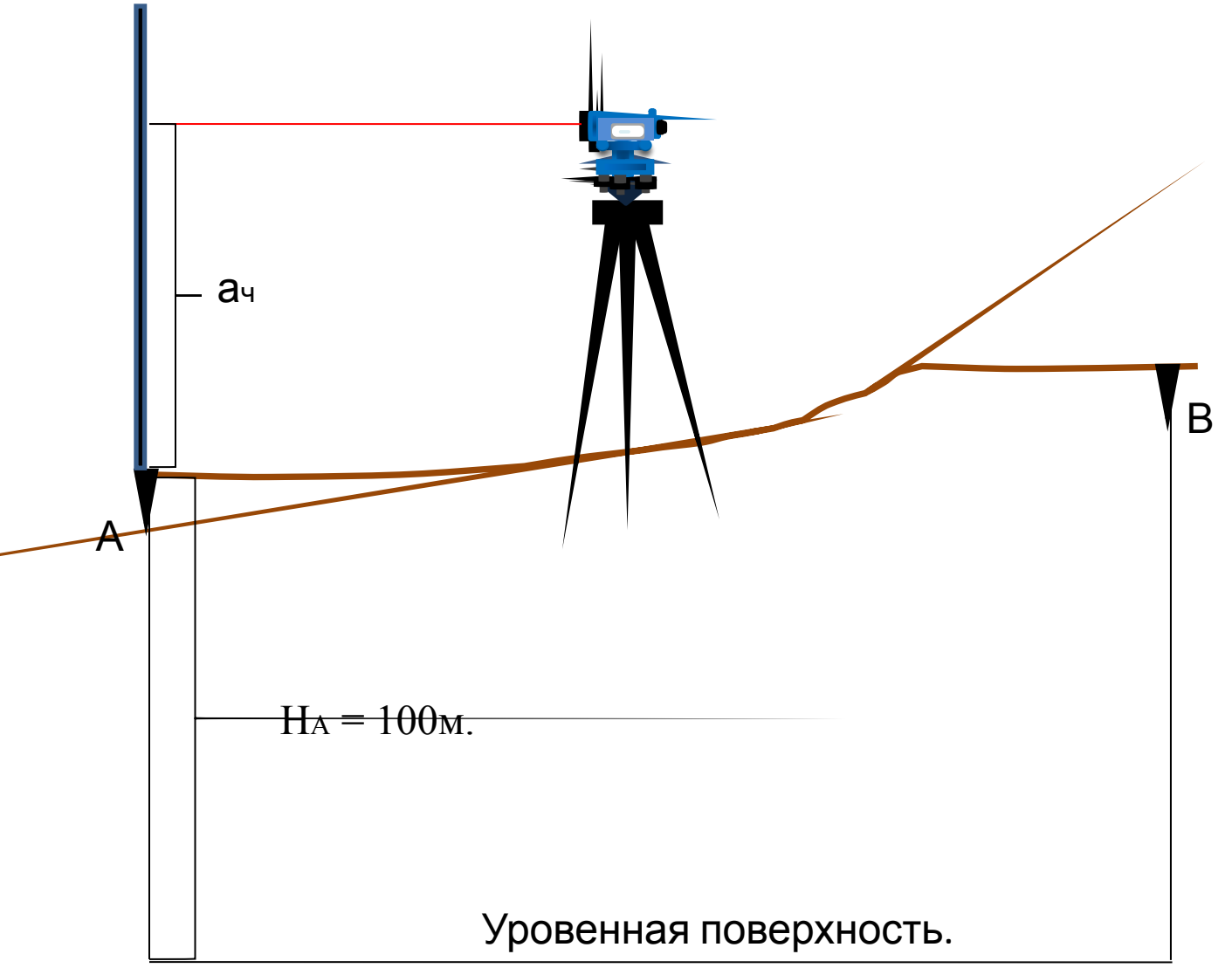

A
B
H_A = 100м.
Уровенная поверхность.

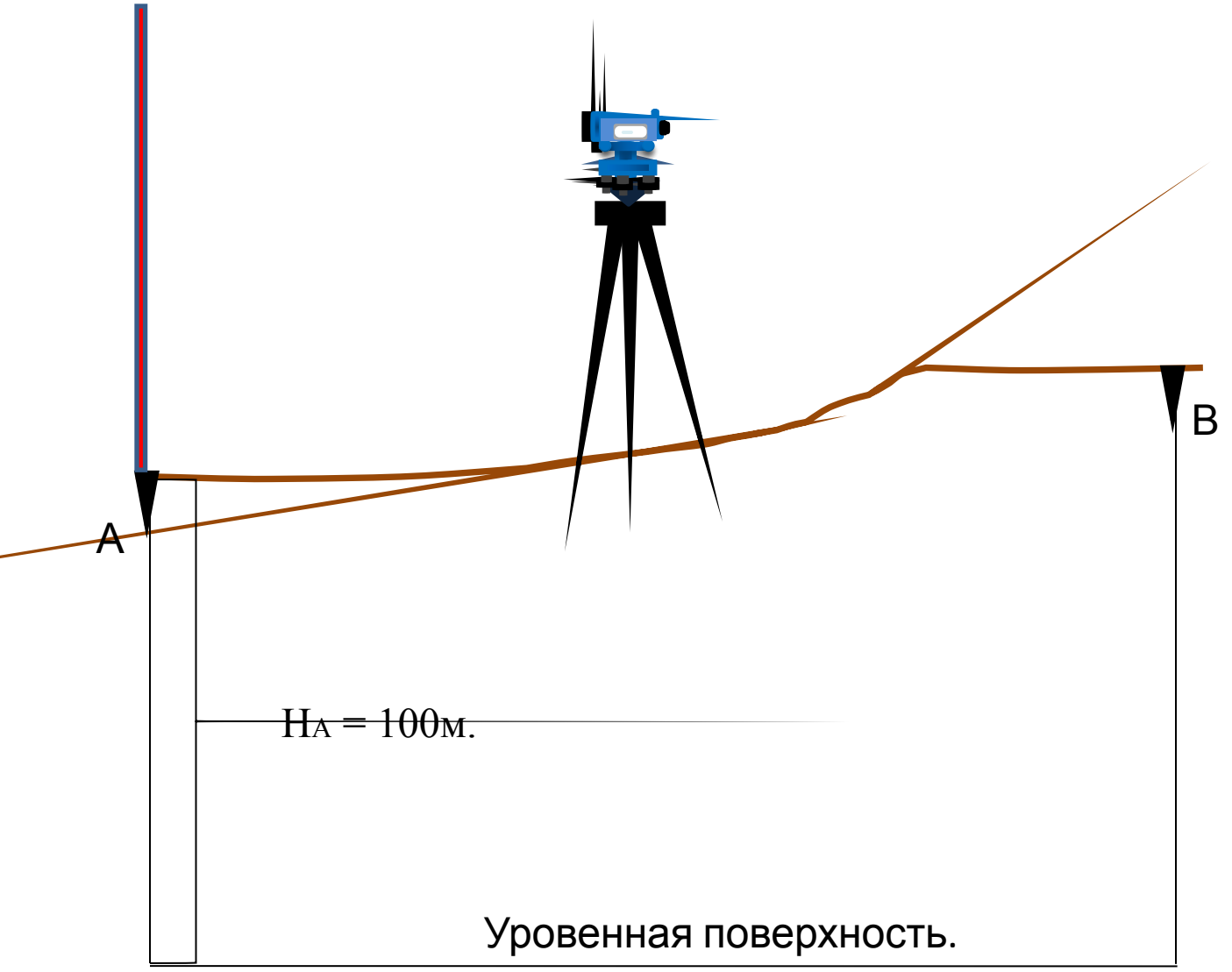

$a_ч = 1873$
18
19
$a_ч = 1873$
B
A
$H_A = 100м.$
Уровенная поверхность.

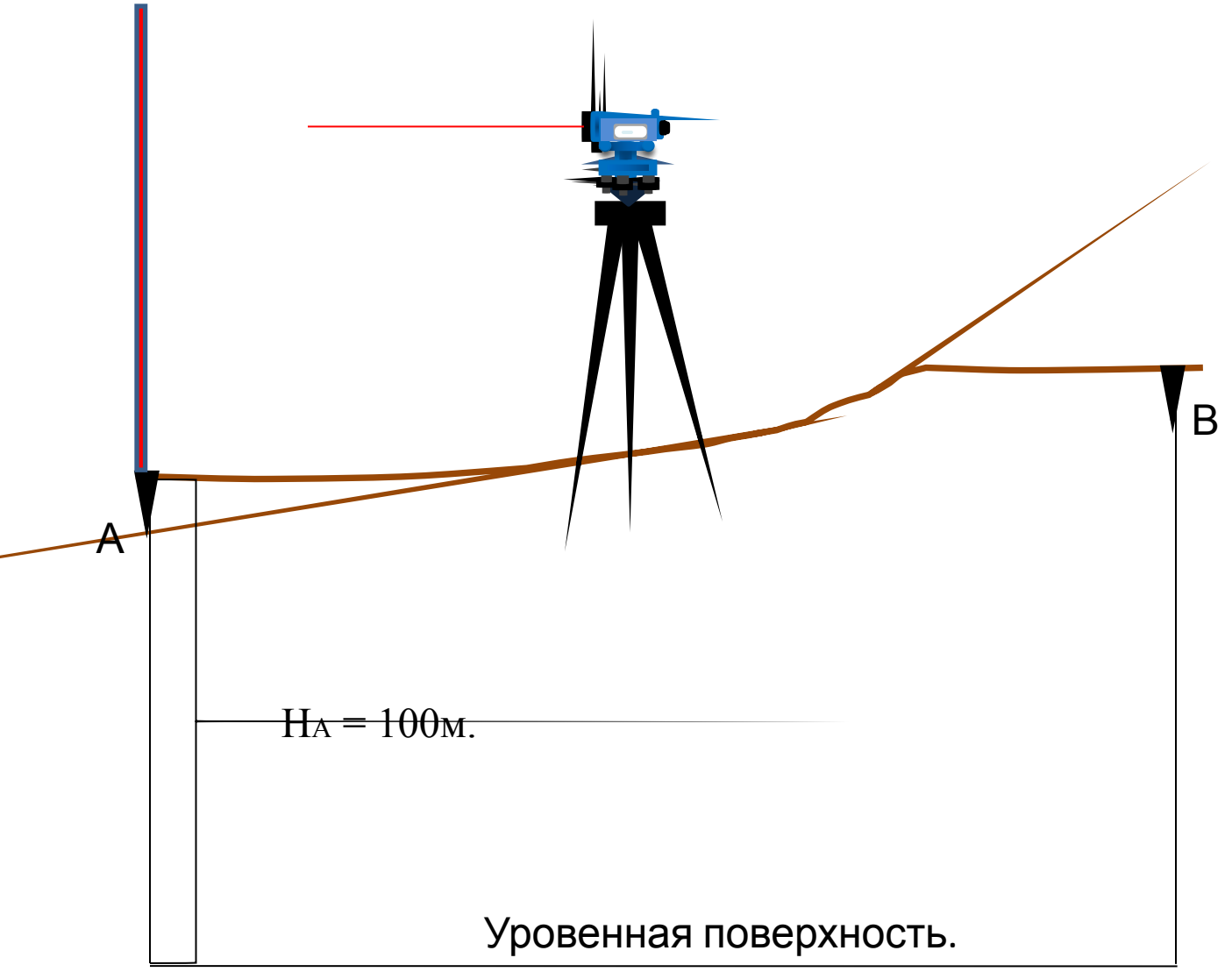
Поворачиваем рейку и берем отсчет по красной стороне.

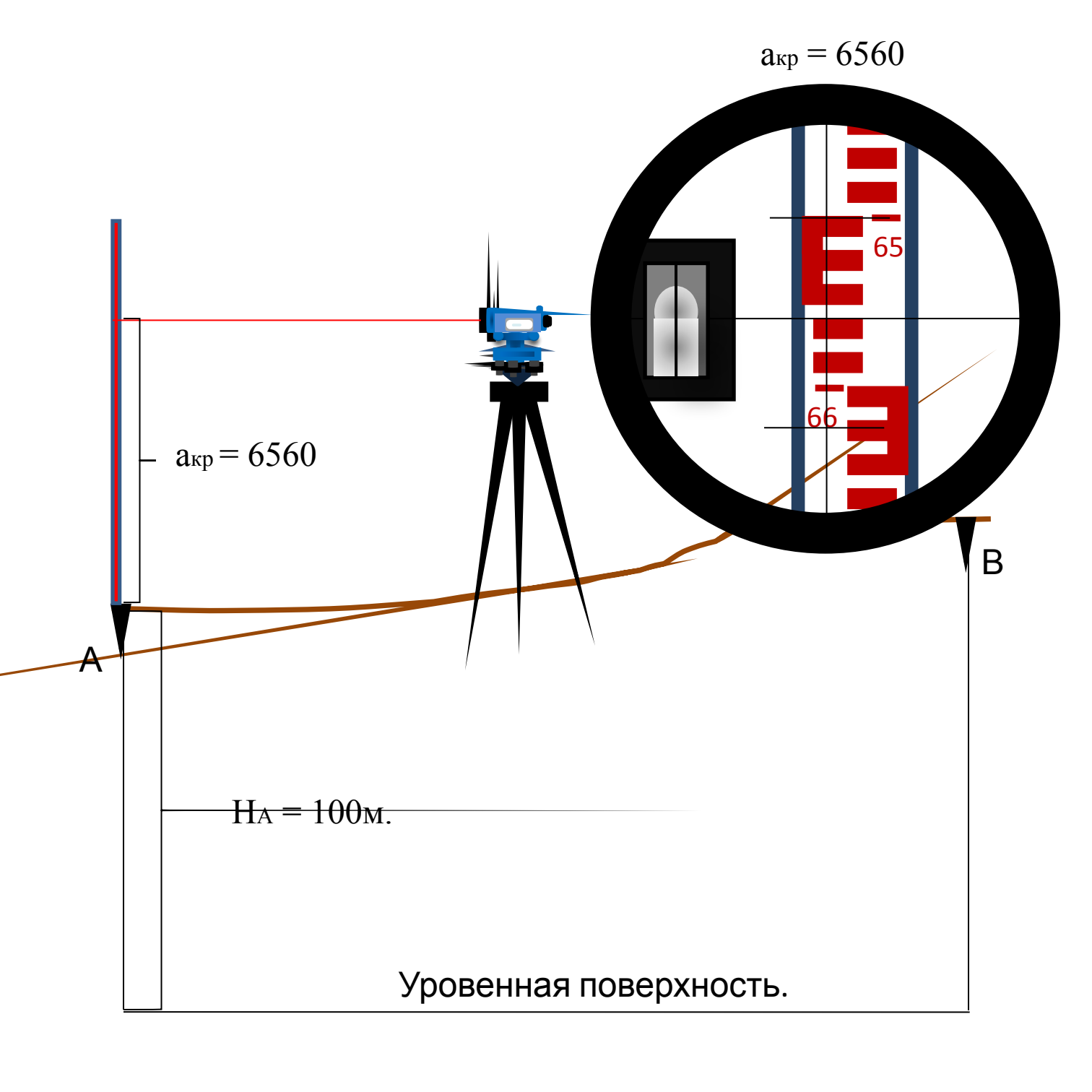


Поворачиваем рейку и берем отсчет по красной стороне.

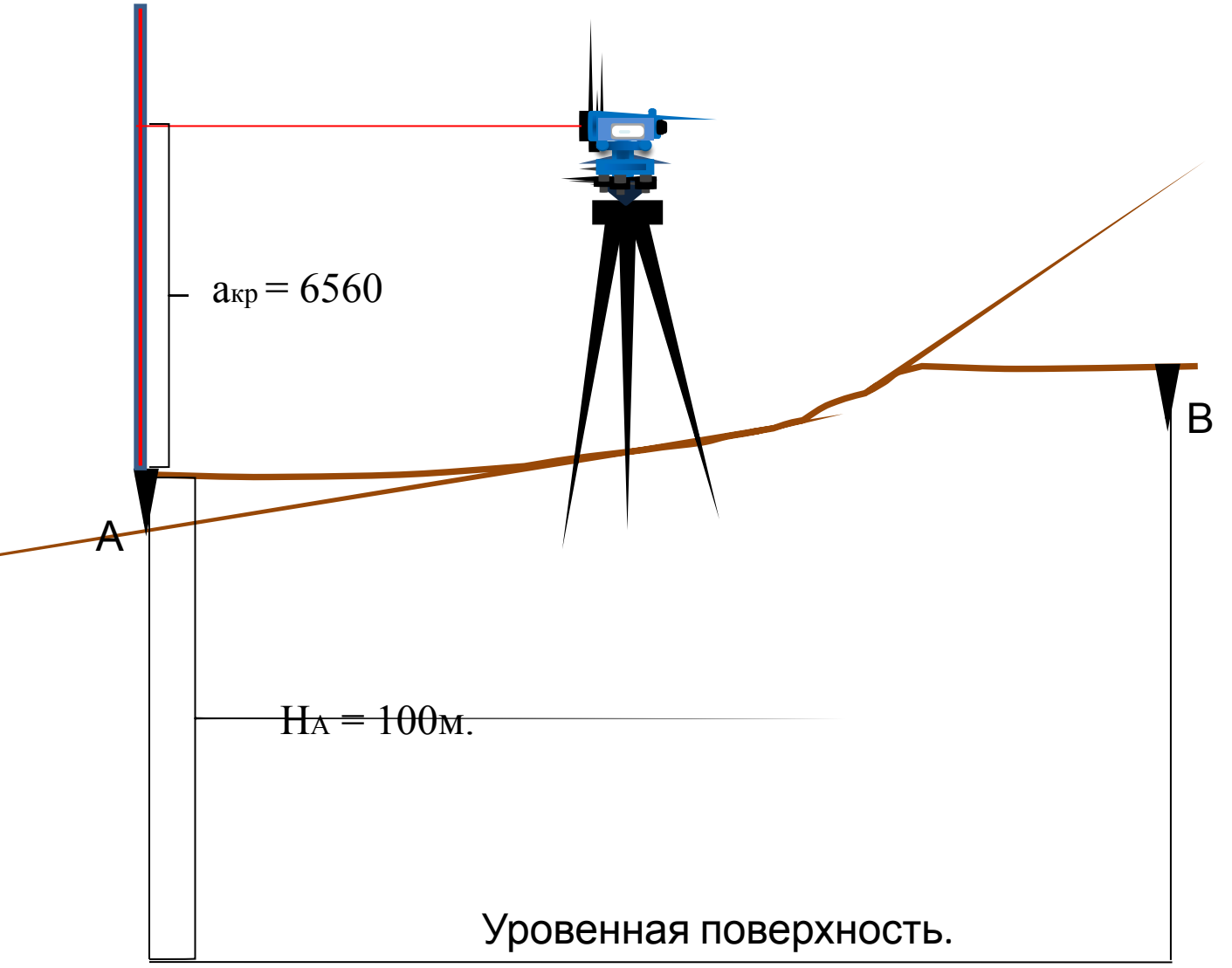


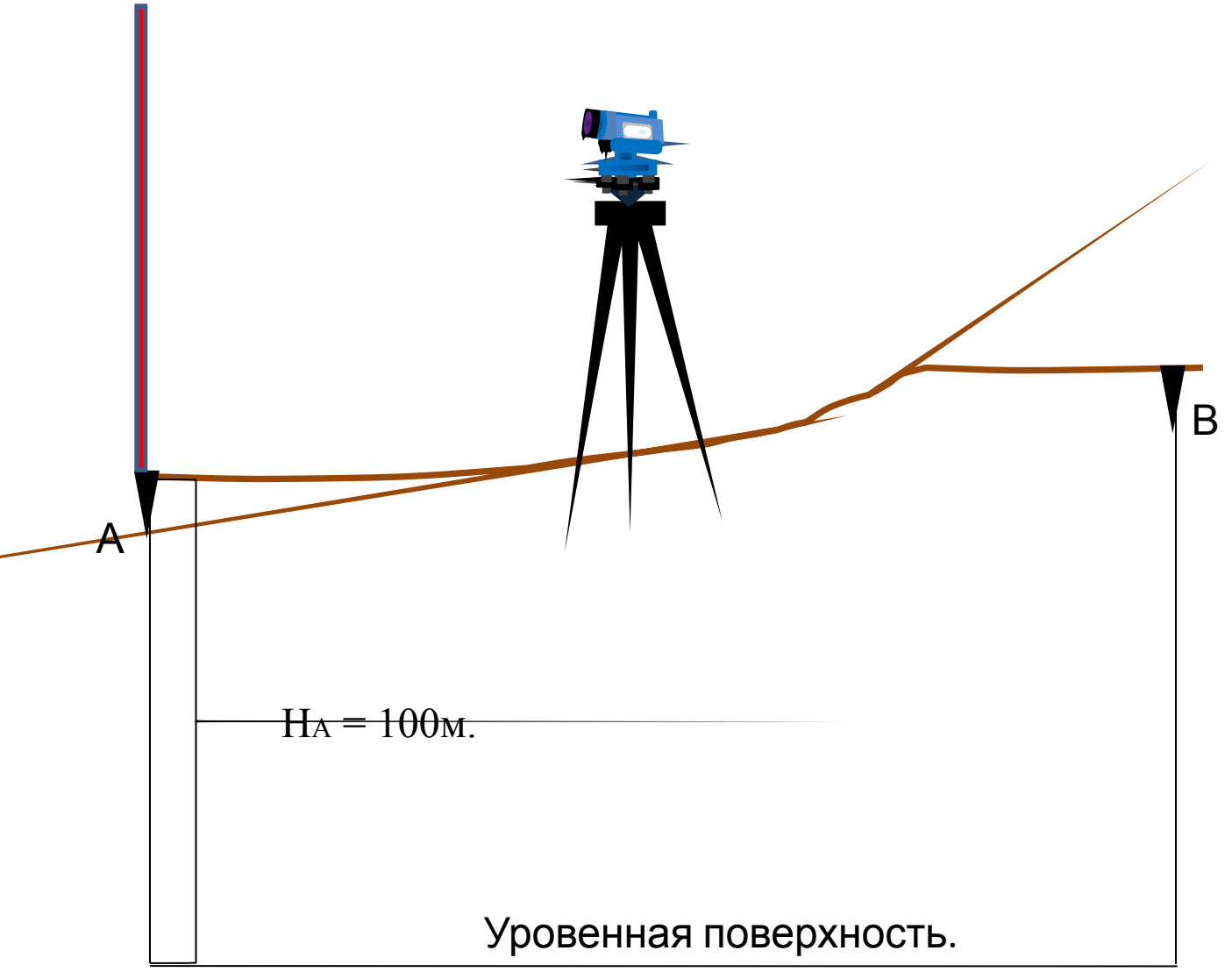

A
B
H_A = 100м.
Уровенная поверхность.

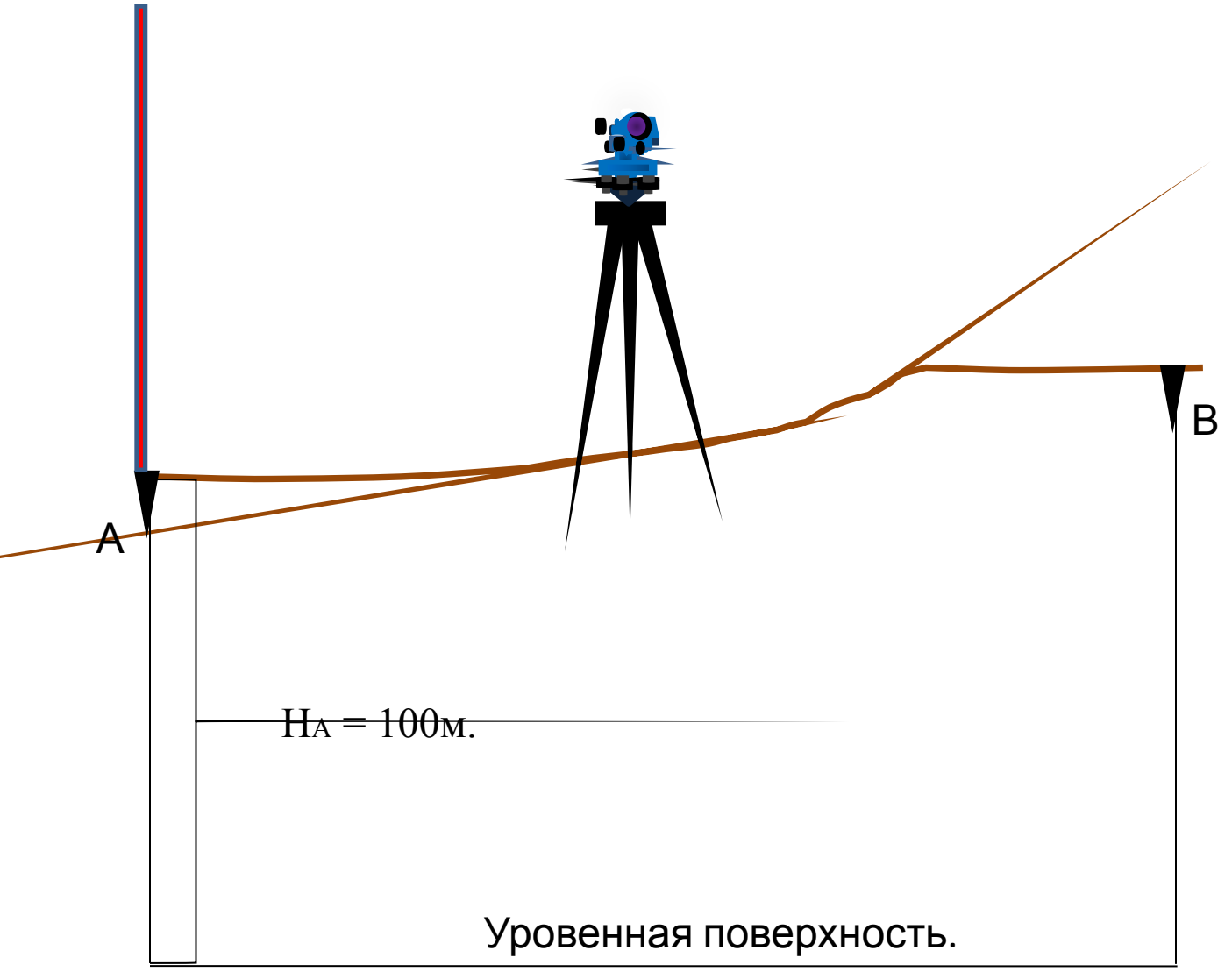

A
B
H_A = 100м.
Уровенная поверхность.

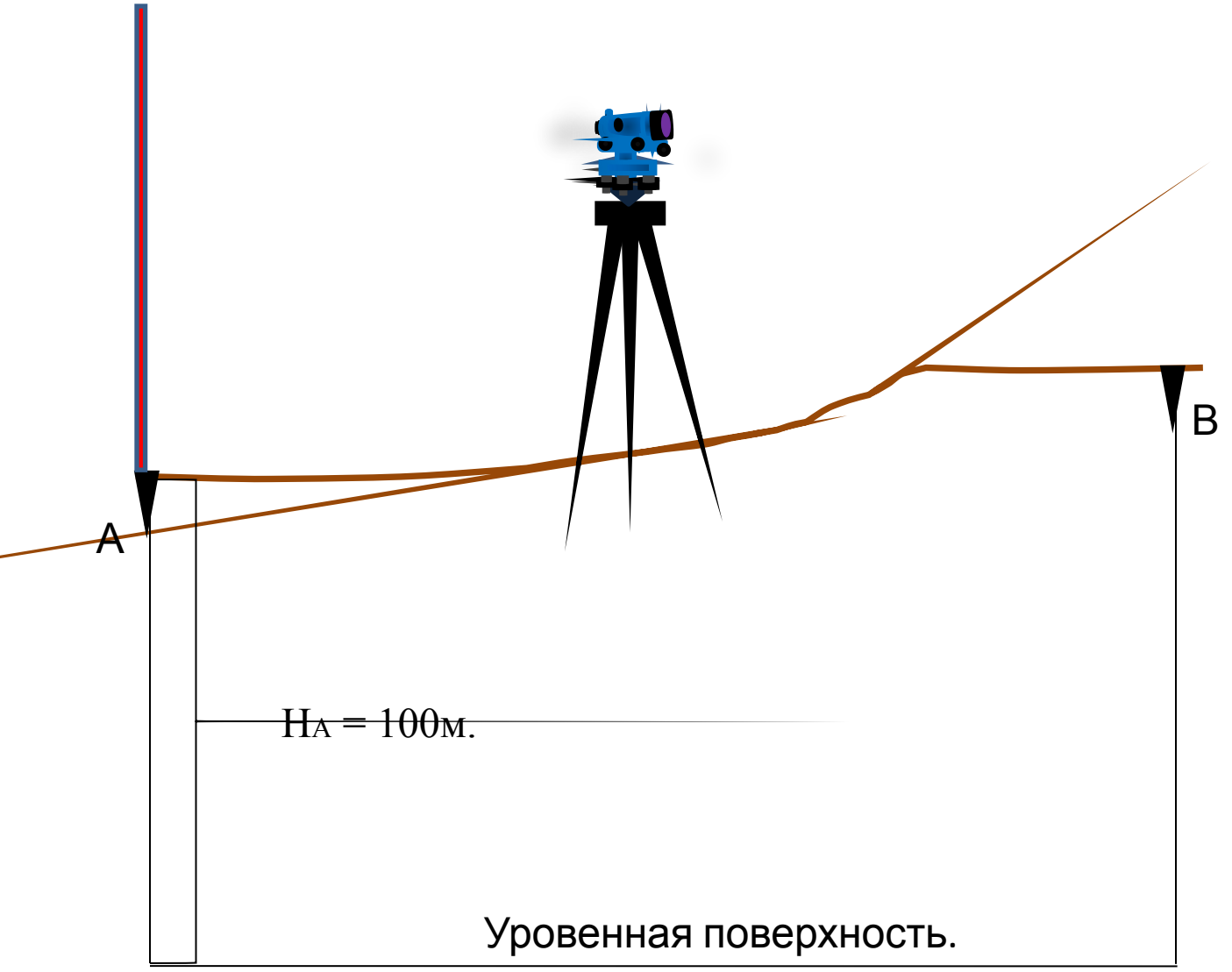

$a_{кр}$ = 6560
65
66
$a_{кр}$ = 6560
B
A
H_A = 100м.
Уровенная поверхность.

Переводим трубу нивелира на рейку установленную на точке В (передняя).

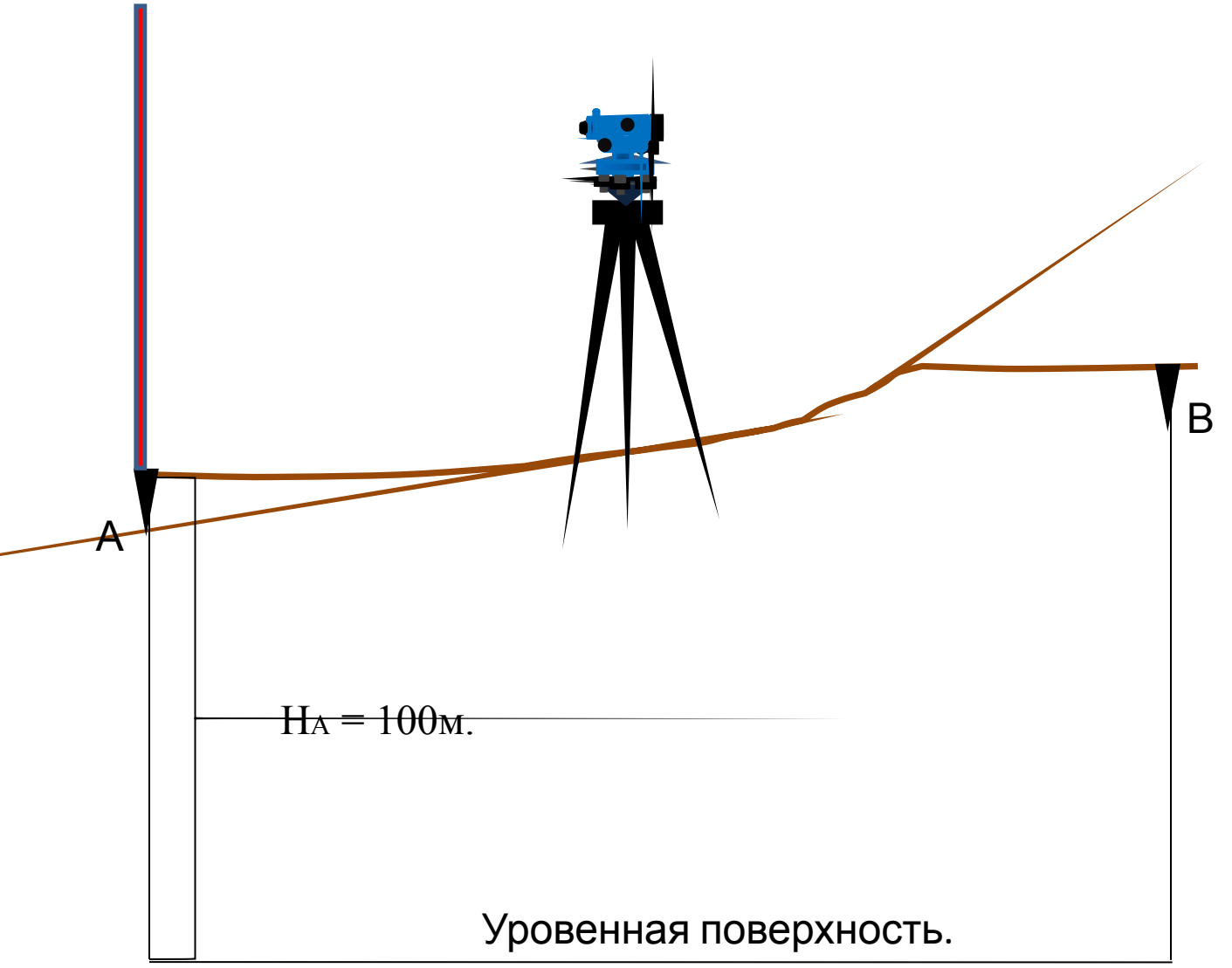


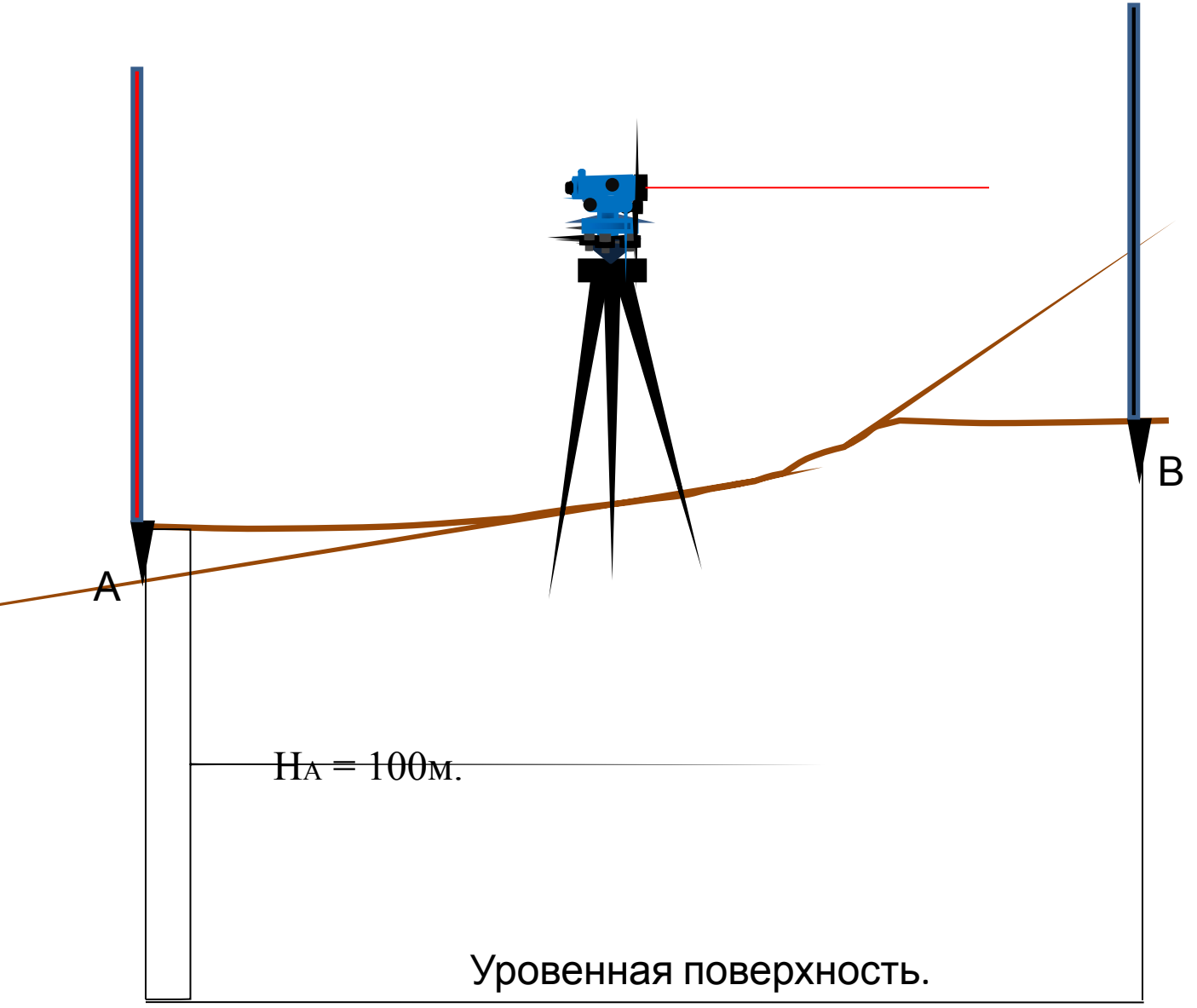

A
B
H_A = 100м.
Уровенная поверхность.

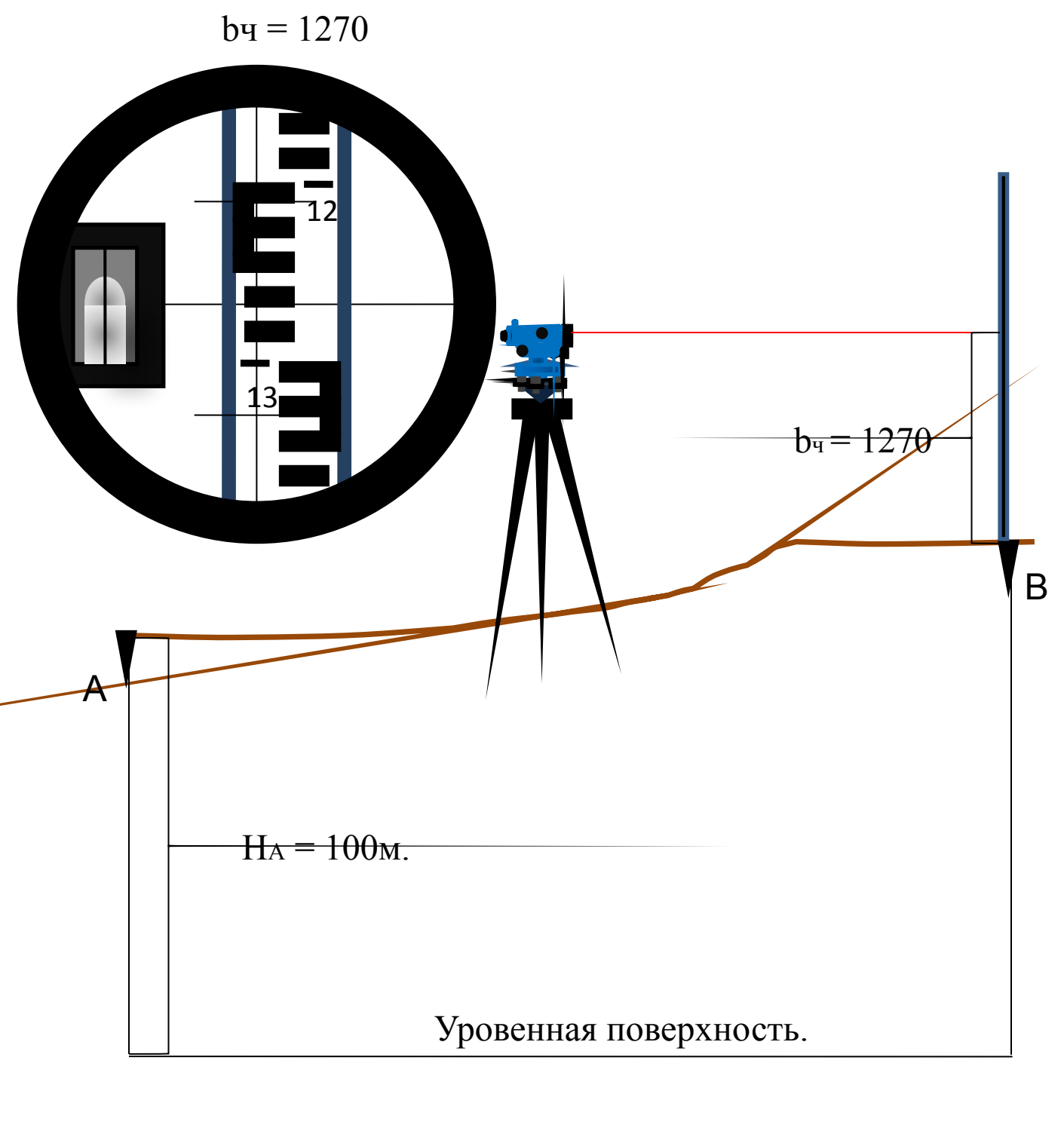

A
B
H_A = 100м.
Уровенная поверхность.


A
B
H_A = 100м.
Уровенная поверхность.

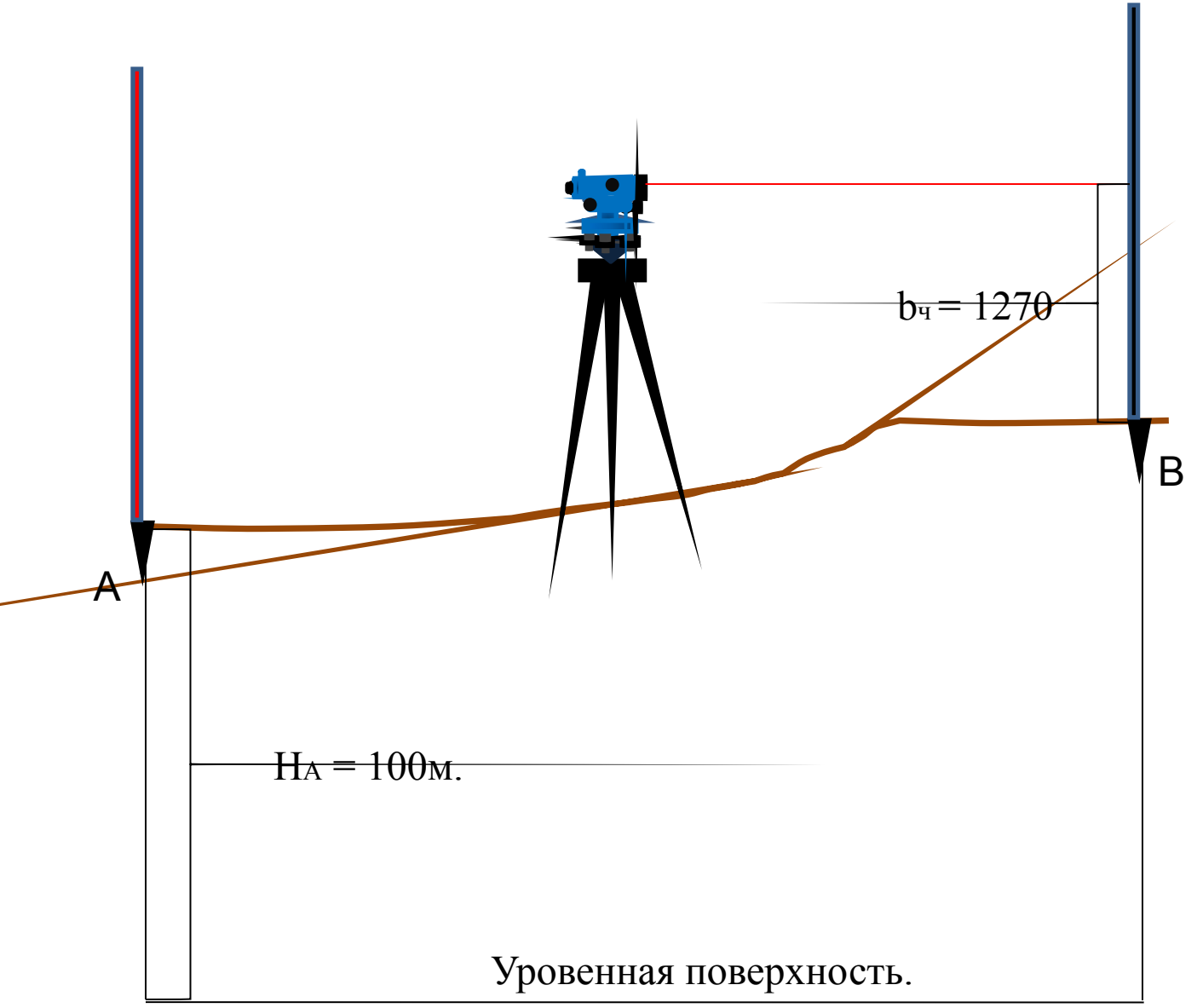
Берем отсчет по черной стороне рейки.

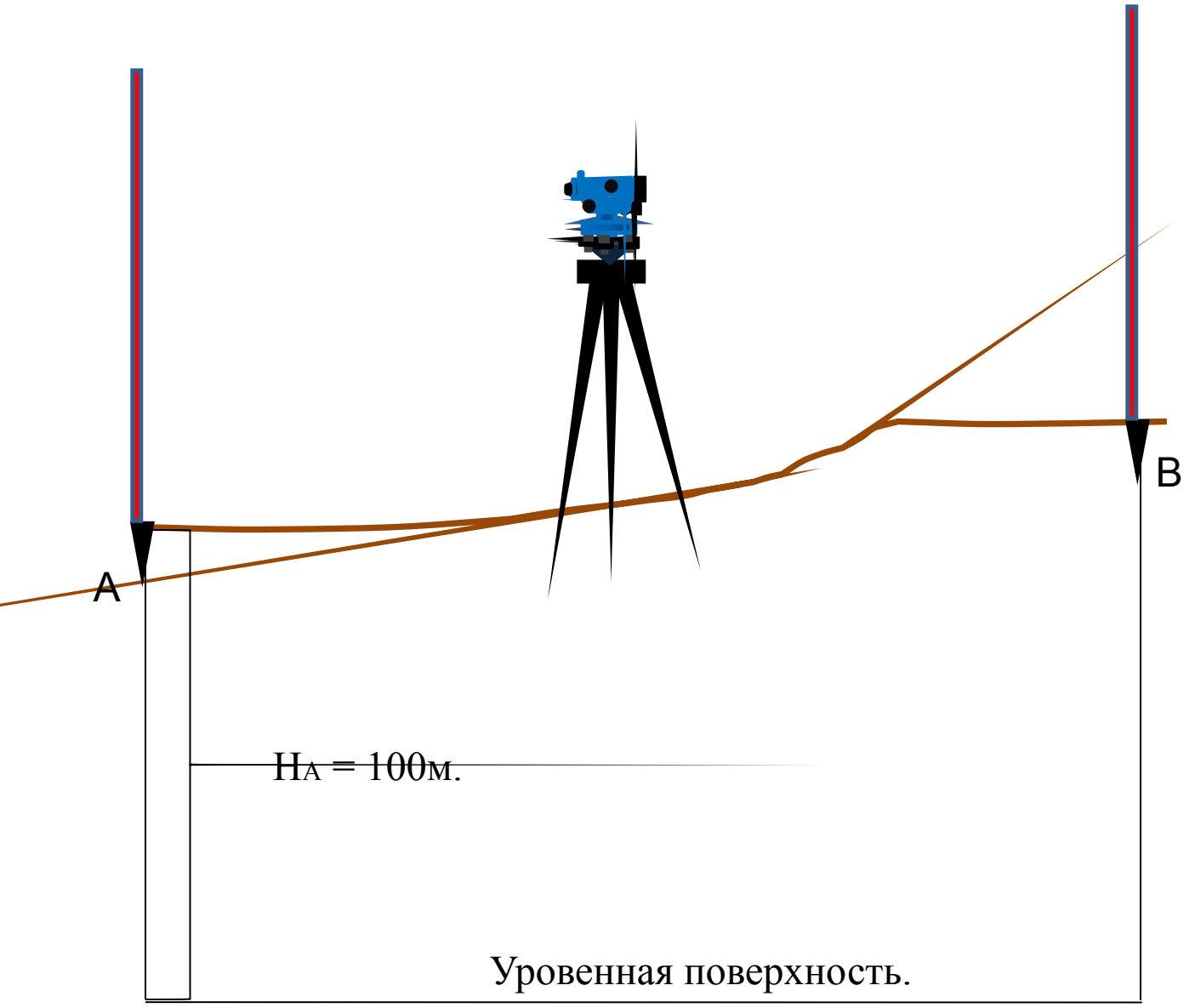


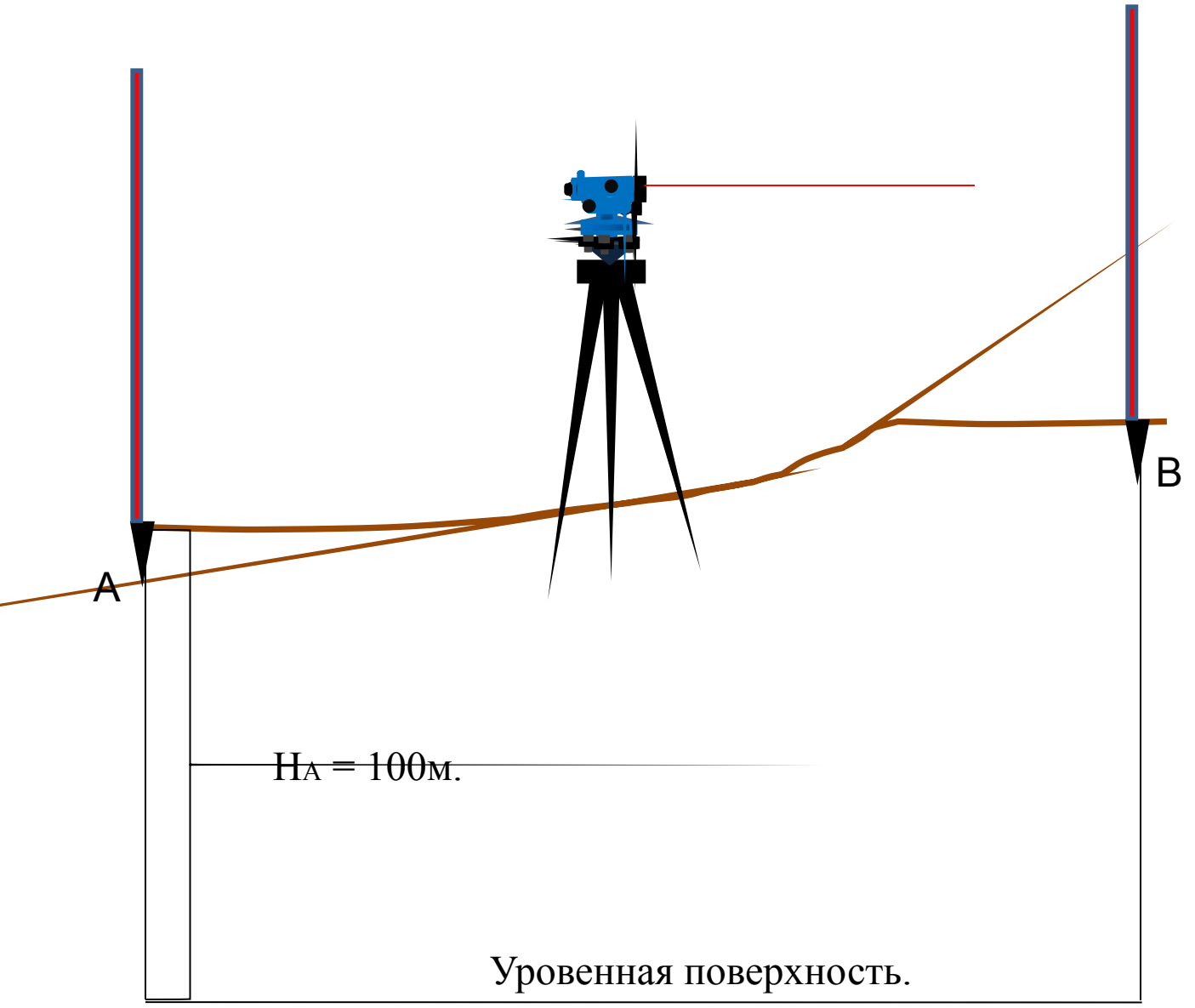

A
B
H_A = 100м.
Уровенная поверхность.

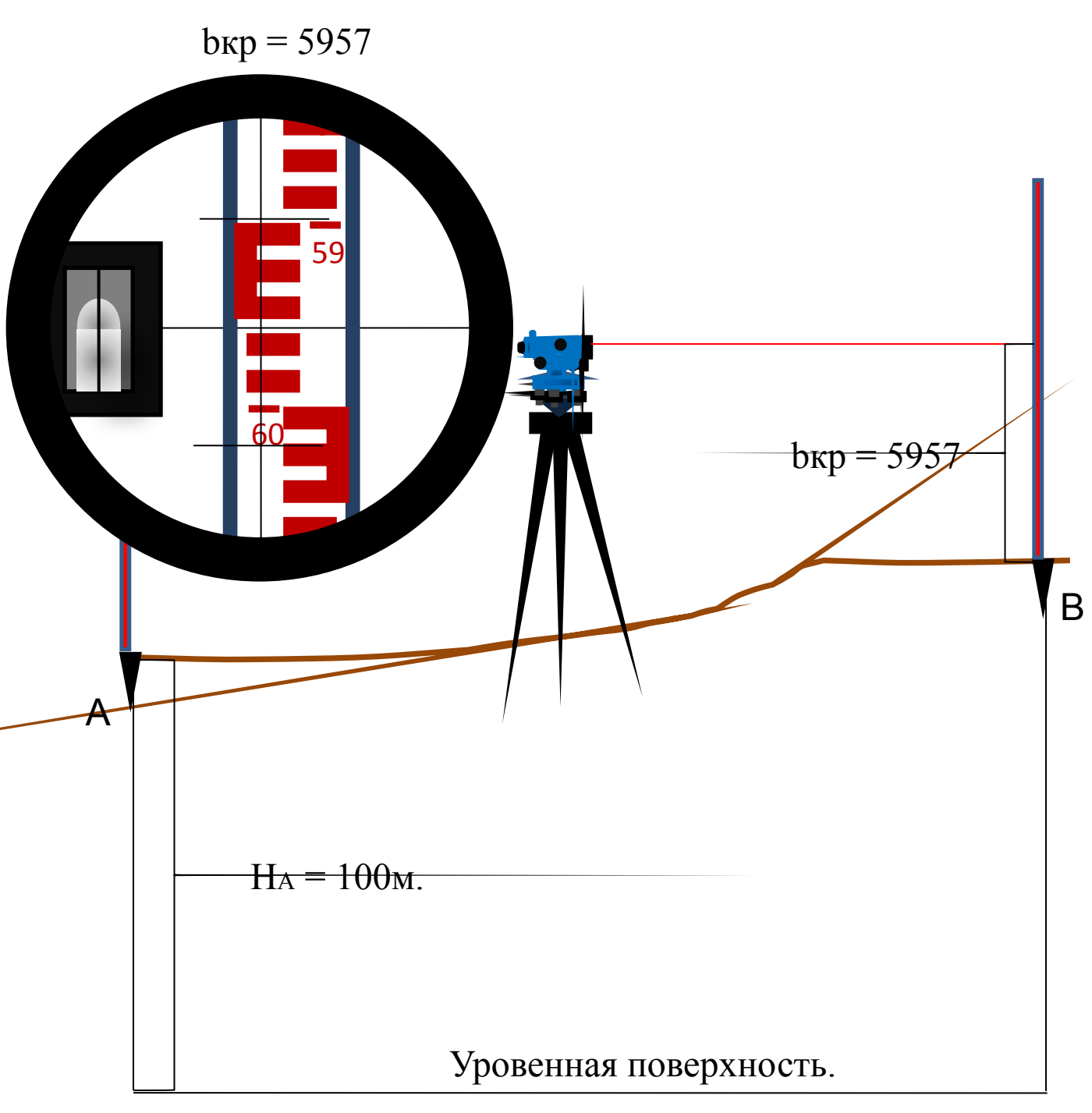

bч = 1270
12
13
bч = 1270
B
A
HA = 100м.
Уровенная поверхность.

Поворачиваем рейку и берем отсчет по красной стороне.

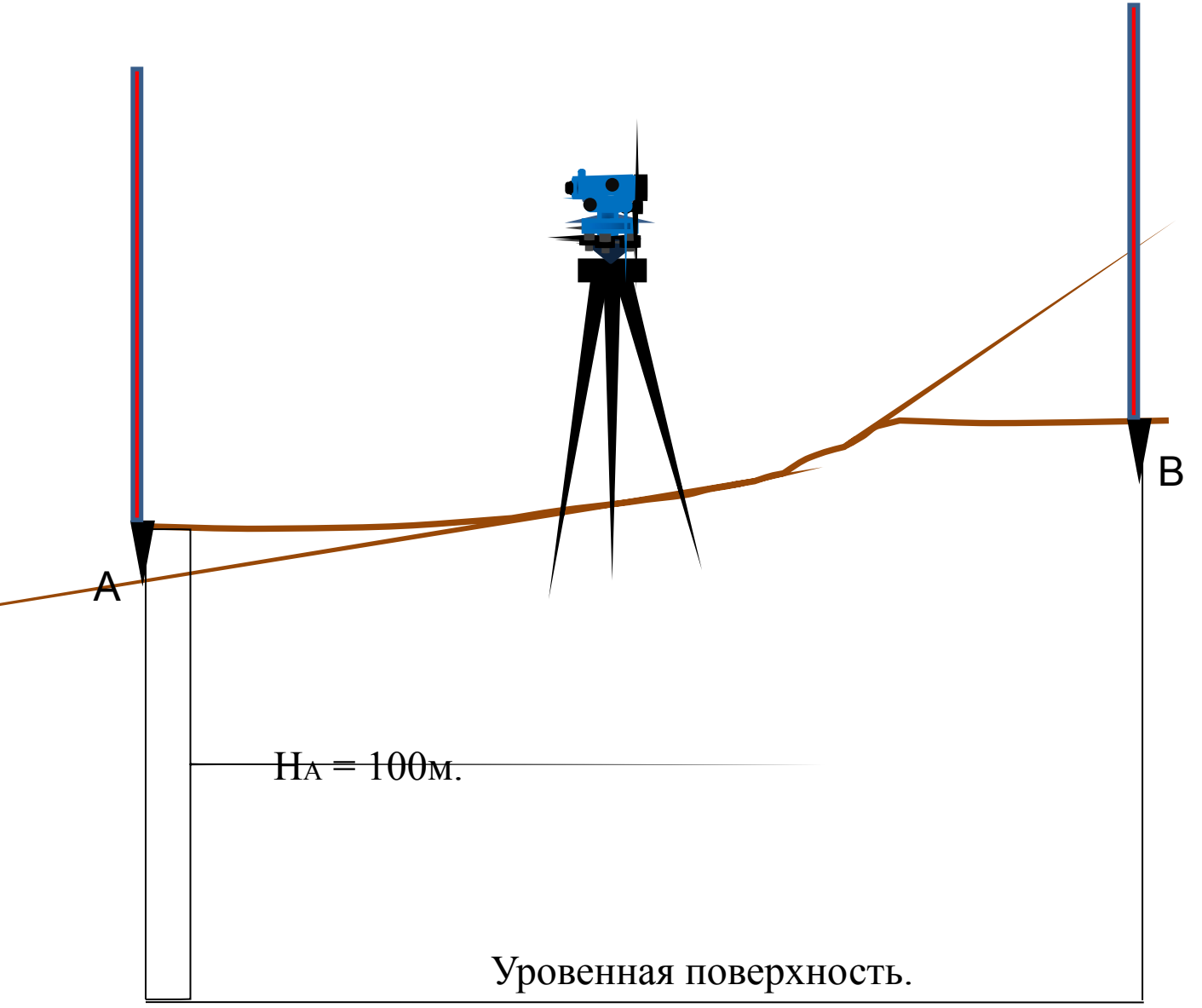



A
B
H_A = 100м.
Уровенная поверхность.


A
B
H_A = 100м.
Уровенная поверхность.

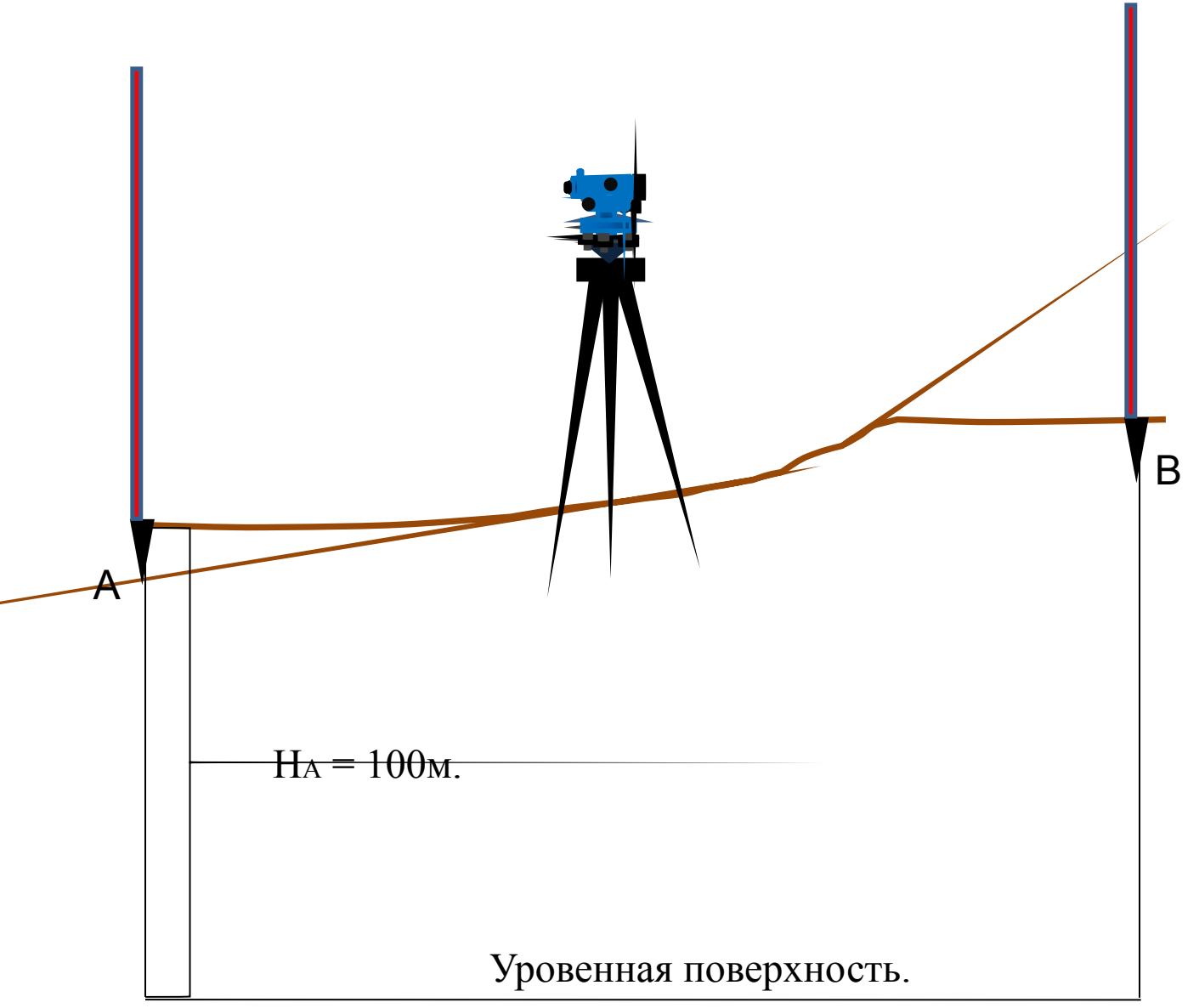

bкр = 5957
59
60
bкр = 5957
B
A
Hᴀ = 100м.
Уровенная поверхность.

Для проверки достоверности отсчетов, находим разницу между отсчетами по черной и красной сторонам реек, на каждой точке.



т.А $(a_{кр} – a_{ч}) = (6560 - 1873) = 4687$

т.В $(b_{кр} – b_{ч}) = (5957 - 1270) = 4687$ Разница отсчетов по красной и черной сторонам, между двумя рейками, не должна превышать 5 мм.

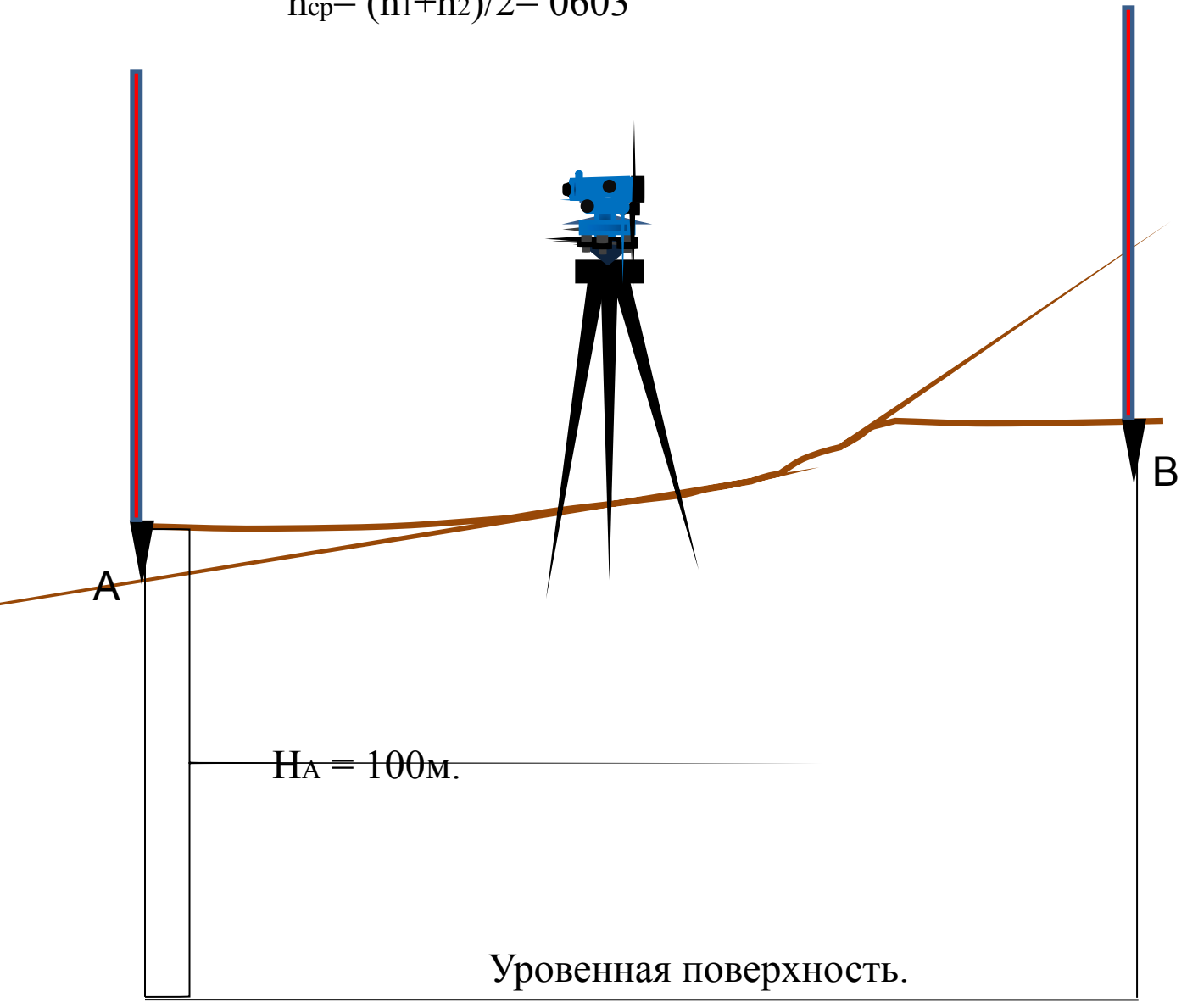


Находим превышение между точками А и В.

$h_1 = a_ч - b_ч = 1873 – 1270 = 0603$

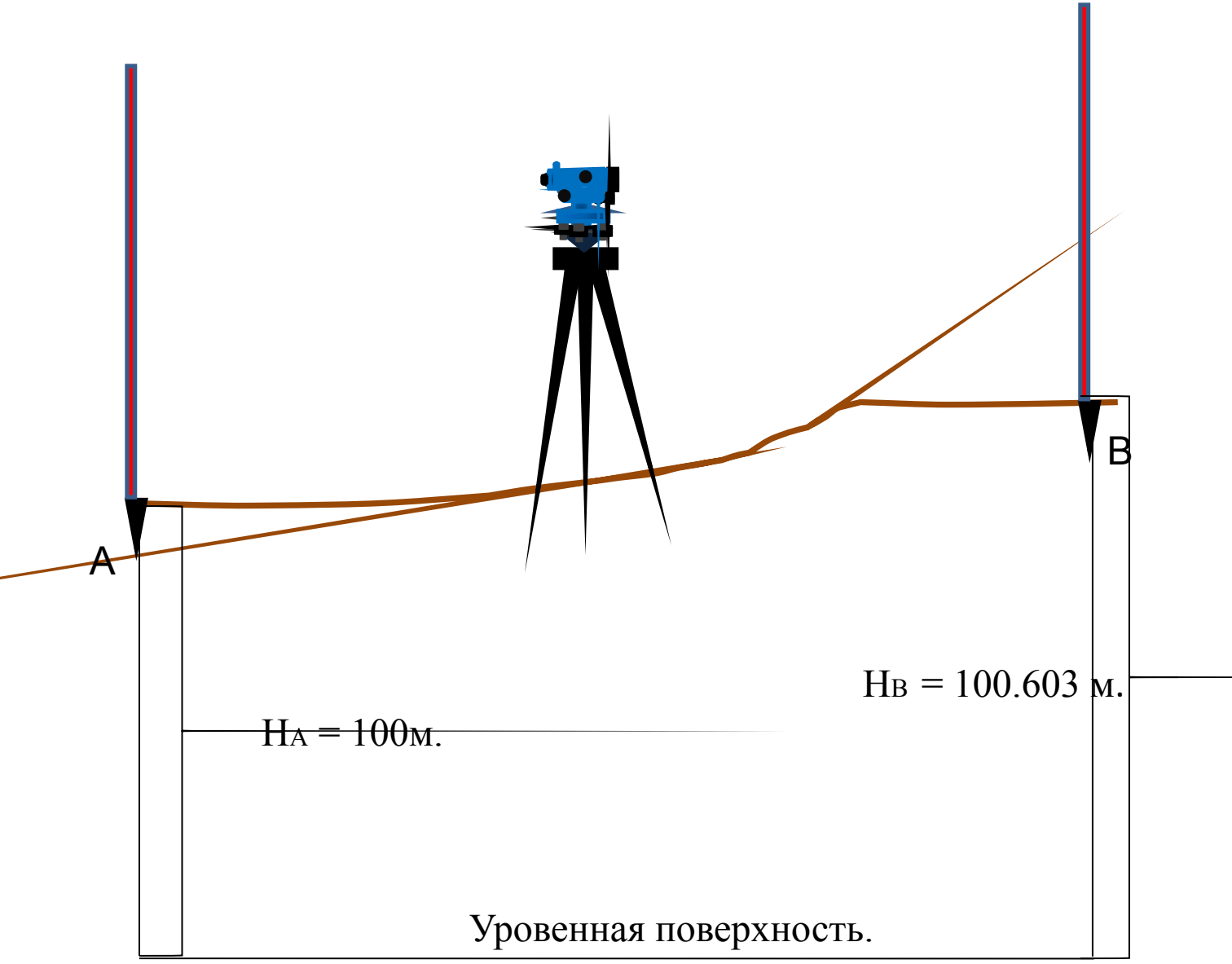
$h_2 = a_{кр} - b_{кр} = 6560 – 5957 = 0603$

$h_{ср} = (h_1+h_2)/2 = 0603$



Отметка т. В будет равна:

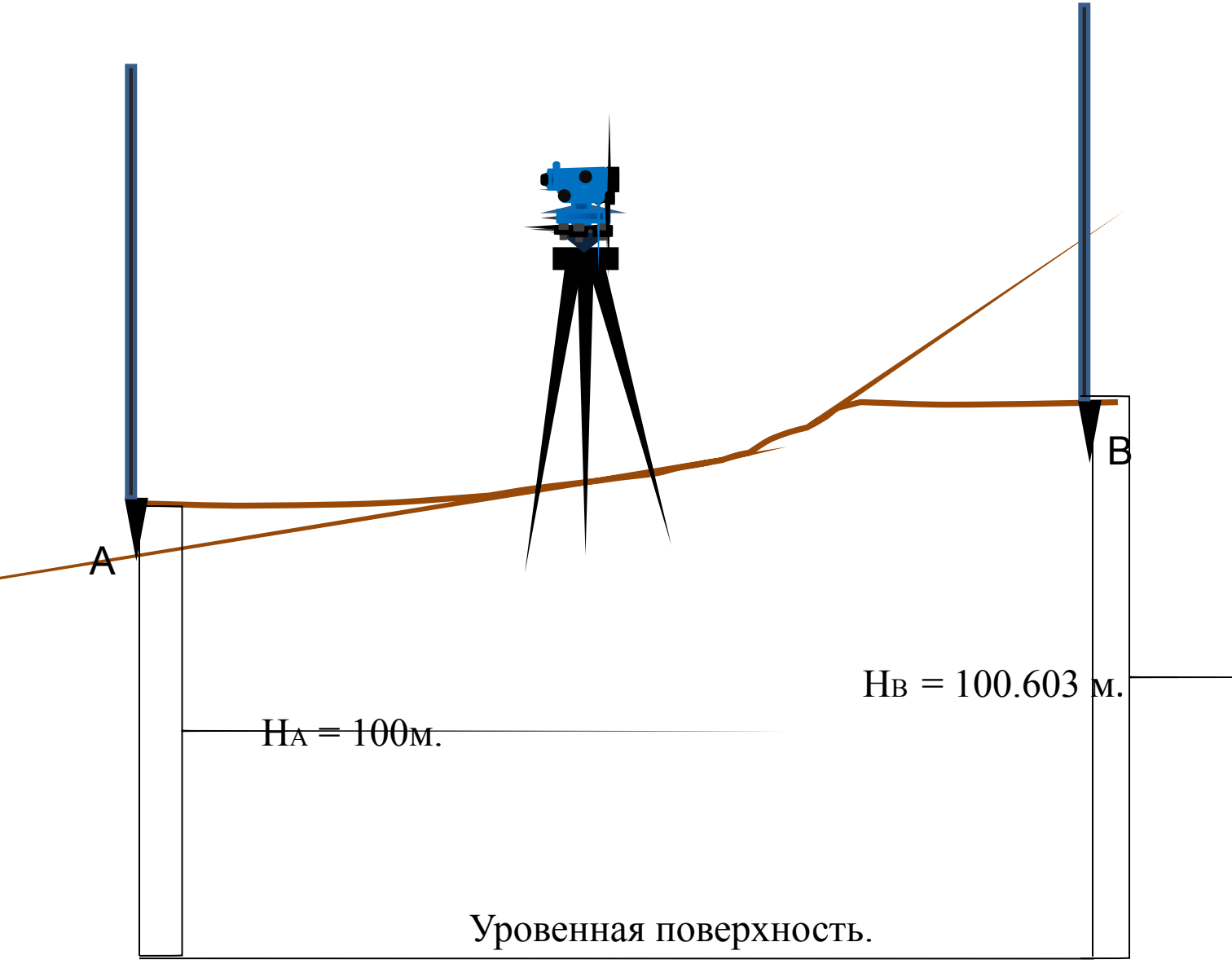
$H_B = H_A + h_{ср} = 100.00 + 0.603 = 100.603$



Определение отметок промежуточных точек.

Определение отметок промежуточных точек выполняется через горизонт прибора. В отличие от связующих точек, отсчеты на промежуточные точки, обычно берутся только по черной стороне рейки.

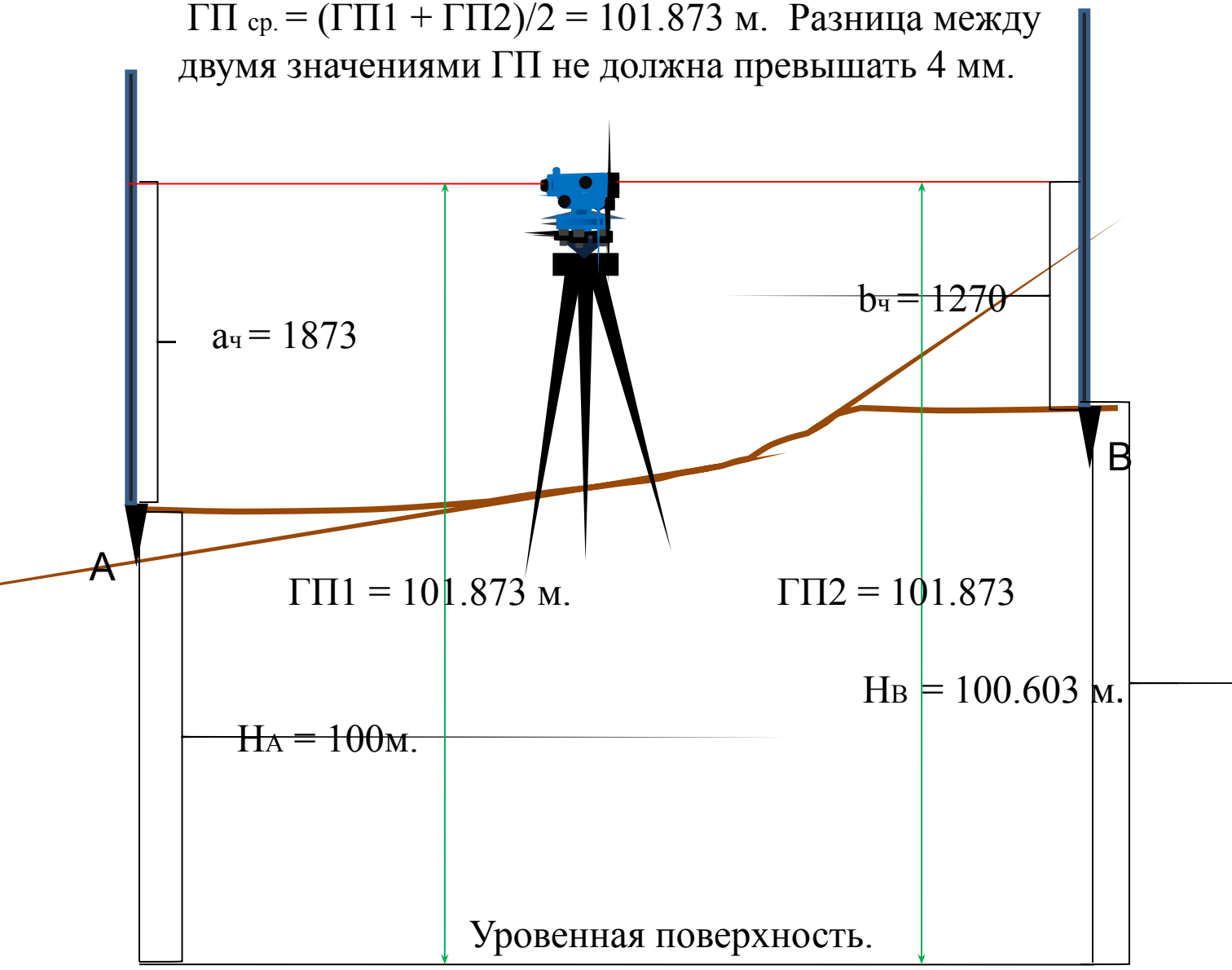
Определяем значение горизонта прибора.



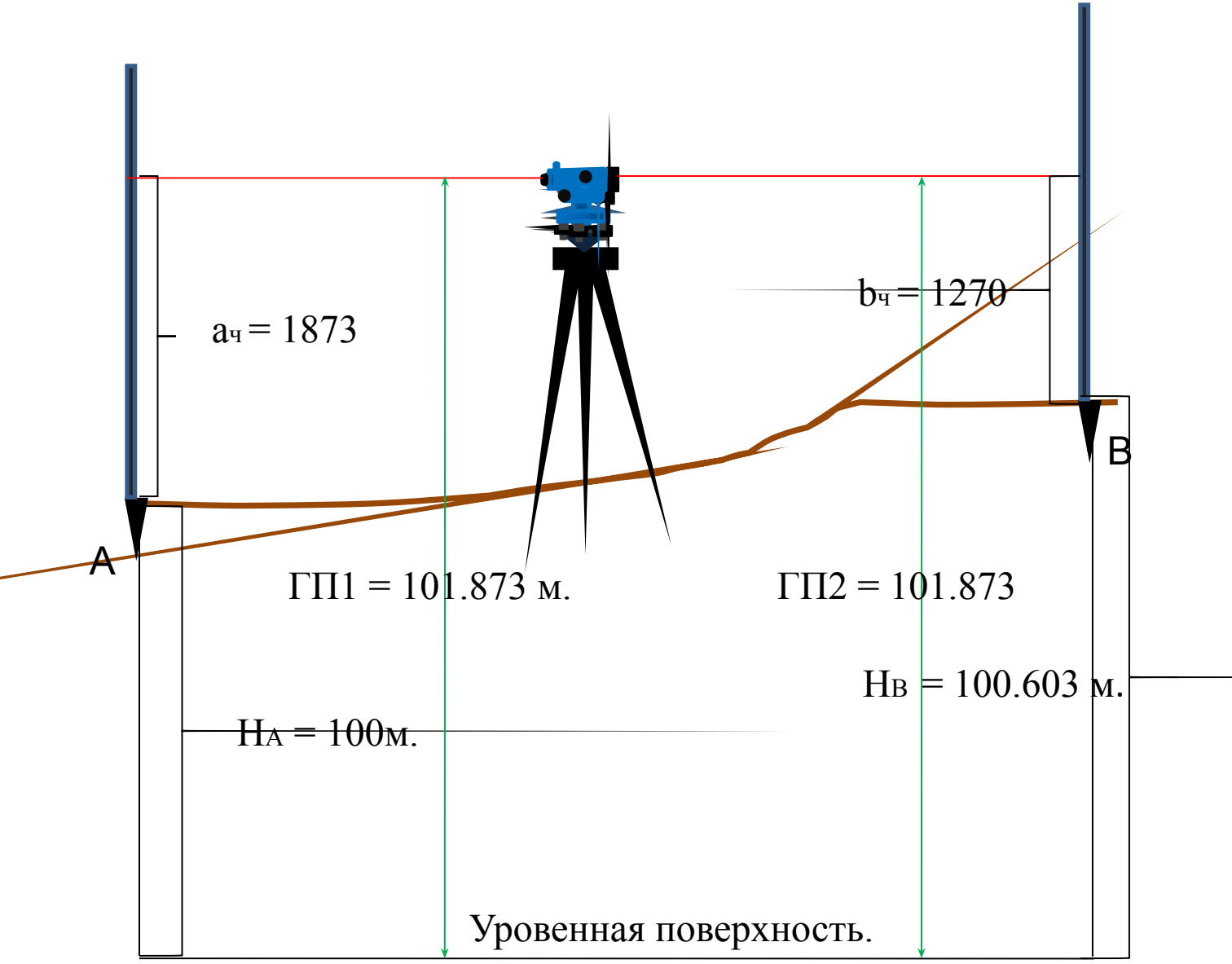
$ГП1 = Н_А + a_ч = 100.00 + 1.873 = 101.873$ м.

$ГП2 = Н_В + b_ч = 100.603 + 1270 = 101.873$м

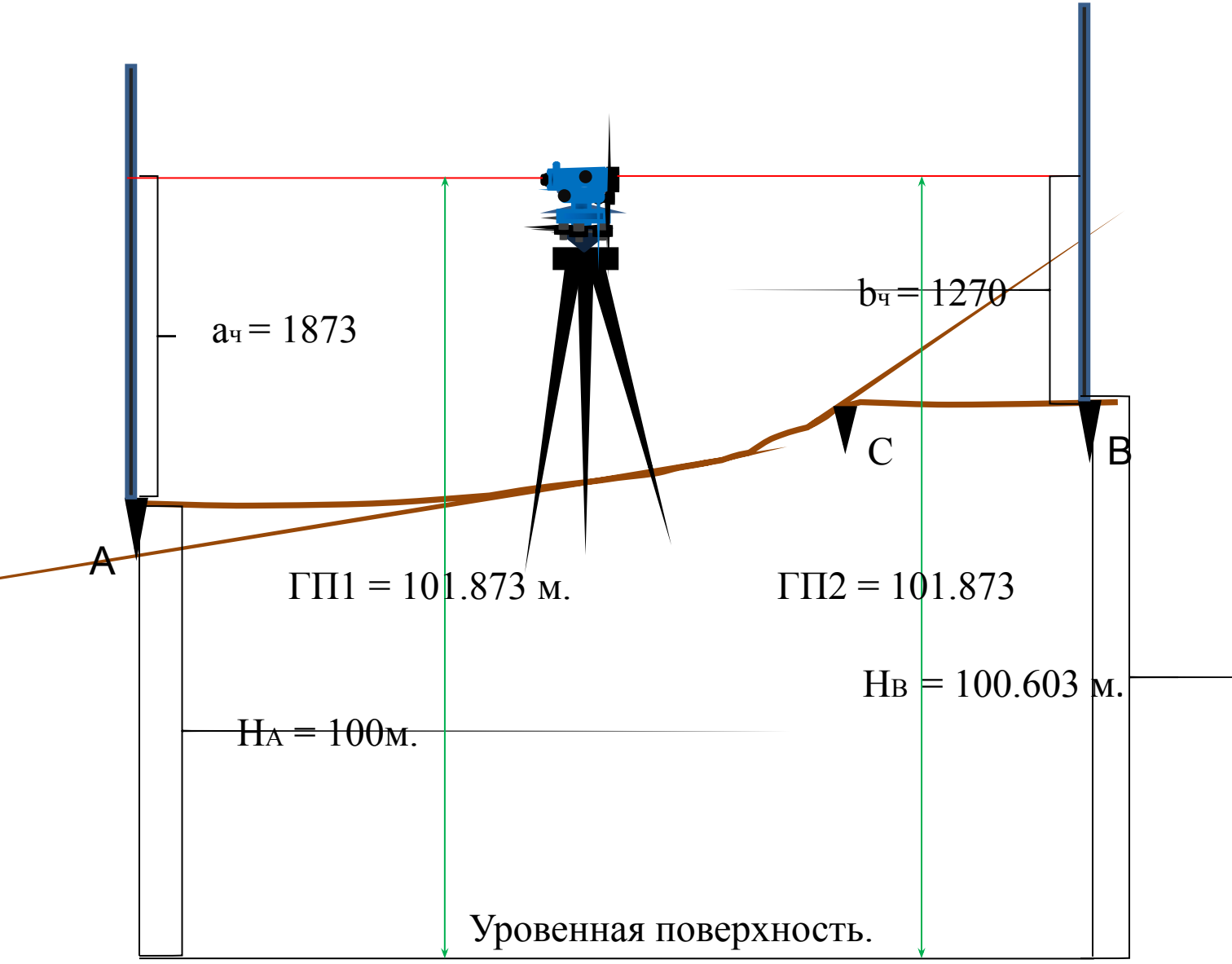
$ГП_{ср.} = (ГП1 + ГП2)/2 = 101.873$ м. Разница между двумя значениями ГП не должна превышать 4 мм.

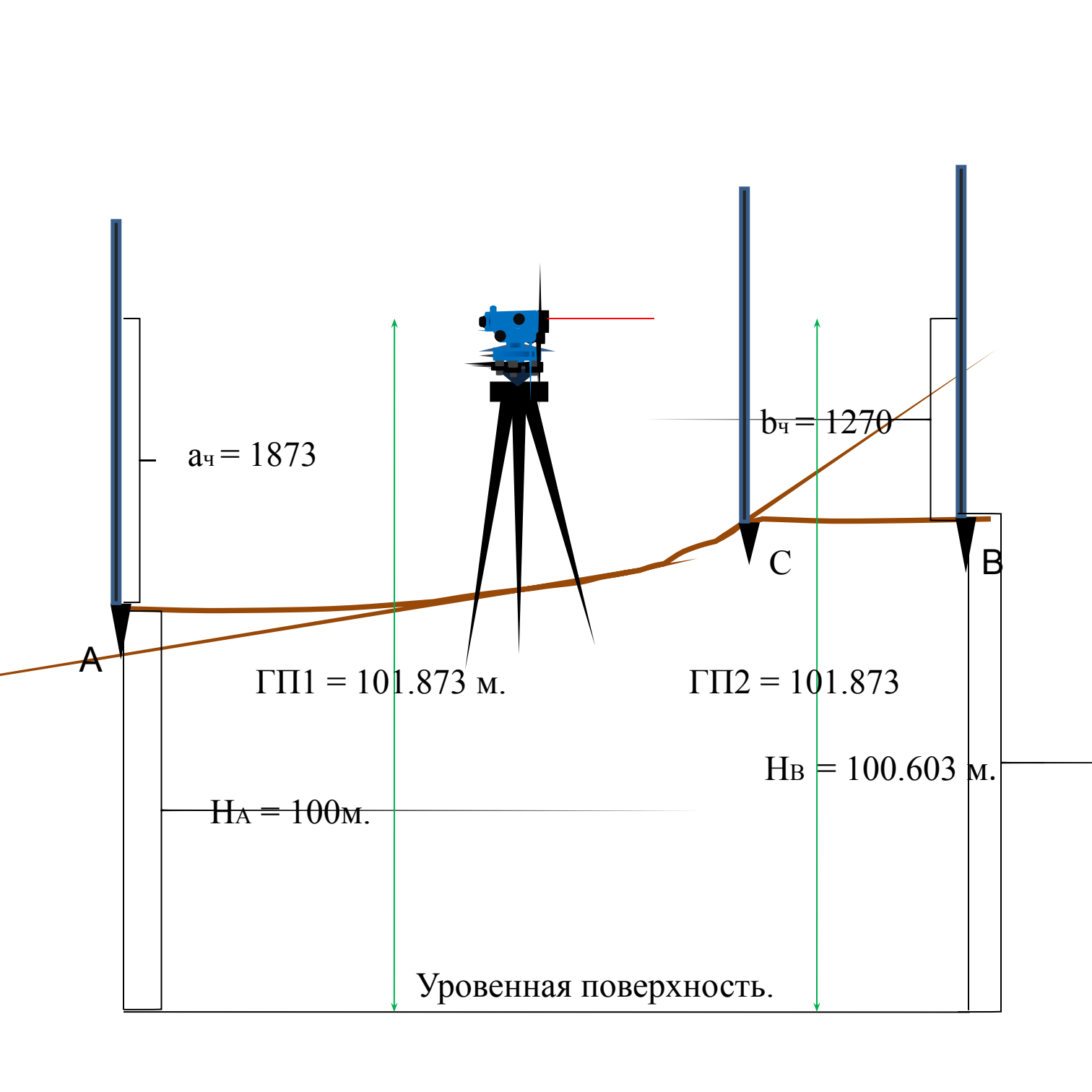


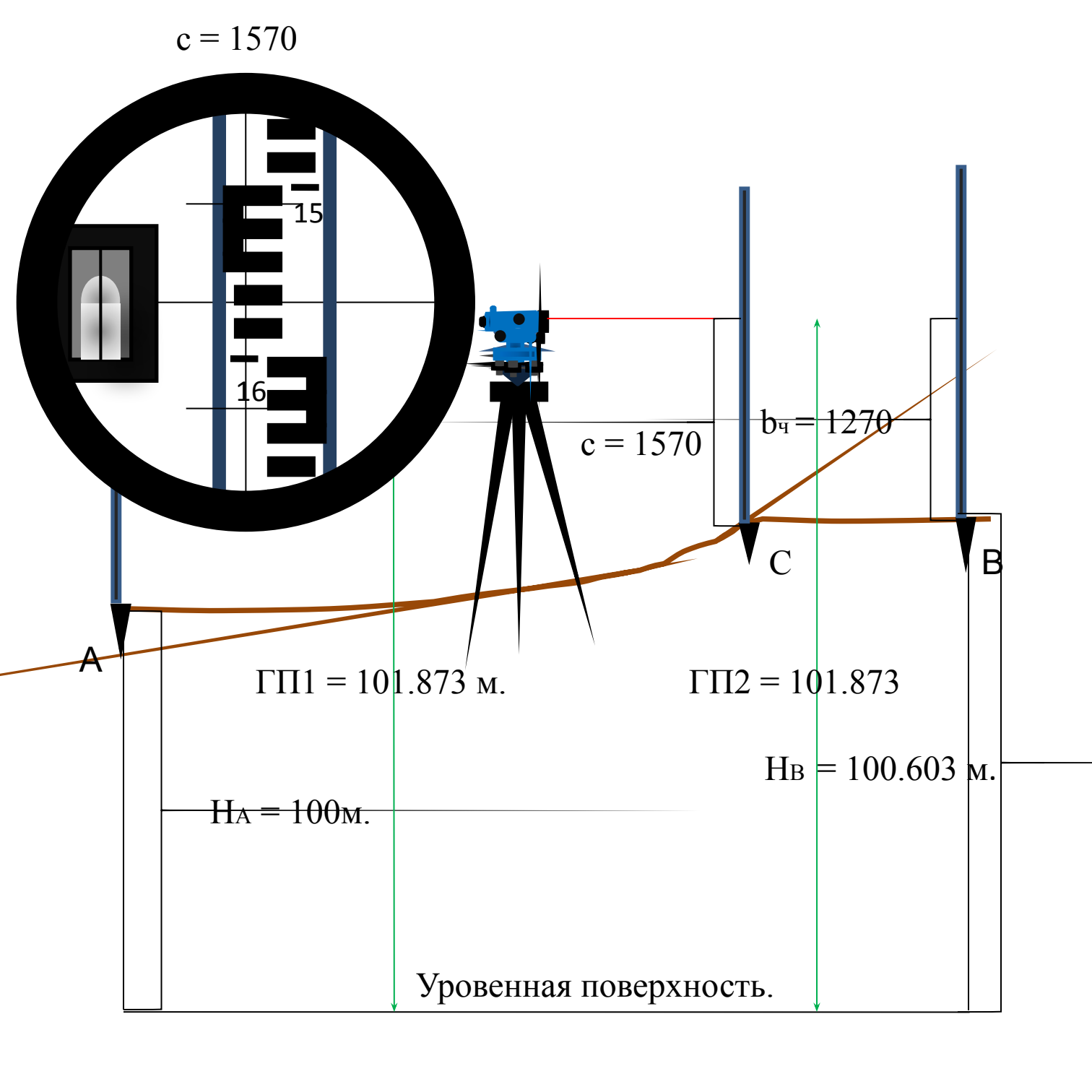
Необходимо определить отметку промежуточной точки С.



Рейка устанавливается на т.С и берется отсчет с по черной стороне рейки.

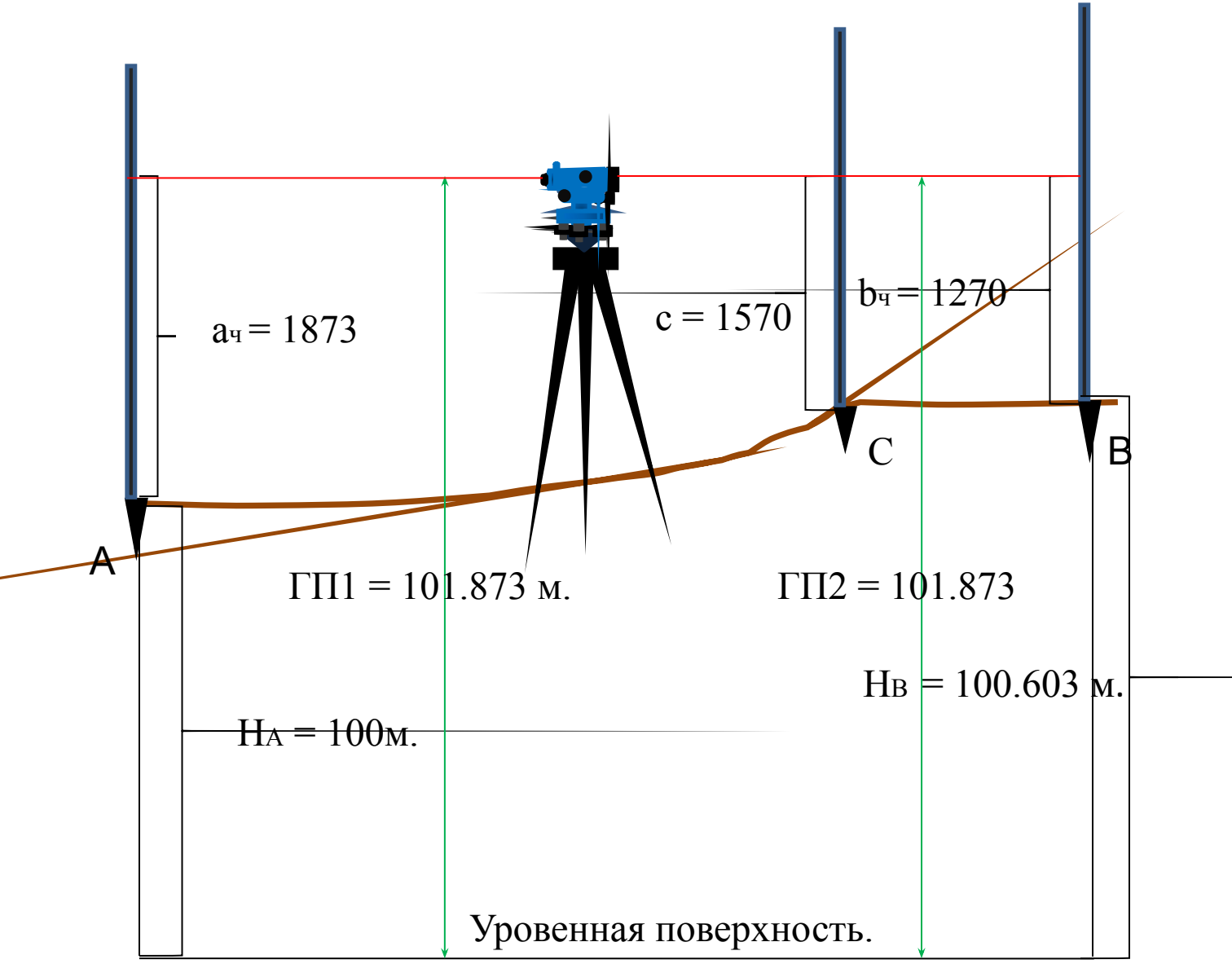


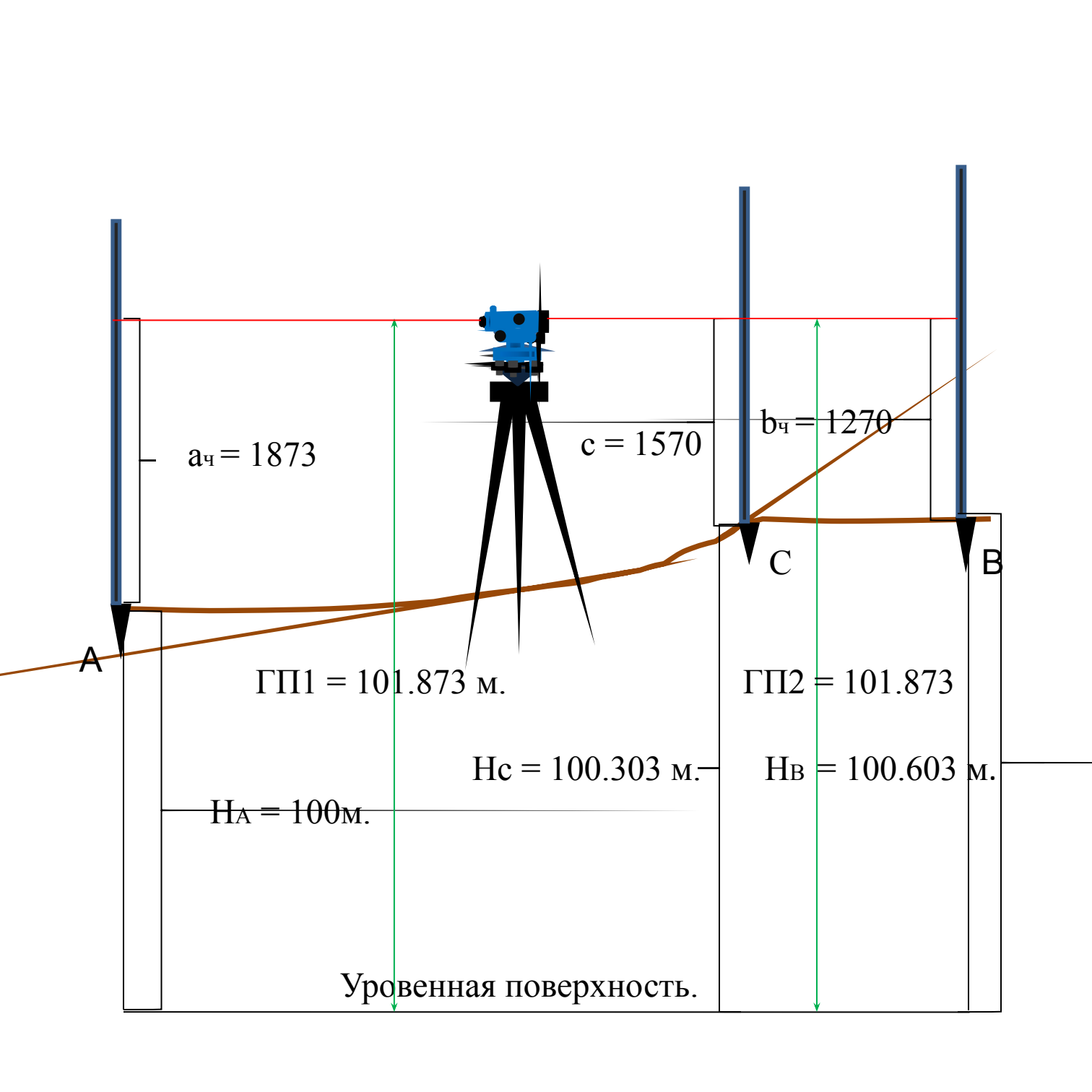

$a_ч = 1873$
$b_ч = 1270$
A
C
B
ГП1 = 101.873 м.
ГП2 = 101.873
H_B = 100.603 м.
H_A = 100м.
Уровенная поверхность.


c = 1570
15
16
c = 1570
bч = 1270
C
B
A
ГП1 = 101.873 м.
ГП2 = 101.873
HB = 100.603 м.
HA = 100м.
Уровенная поверхность.

Как видно из рисунка абсолютная отметка т. С равна:

$H_C = ГП_{ср} – c = 101.873 – 1.570 = 100.303$ м

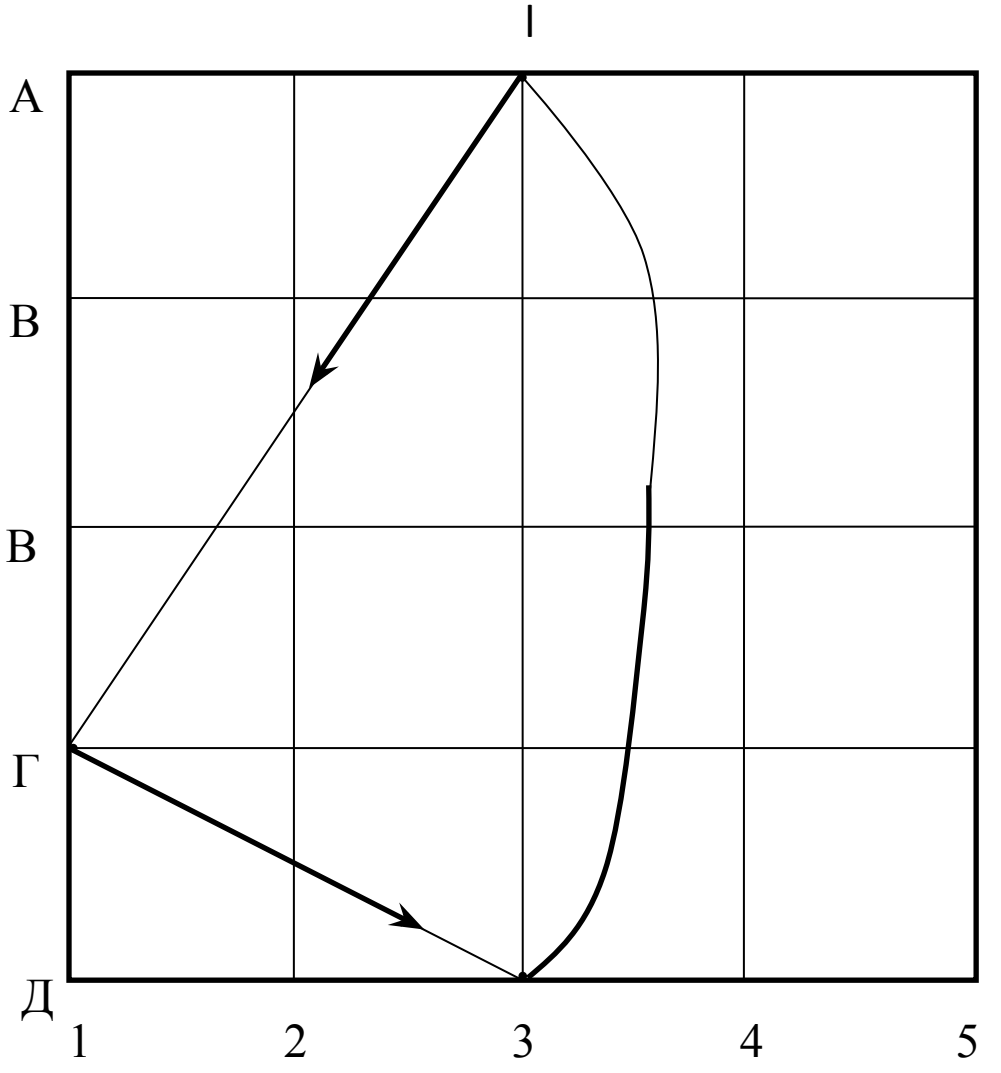



$a_ч = 1873$
$c = 1570$
$b_ч = 1270$
A
C
B
ГП1 = 101.873 м.
ГП2 = 101.873
Нс = 100.303 м.
$Н_B$ = 100.603 м.
$Н_A$ = 100м.
Уровенная поверхность.

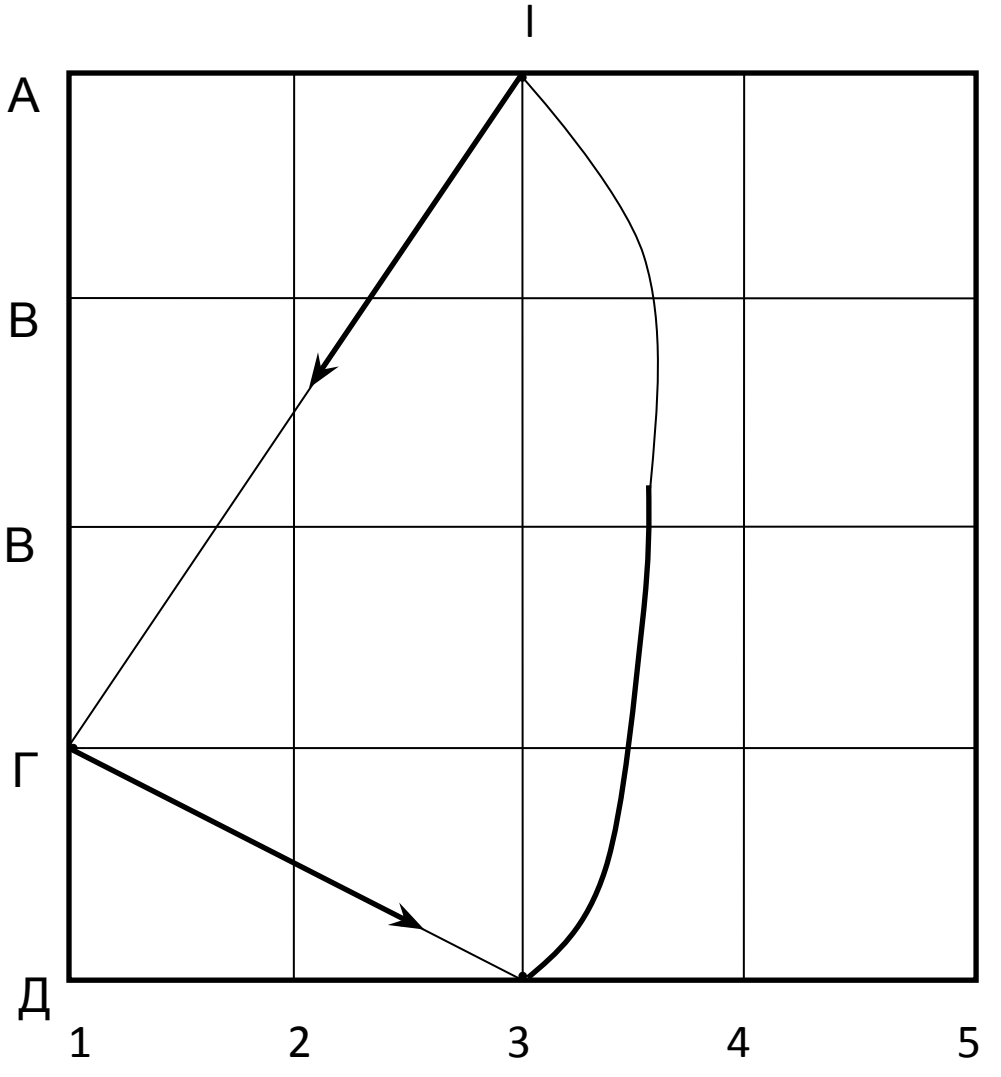
НИВЕЛИРОВАНИЕ ПЛОЩАДКИ ПО КВАДРАТАМ.

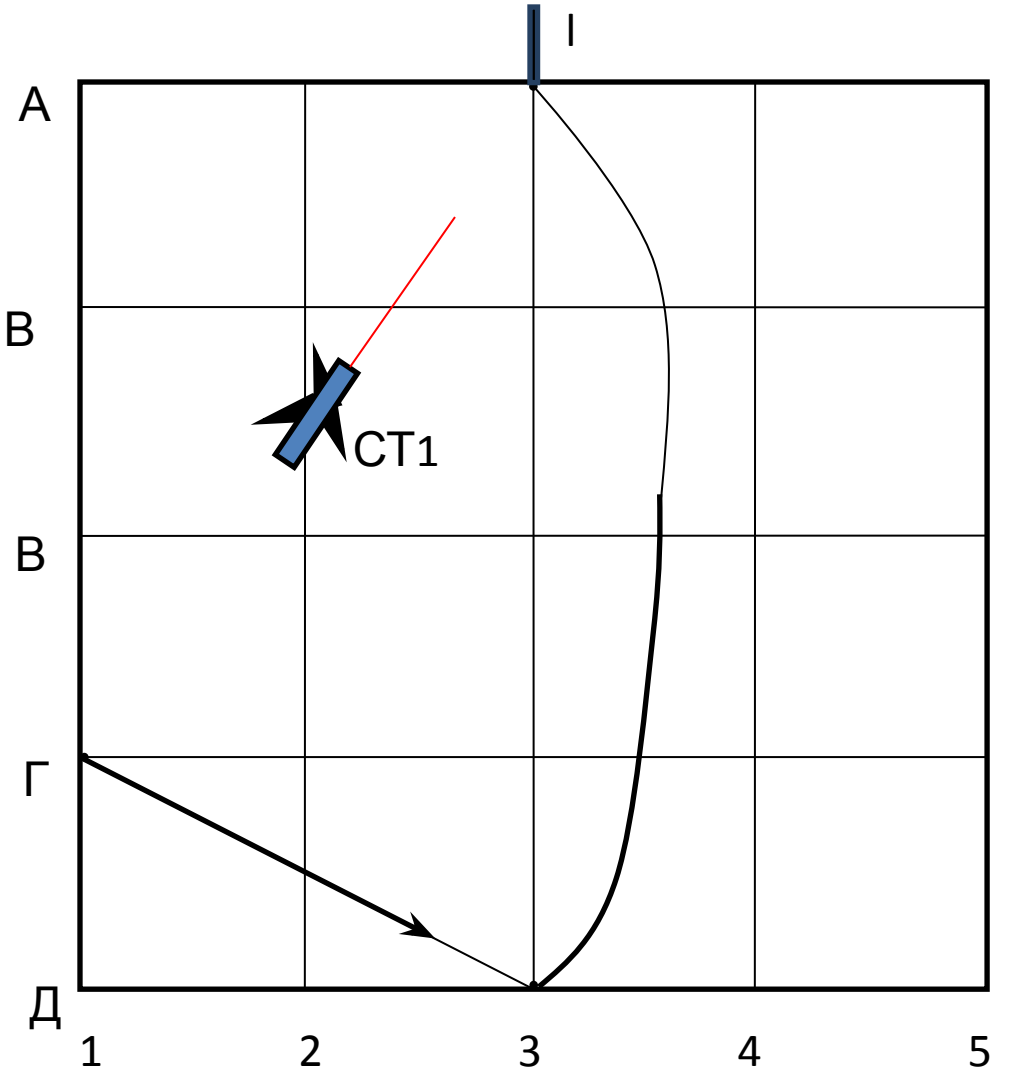
Для варианта №1 дана площадка состоящая из 16 квадратов, с длиной стороны каждого 40 метров (2 см. в 1:2000 масштабе). Внутри площадки проложен замкнутый нивелирный ход, против хода часовой стрелки. Ход проложен между точками l, Г1 и Д3, которые являются связующими. Остальные точки сняты как промежуточные со станций №1 и №3 см рисунок.

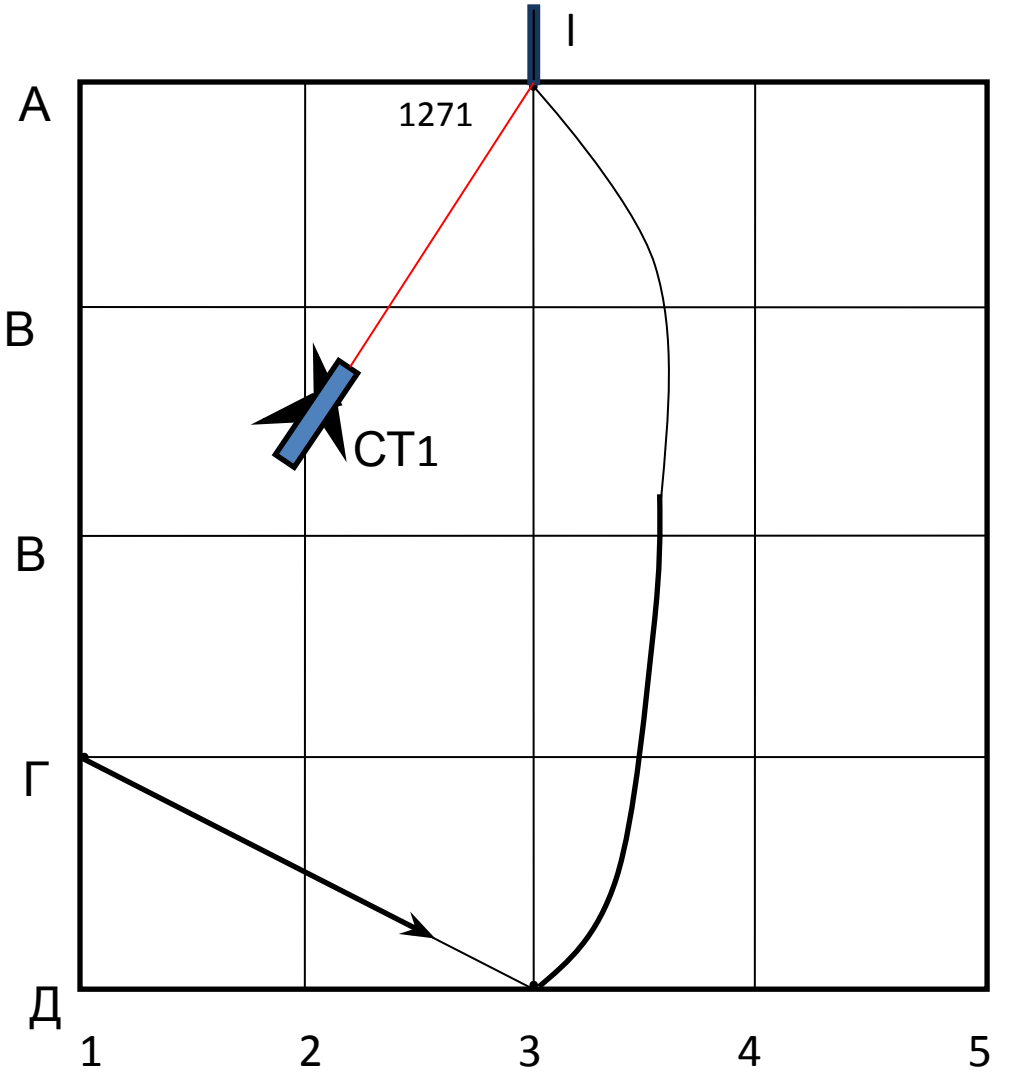
Схема нивелирования площадки по квадратам.
Вариант №1.

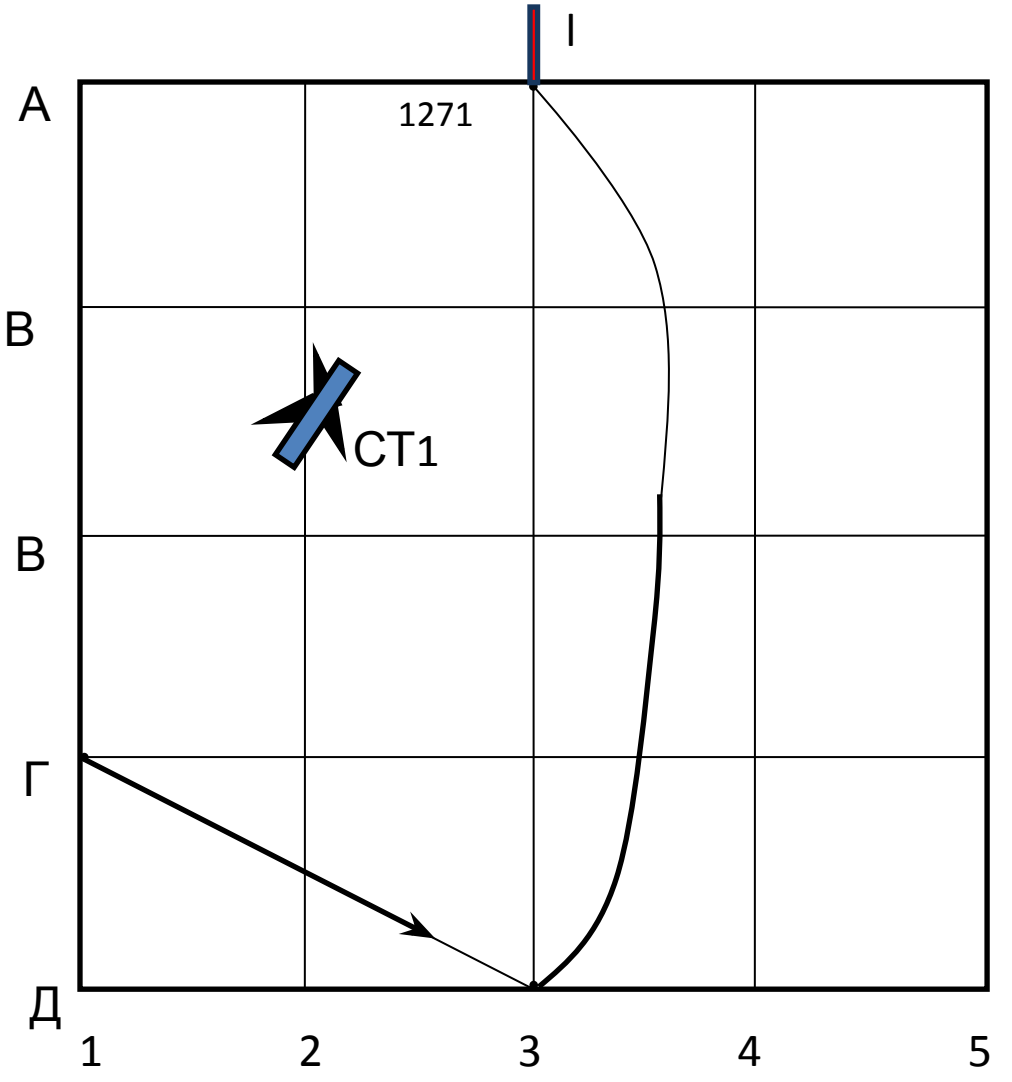


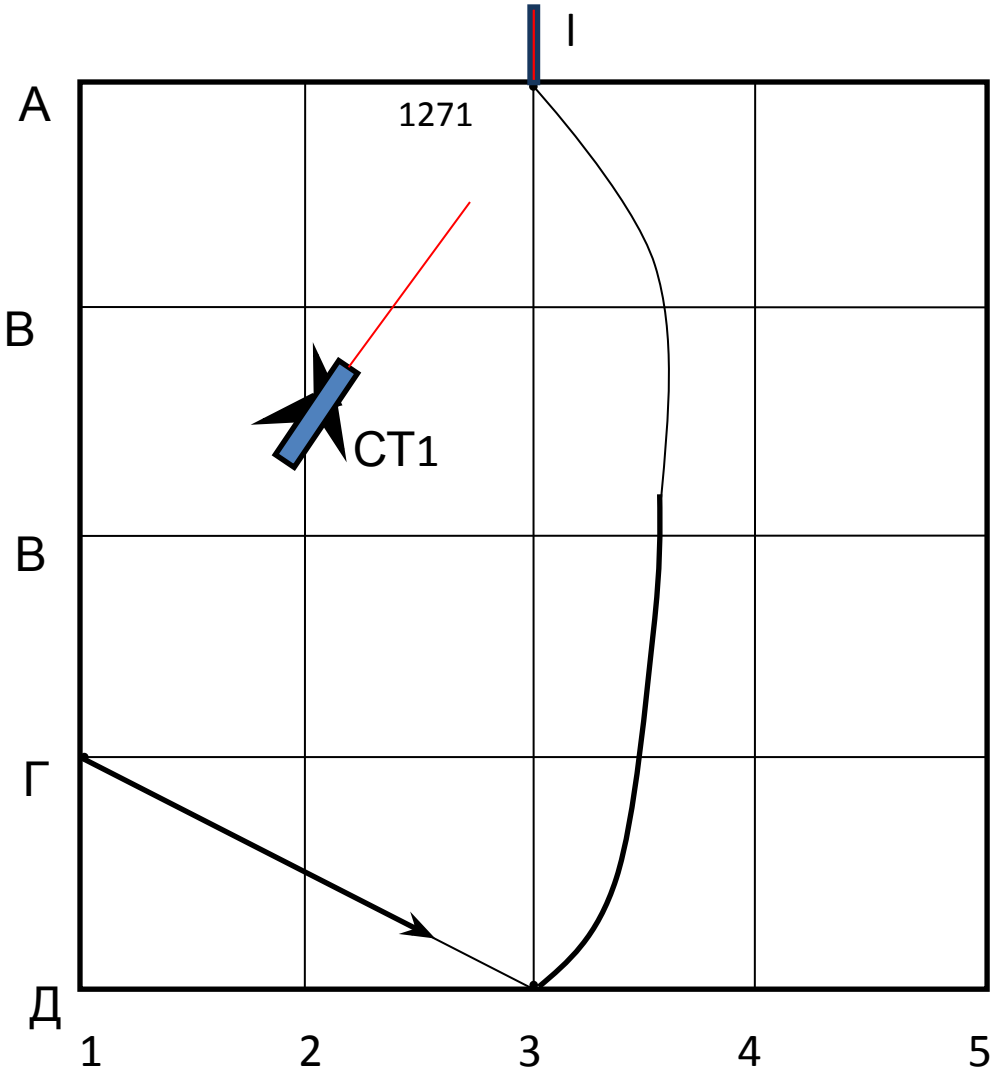
Нивелир устанавливается на СТ1 и берутся отсчеты на точки I и Г1, по черной и красной сторонам реек, причем т.I – задняя, а т. Г1 передняя.

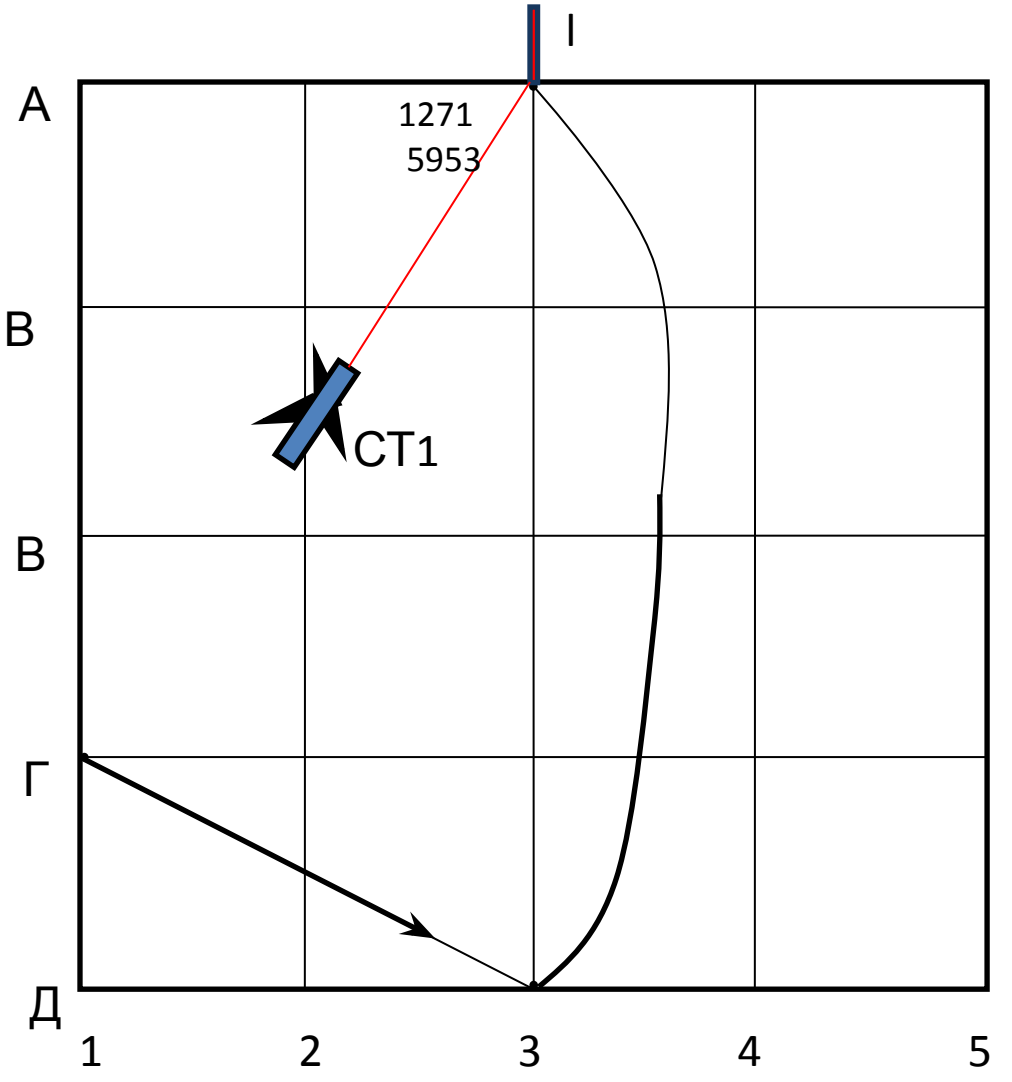


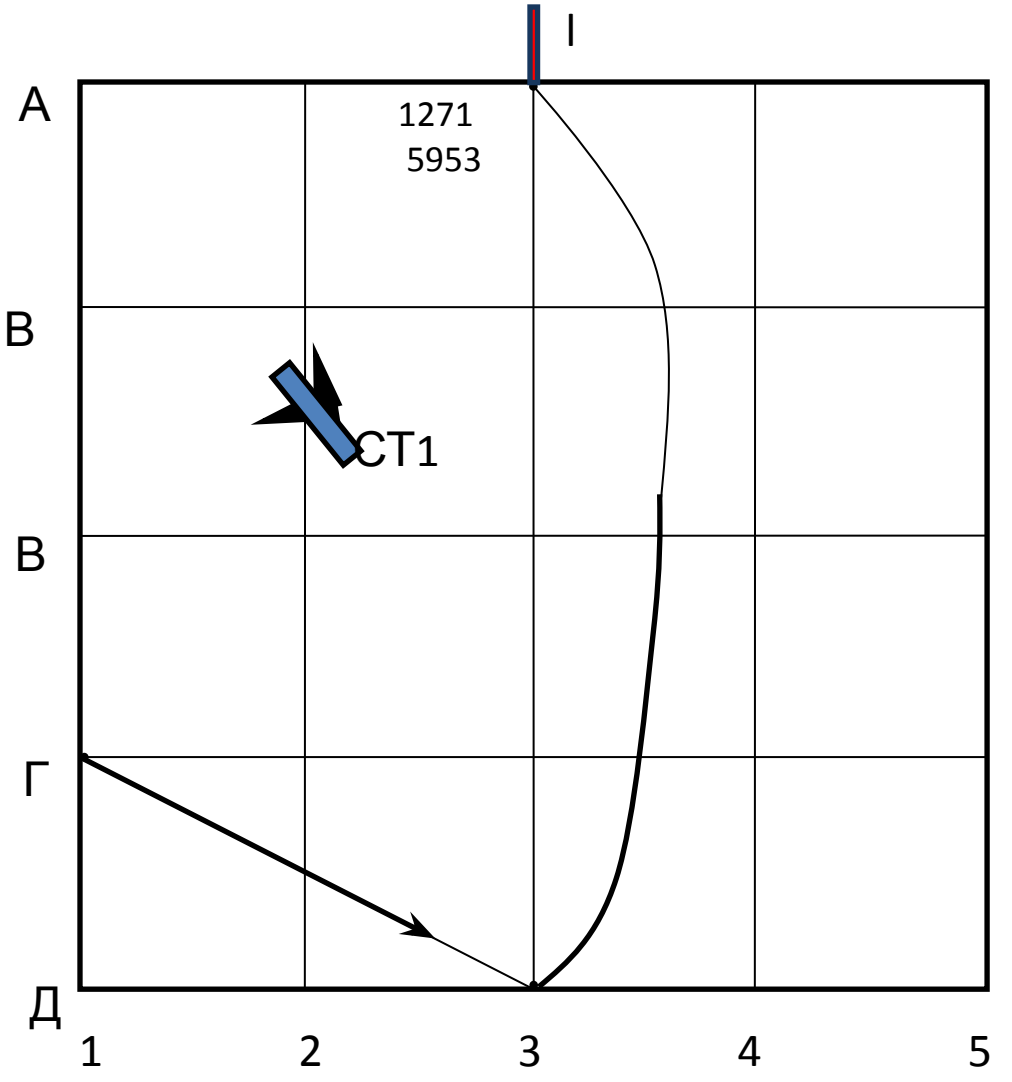

I
А
В
В
Г
Д
СТ1
1
2
3
4
5

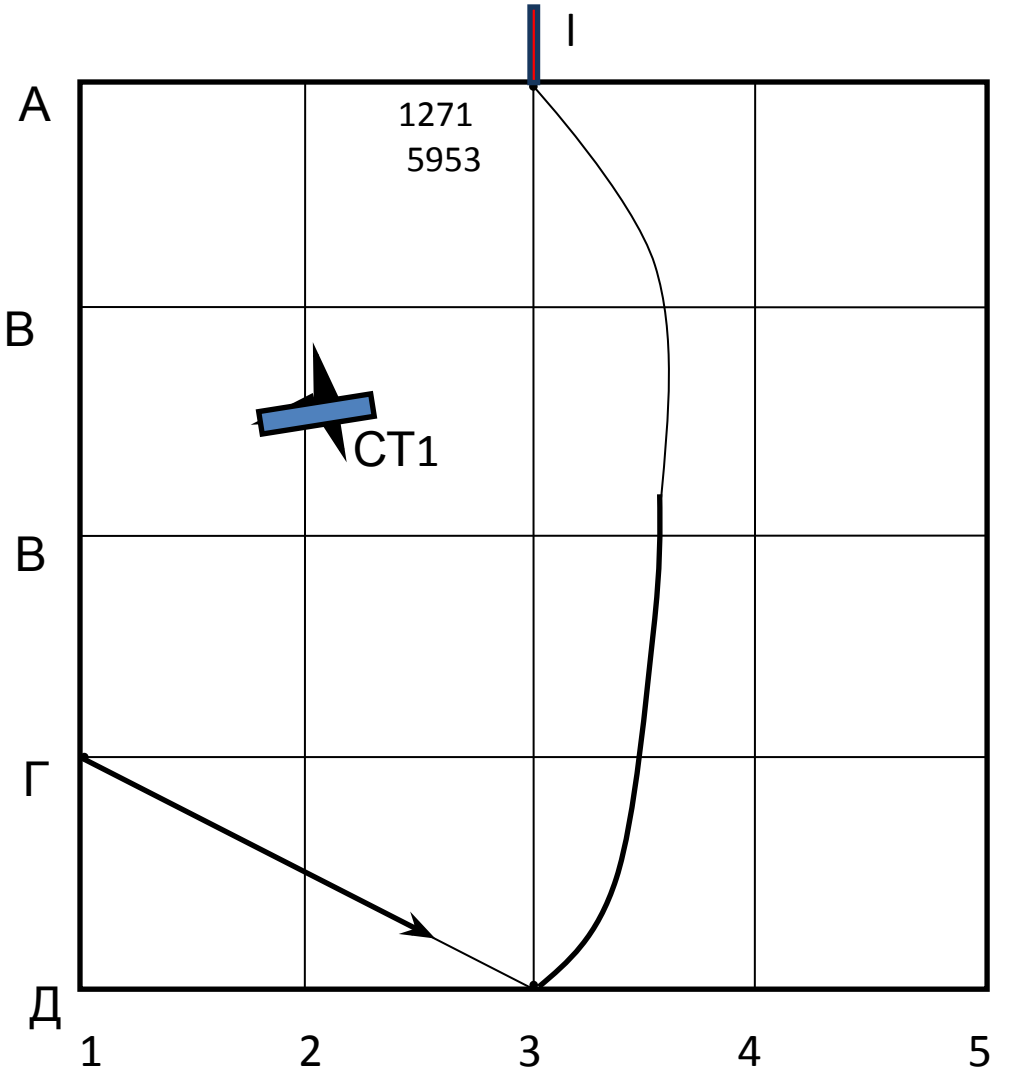

I
1271
А
В
В
Г
Д
СТ1
1
2
3
4
5

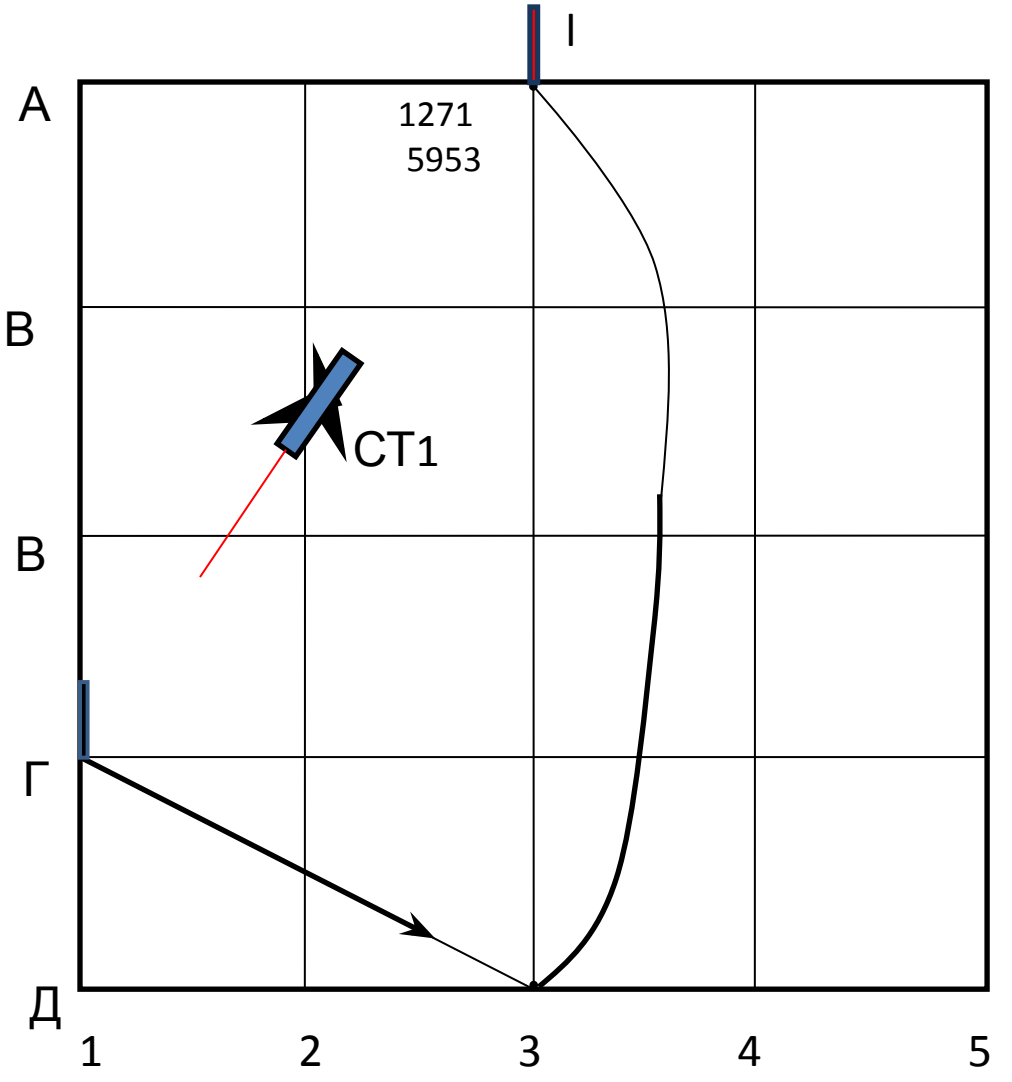

I
1271
А
В
В
Г
Д
СТ1
1
2
3
4
5

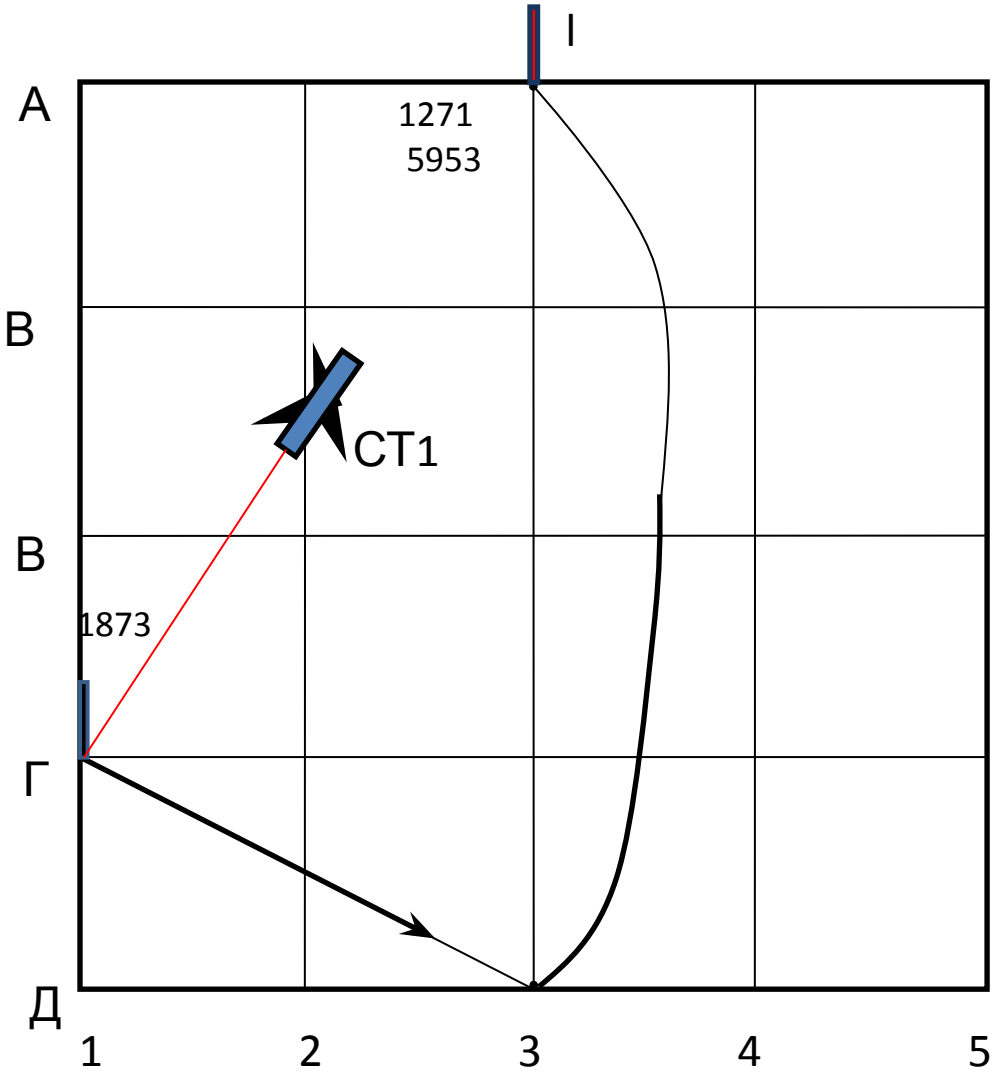

I
A
1271
В
СТ1
В
Г
Д
1
2
3
4
5

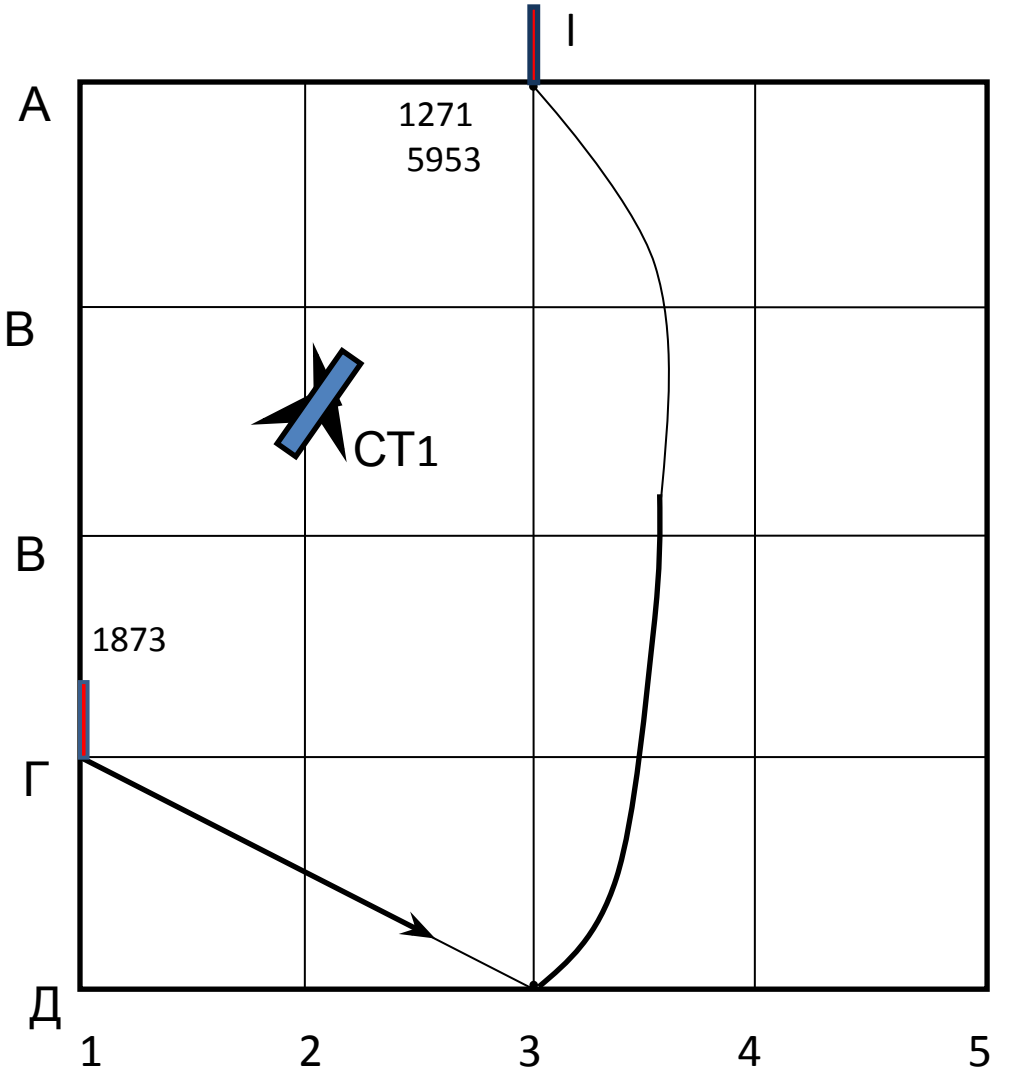

I
A
1271
5953
В
СТ1
В
Г
Д
1
2
3
4
5

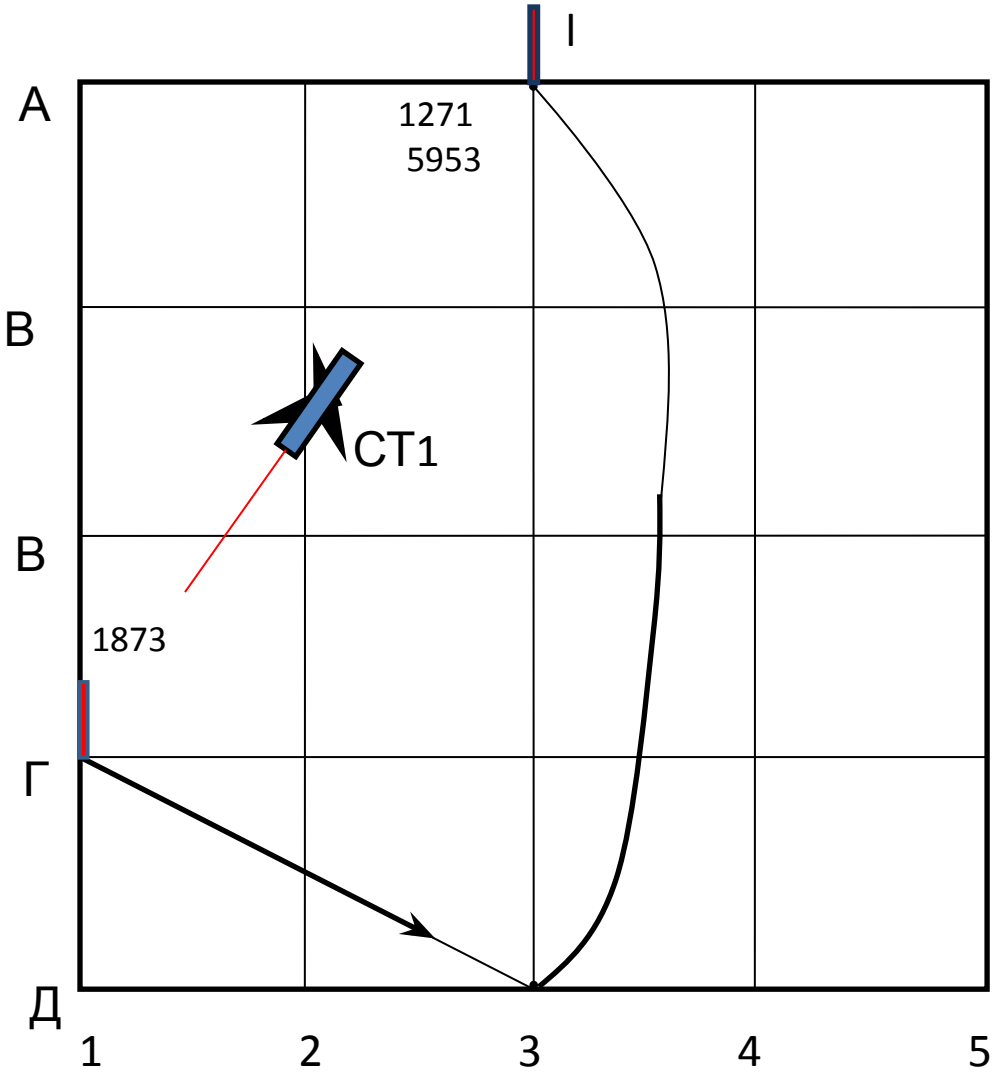

I
A
1271
5953
В
СТ1
В
Г
Д
1
2
3
4
5


I
A
1271
5953
В
СТ1
В
Г
Д
1
2
3
4
5

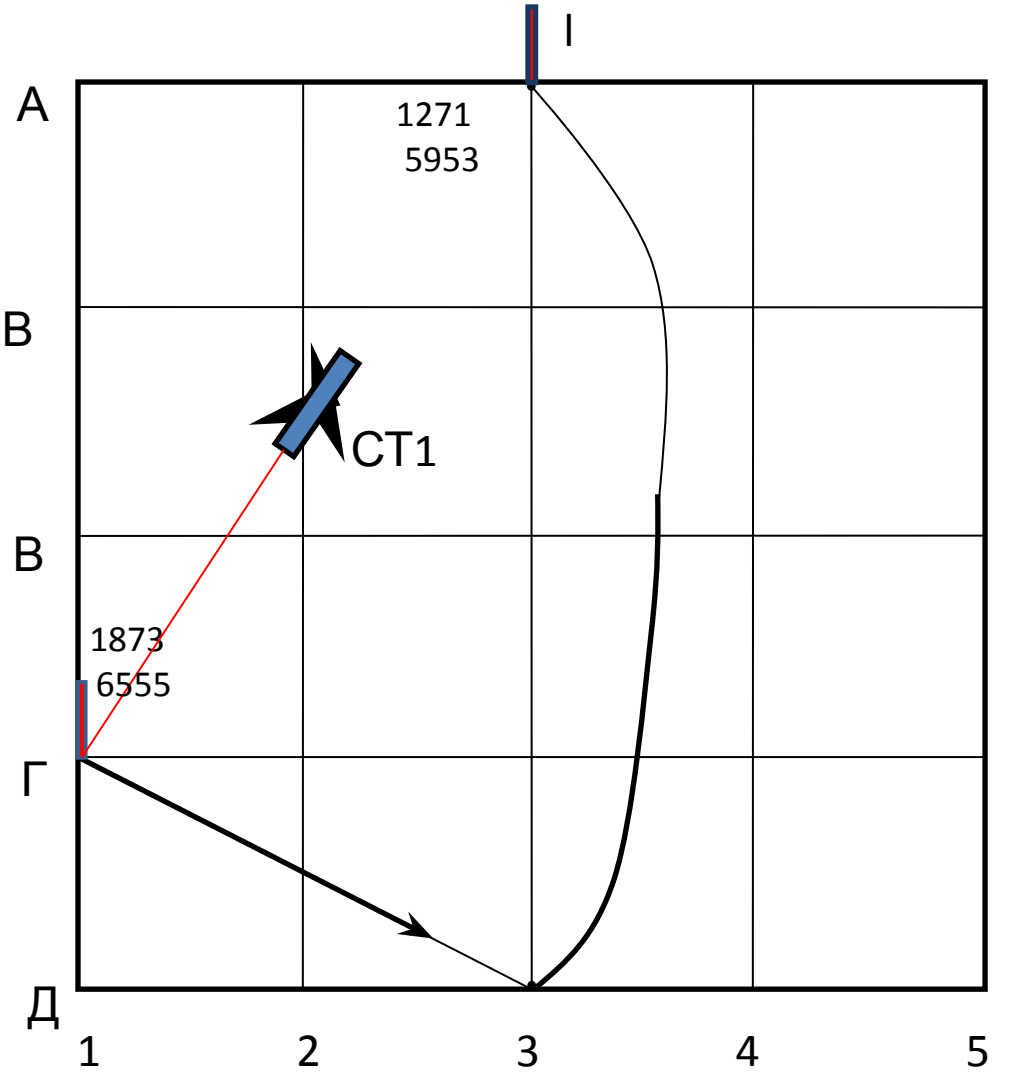

I
A
1271
5953
В
СТ1
В
Г
Д
1
2
3
4
5

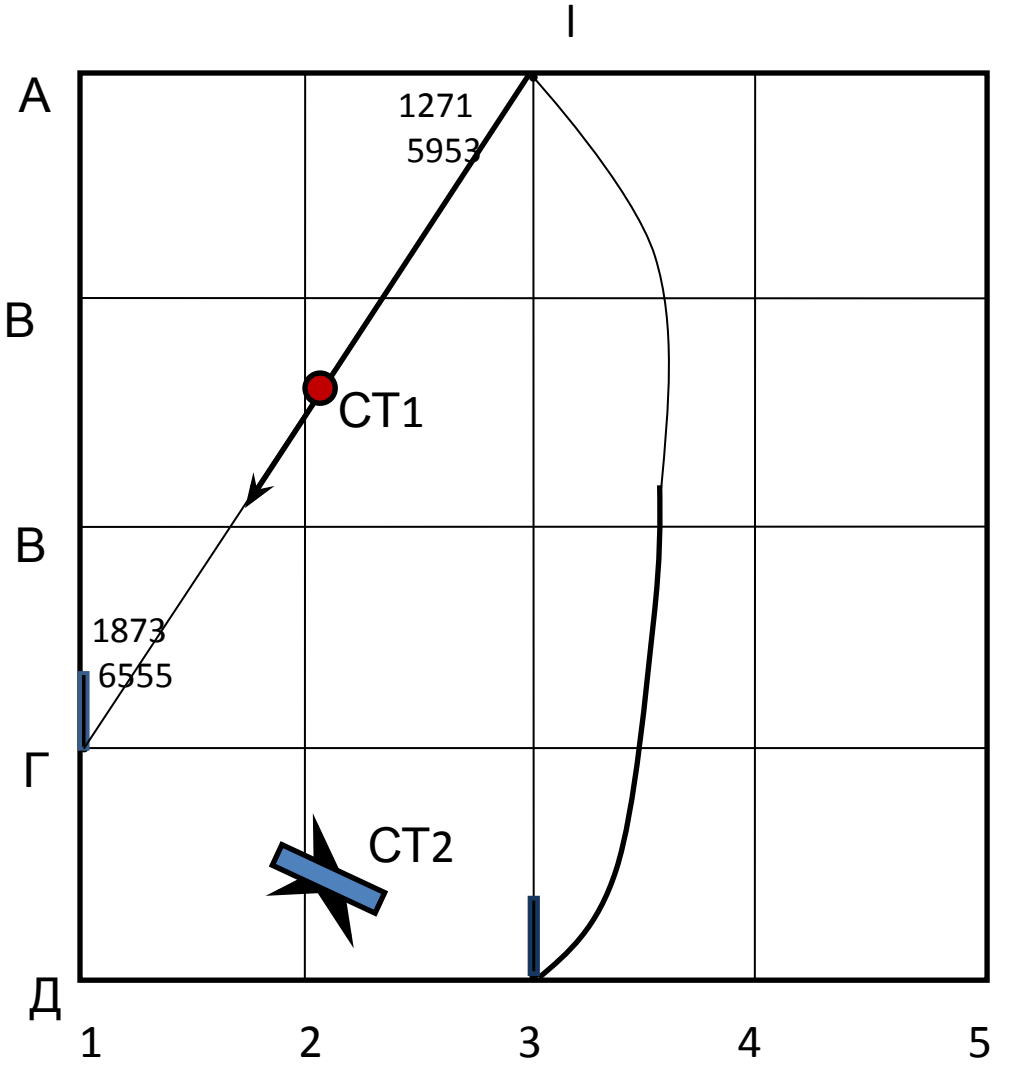

I
A
1271
5953
В
СТ1
В
1873
Г
Д
1
2
3
4
5

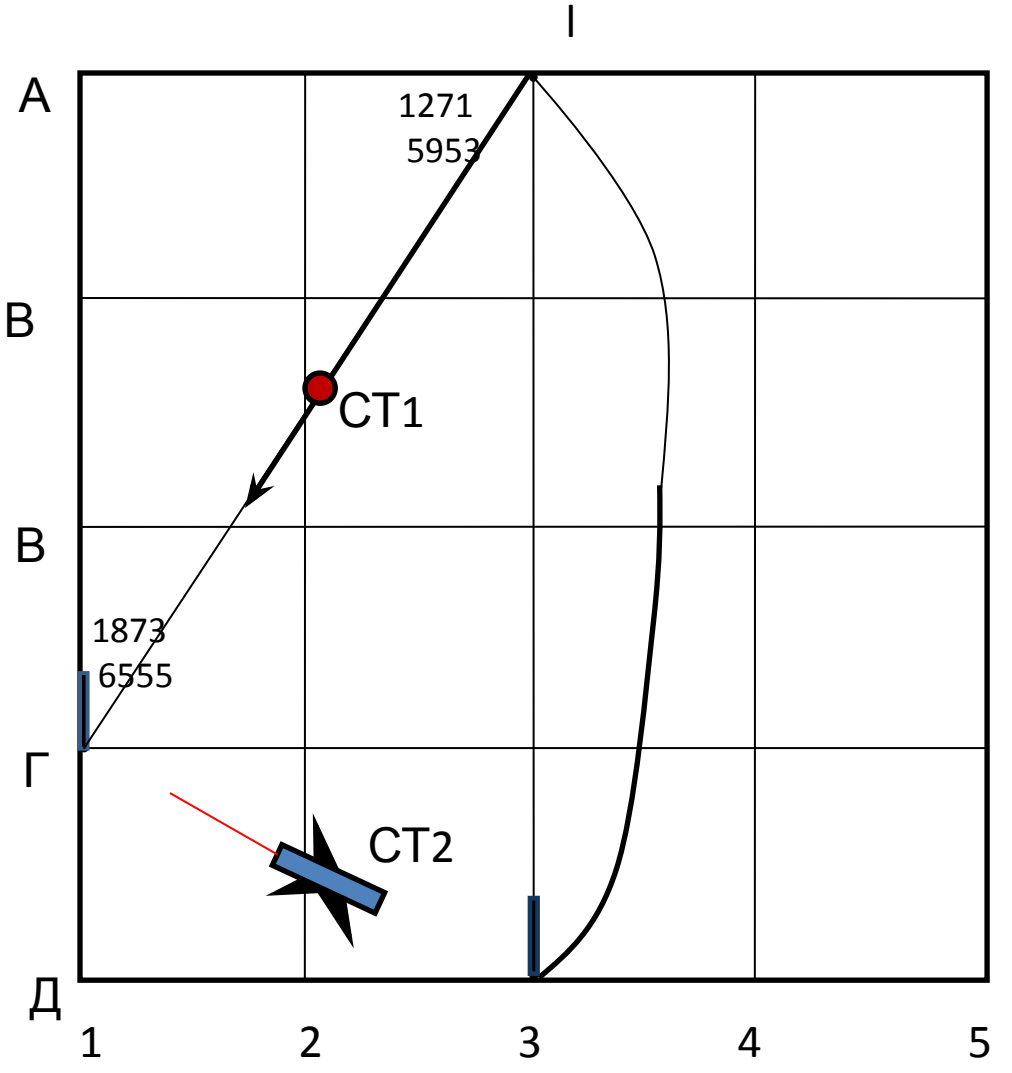

I
А
1271
5953
В
СТ1
В
1873
Г
Д
1
2
3
4
5

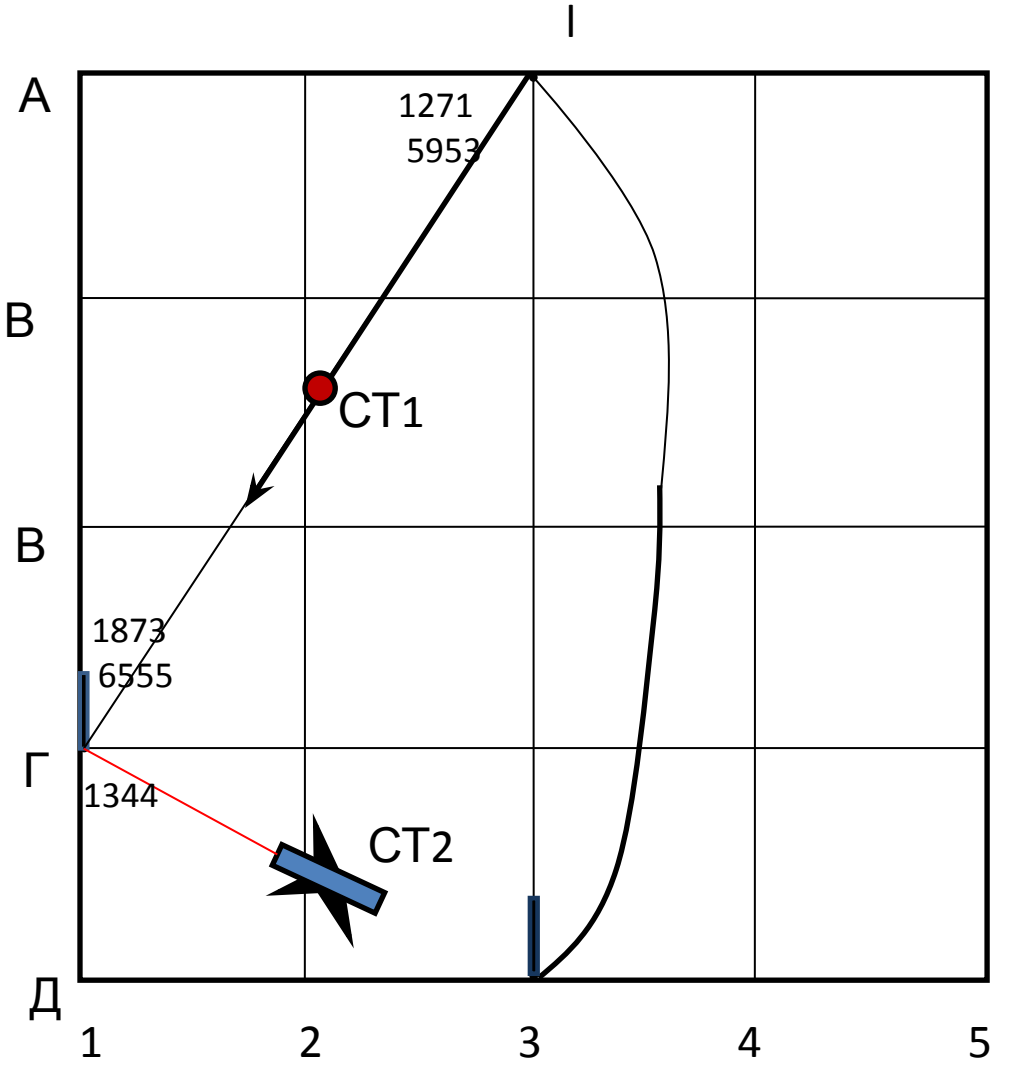

I
A
1271
5953
В
СТ1
В
1873
Г
Д
1
2
3
4
5

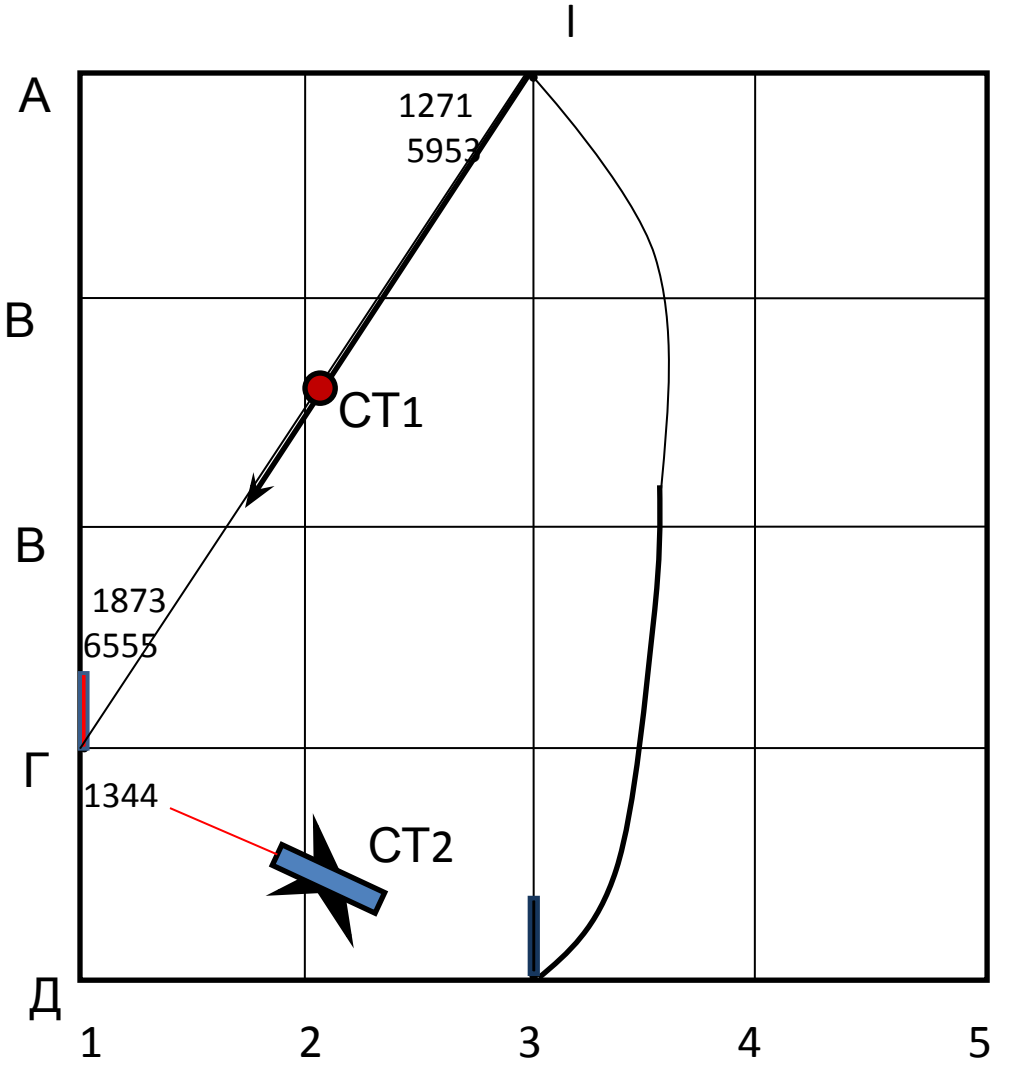
Устанавливаем нивелир на СТ2 и берем отсчеты на т. Г1 и т. Д3.

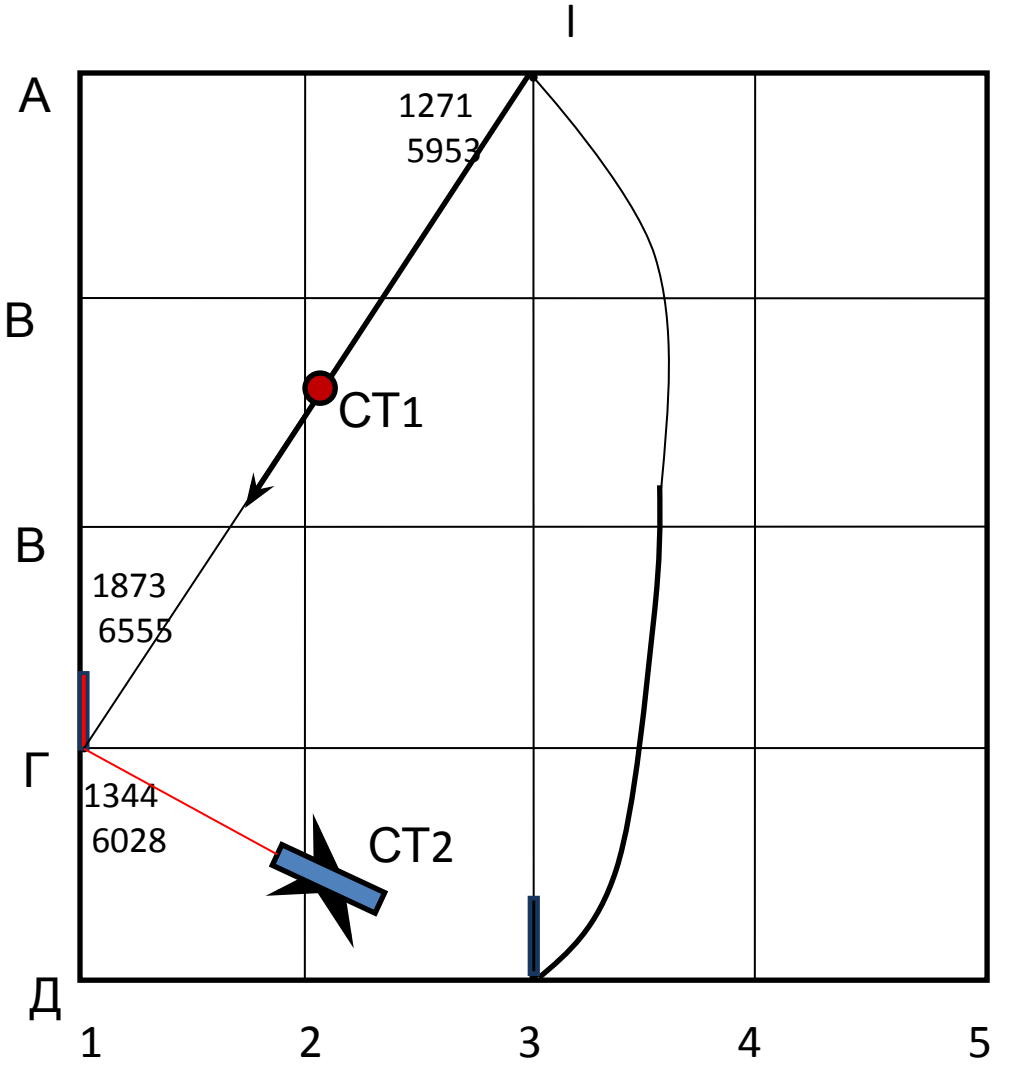


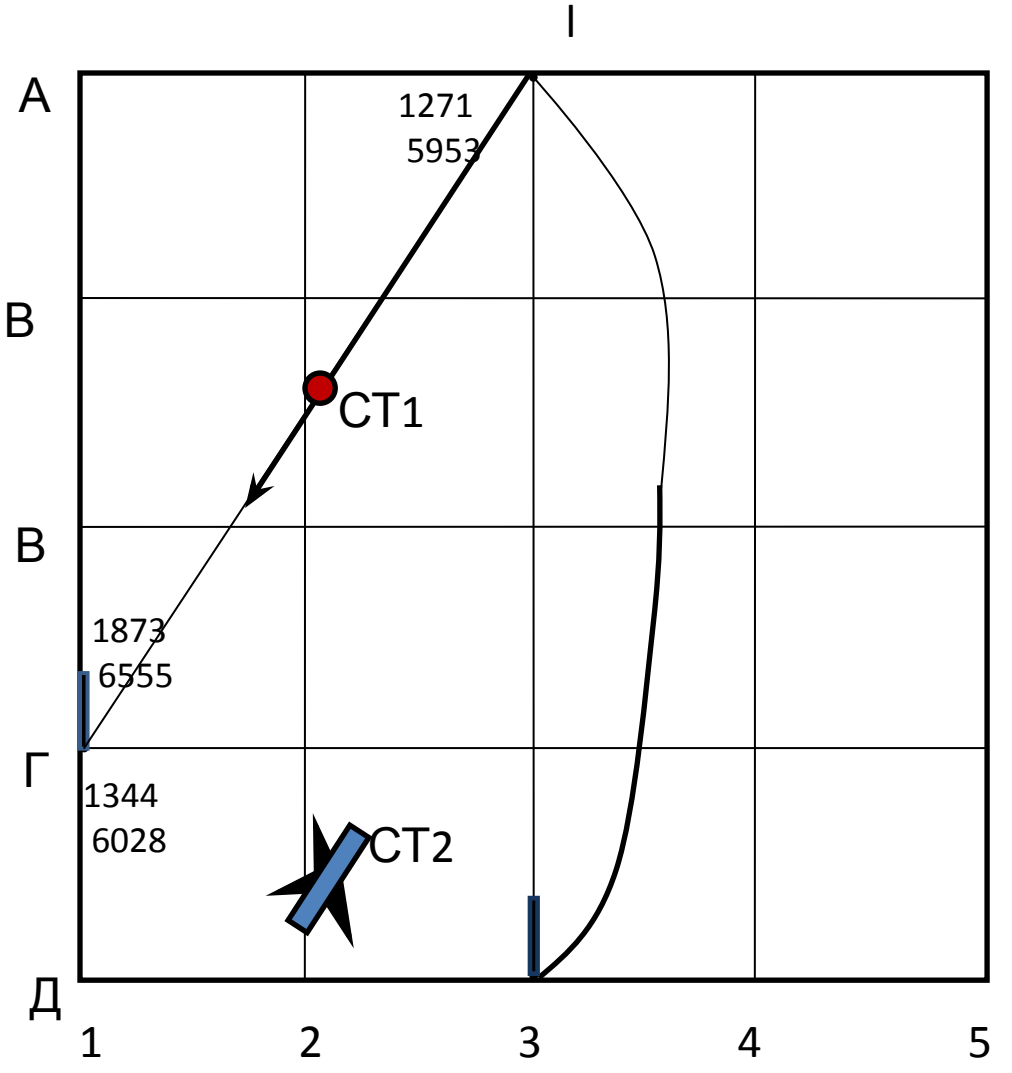

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
СТ2
1
2
3
4
5

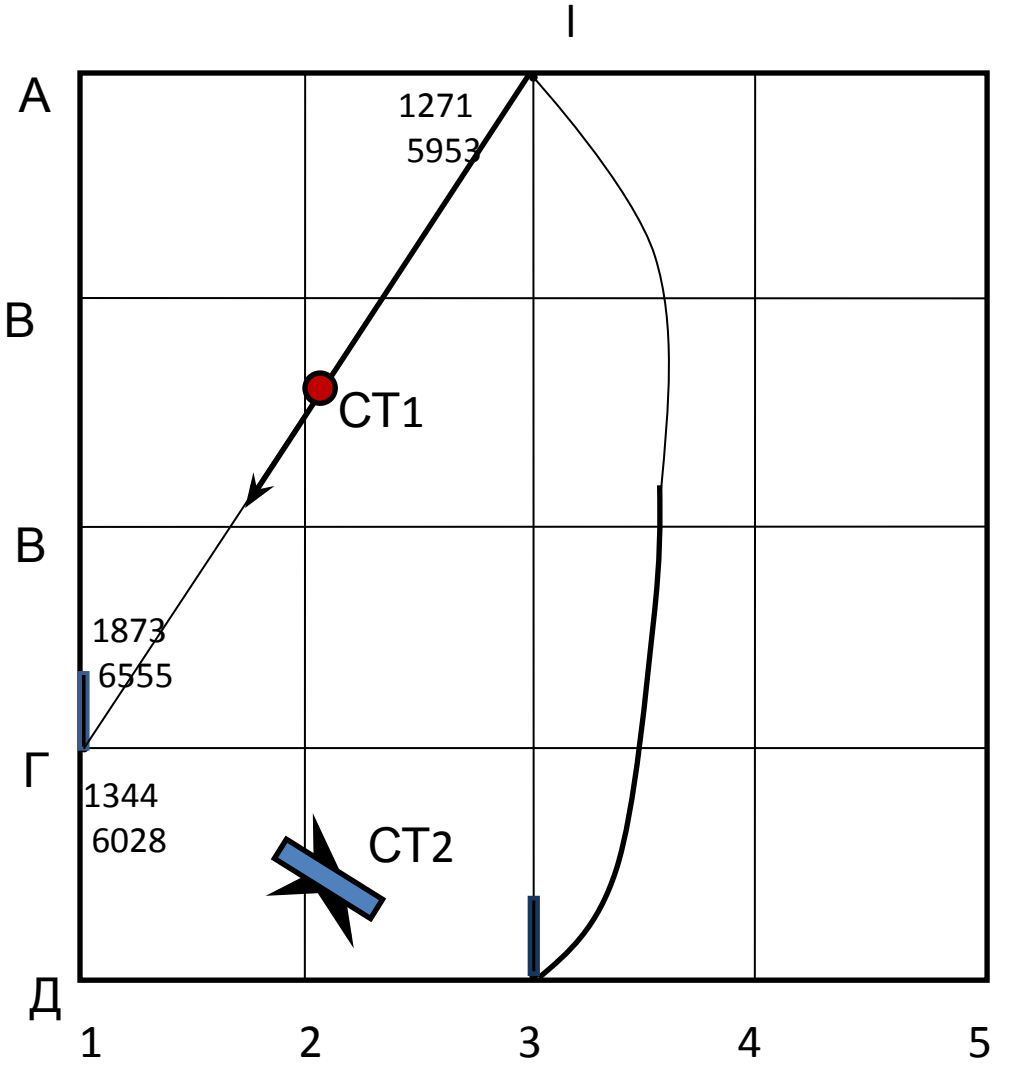

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
СТ2
1
2
3
4
5

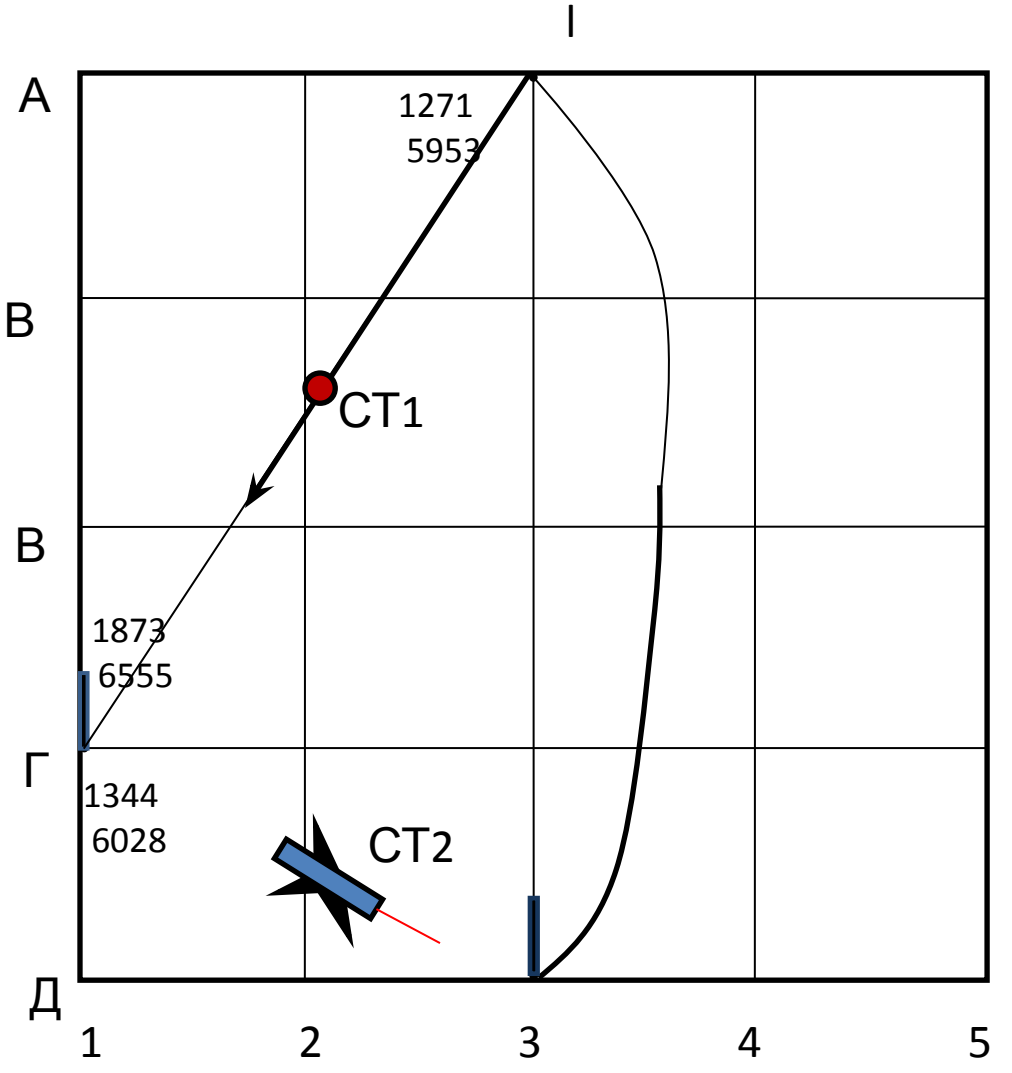

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1344
СТ2
1
2
3
4
5

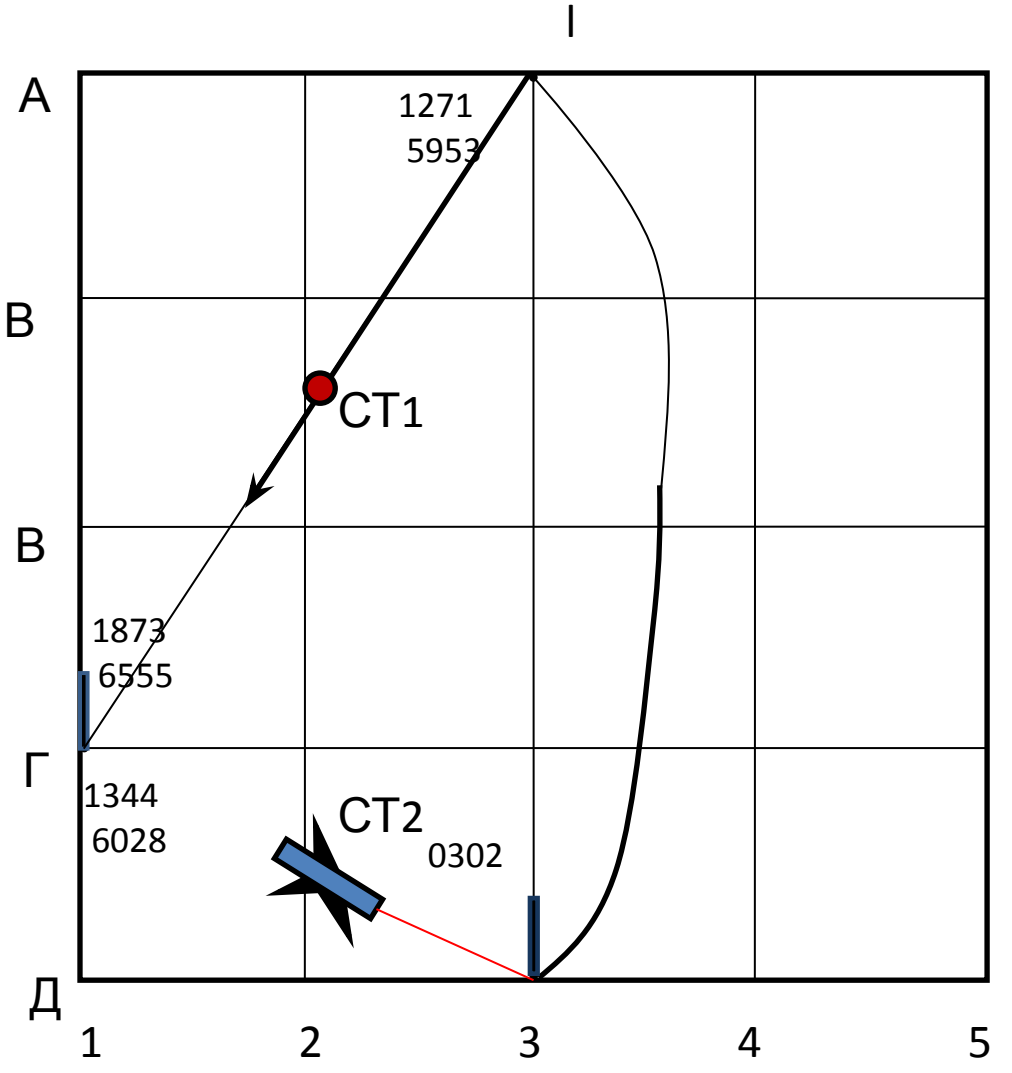

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1344
СТ2
1
2
3
4
5

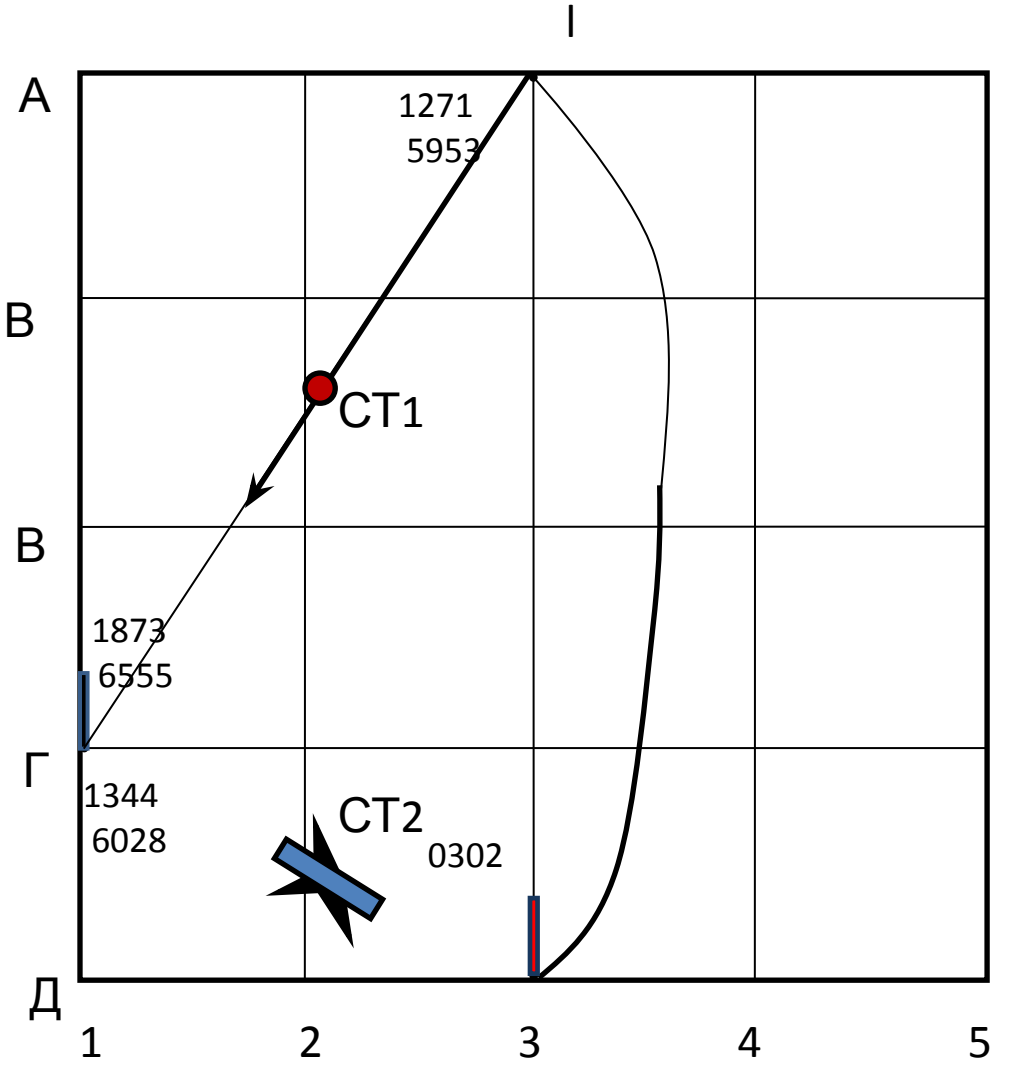

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1344
6028
СТ2
1
2
3
4
5

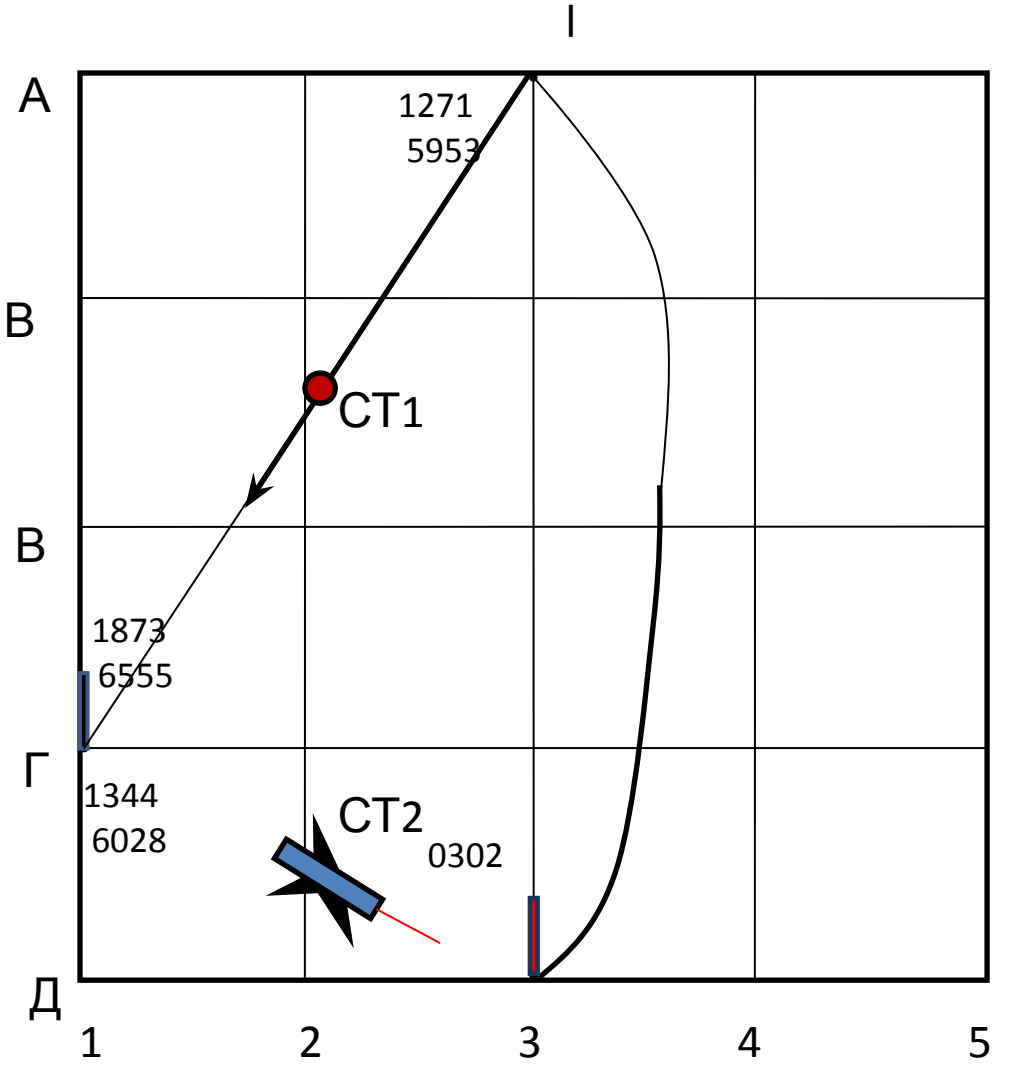

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1344
6028
СТ2
1
2
3
4
5

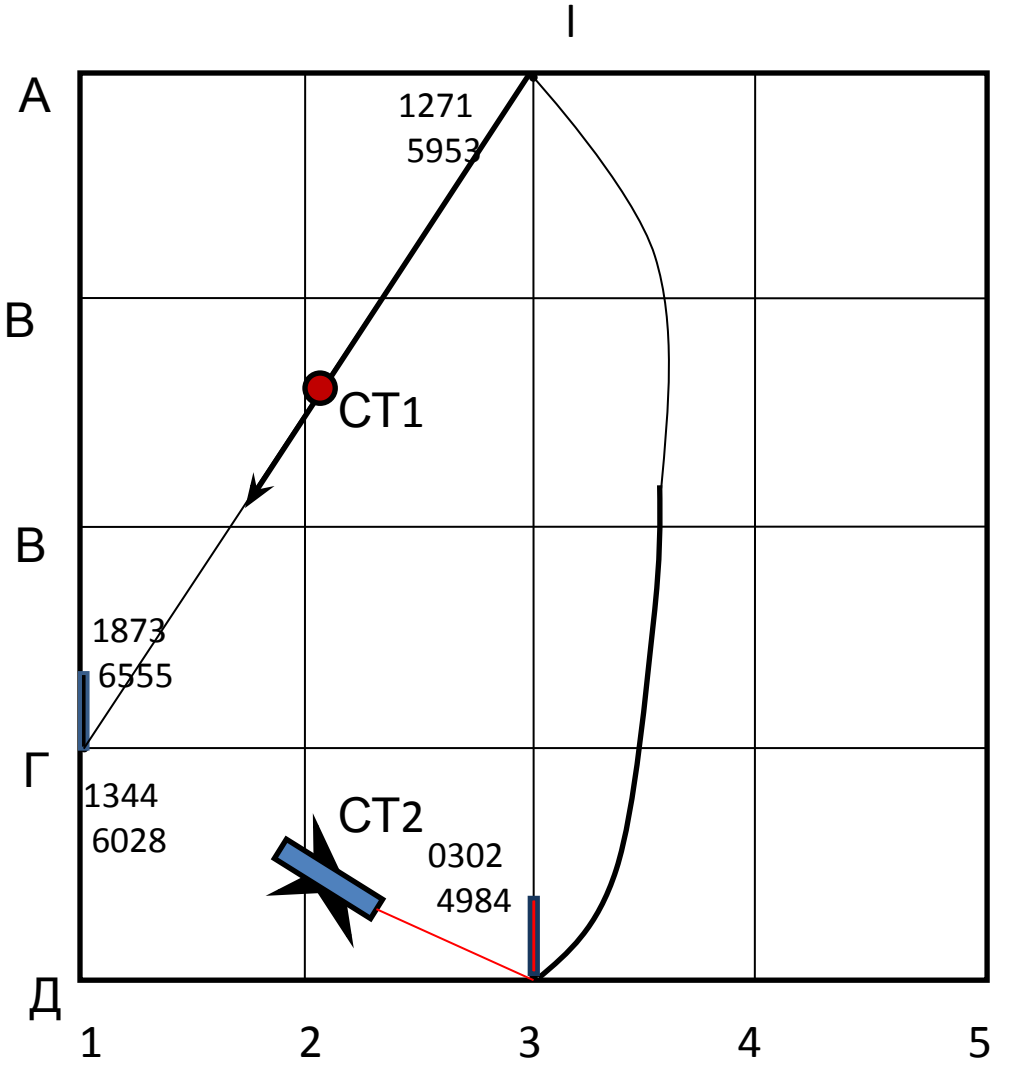

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1344
6028
СТ2
1
2
3
4
5


I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1344
6028
СТ2
1
2
3
4
5

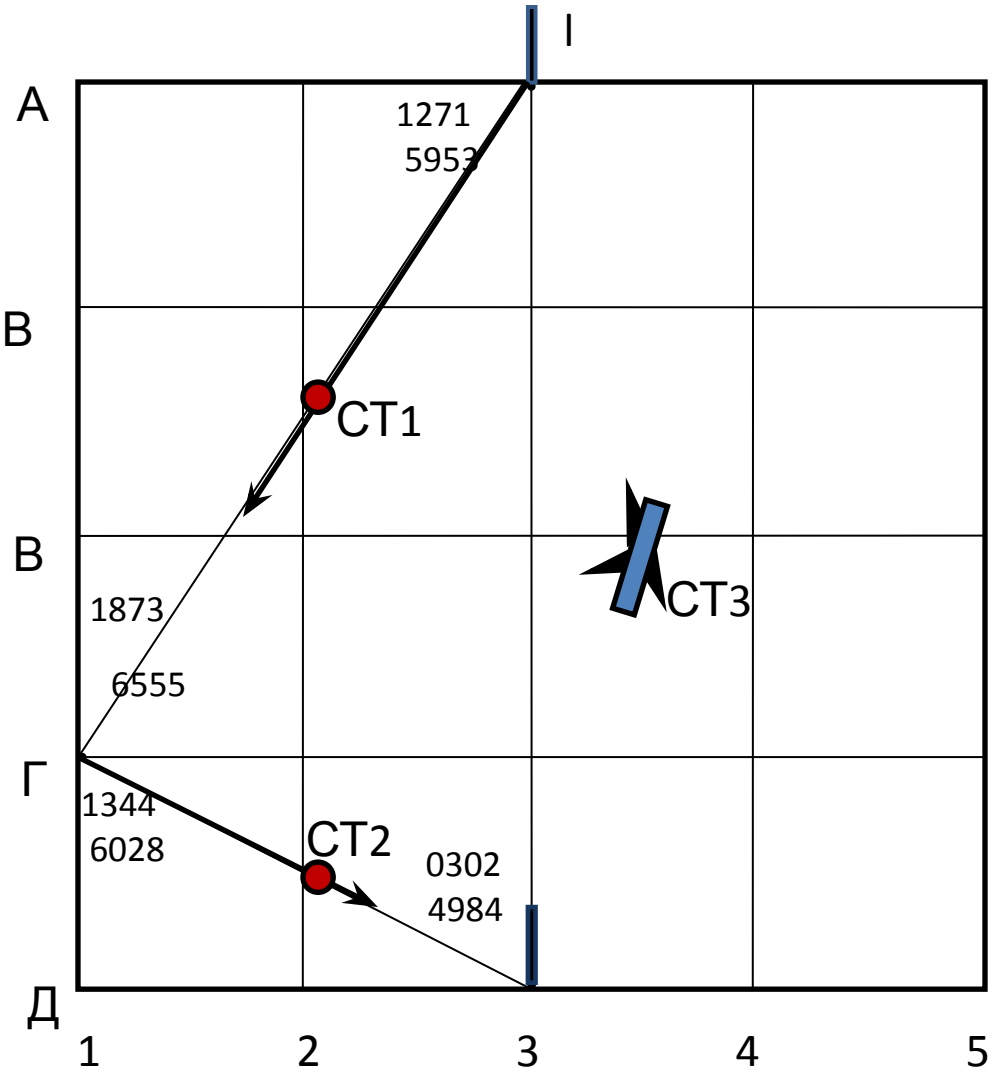

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1344
6028
СТ2
0302
1
2
3
4
5

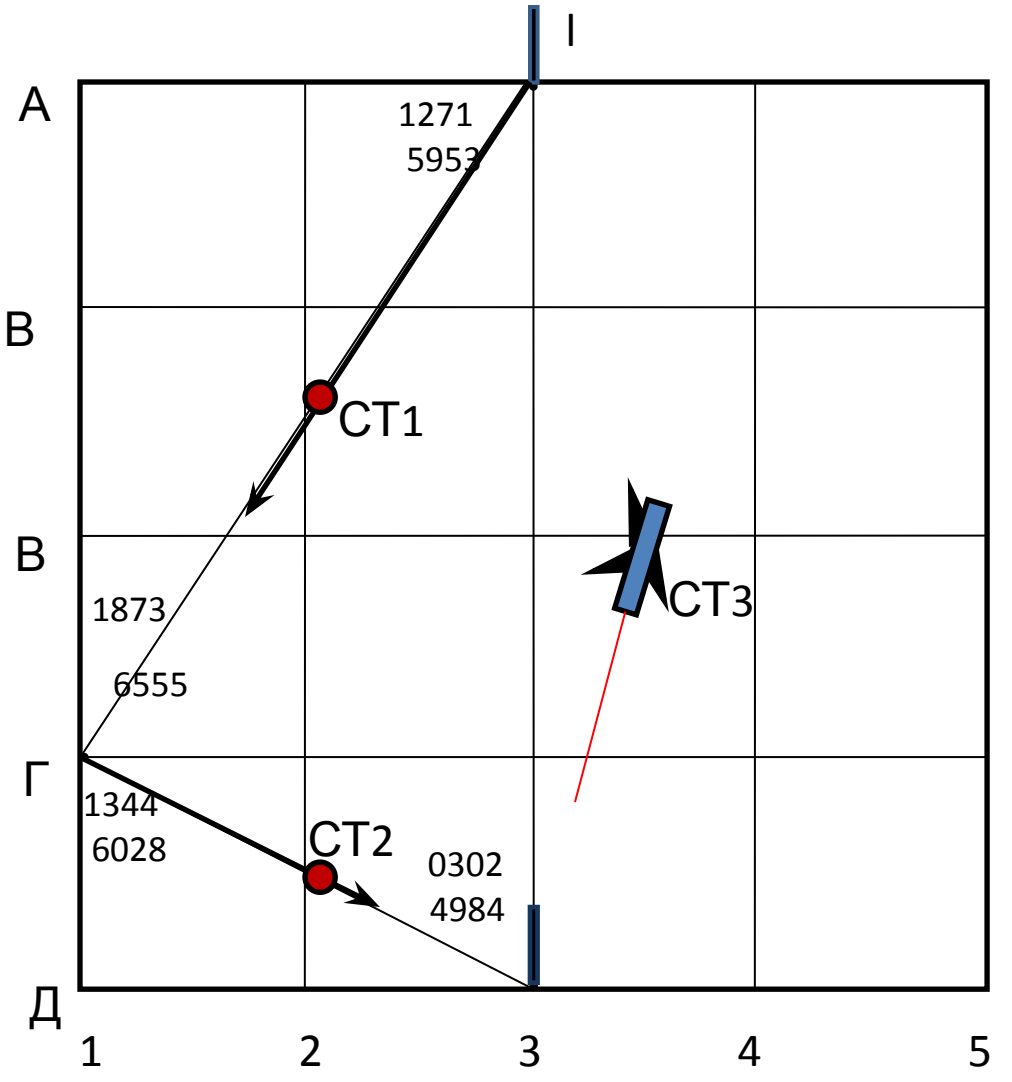

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1344
6028
СТ2
0302
1
2
3
4
5

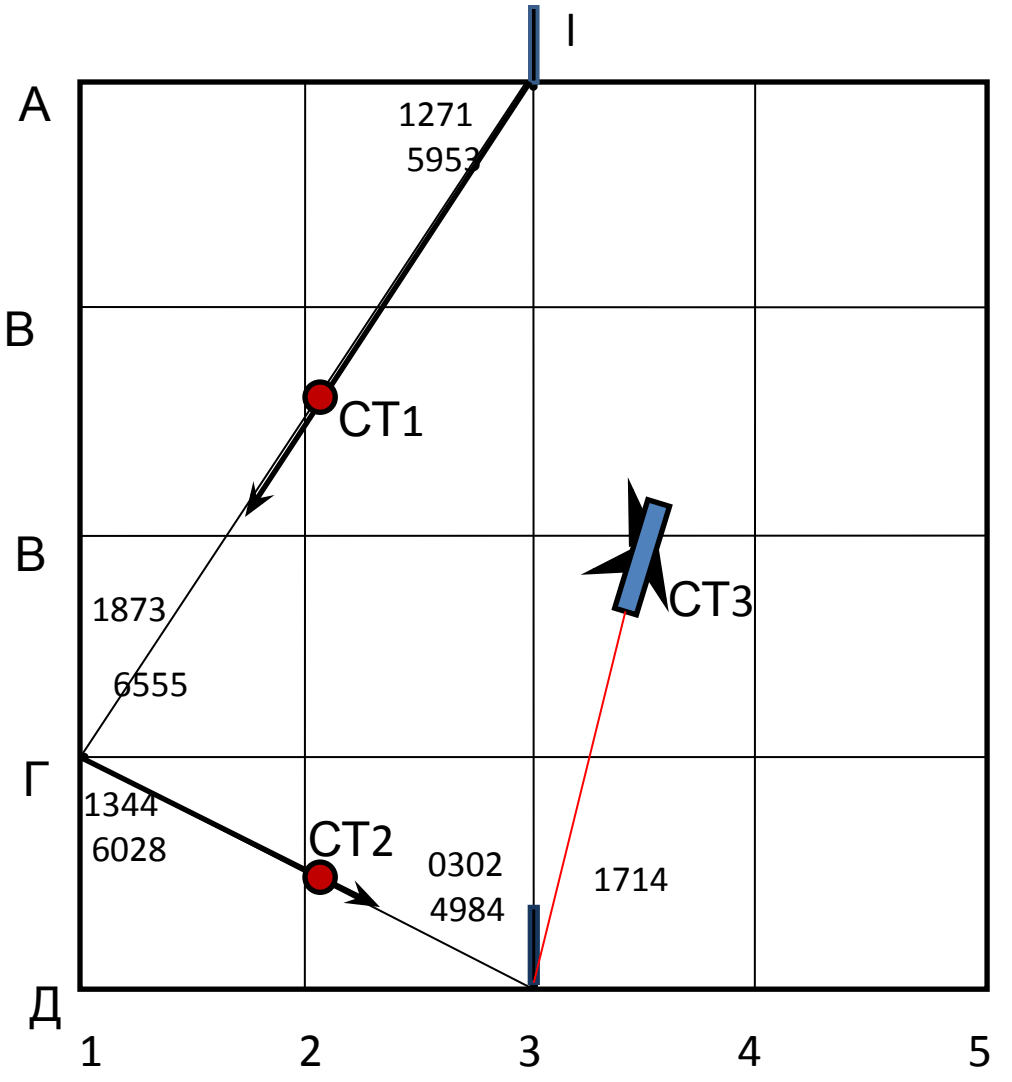

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1344
6028
СТ2
0302
1
2
3
4
5

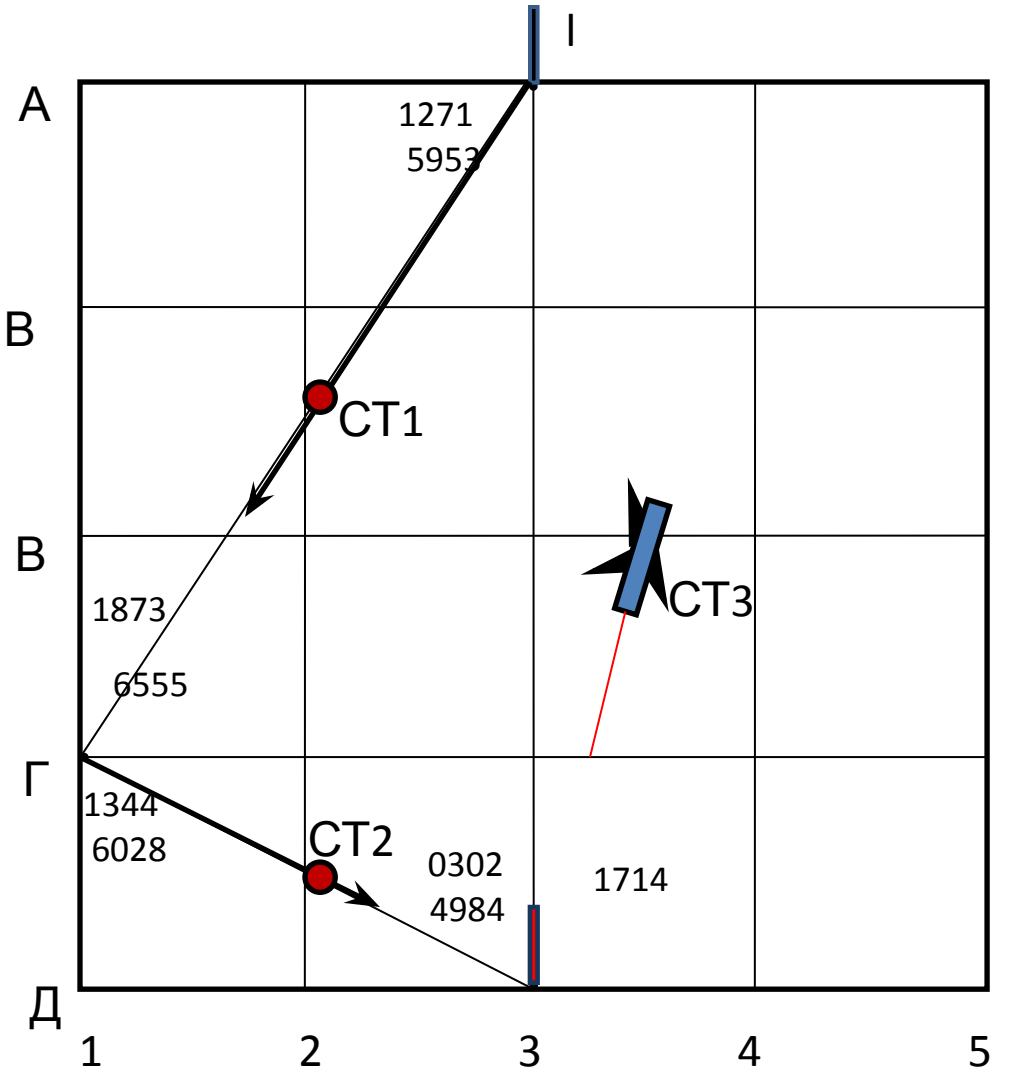

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1344
6028
СТ2
0302
4984
1
2
3
4
5

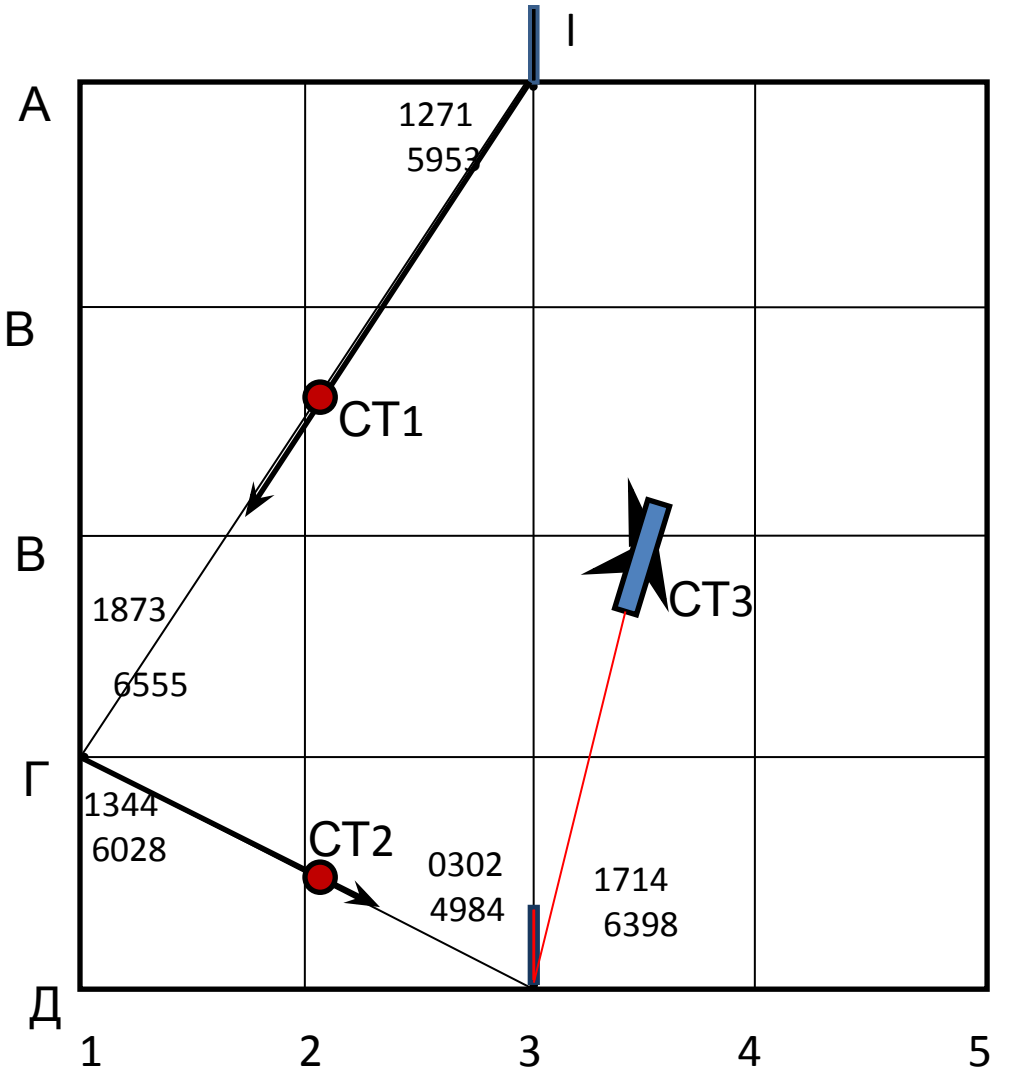
Устанавливаем нивелир на станцию №3 и берем отсчеты по рейкам установленным на т. Д3 и т.I, по черной и красной сторонам.

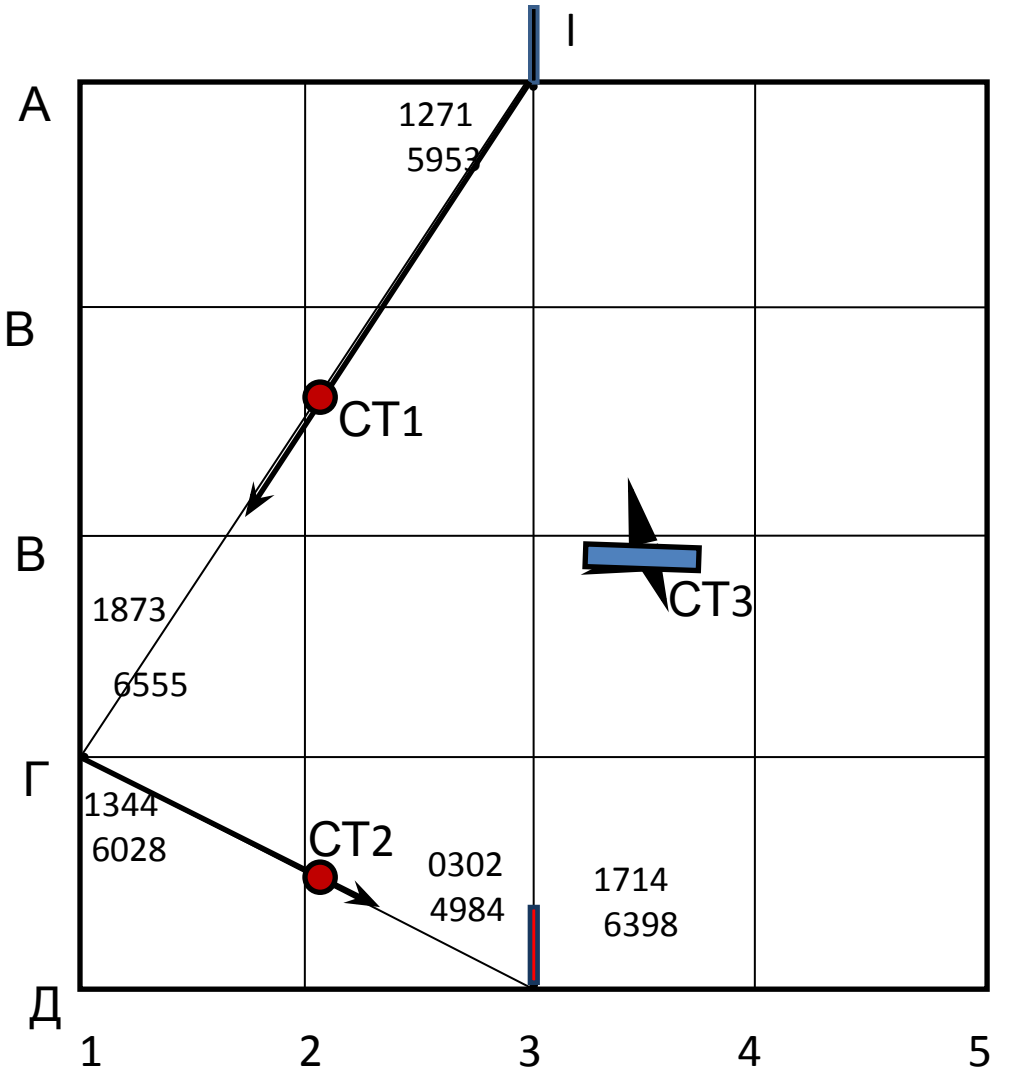


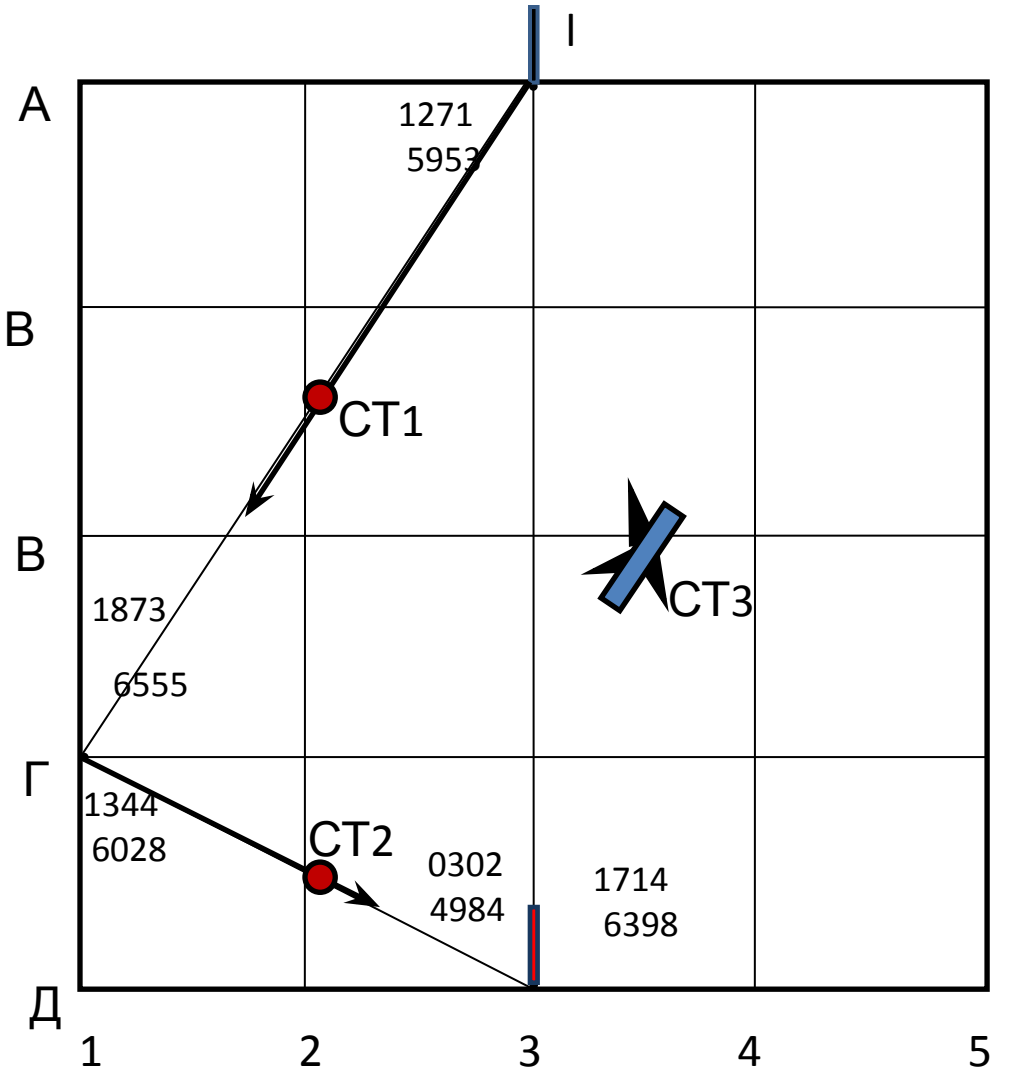

I
А
1271
5953
В
СТ1
В
СТ3
1873
6555
Г
1344
6028
СТ2
0302
4984
Д
1
2
3
4
5

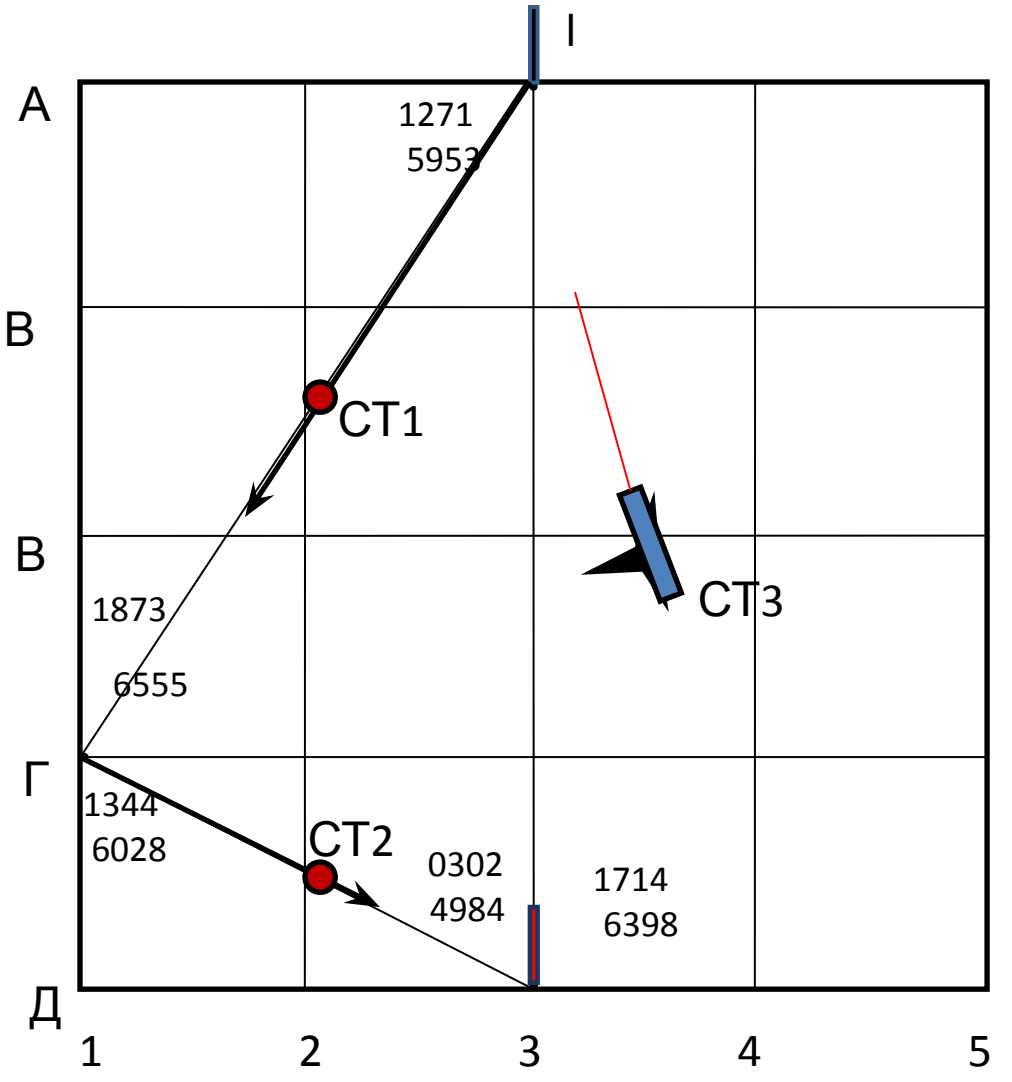

I
А
В
В
Г
Д
1
2
3
4
5
1271
5953
СТ1
СТ3
1873
6555
1344
6028
СТ2
0302
4984
1714

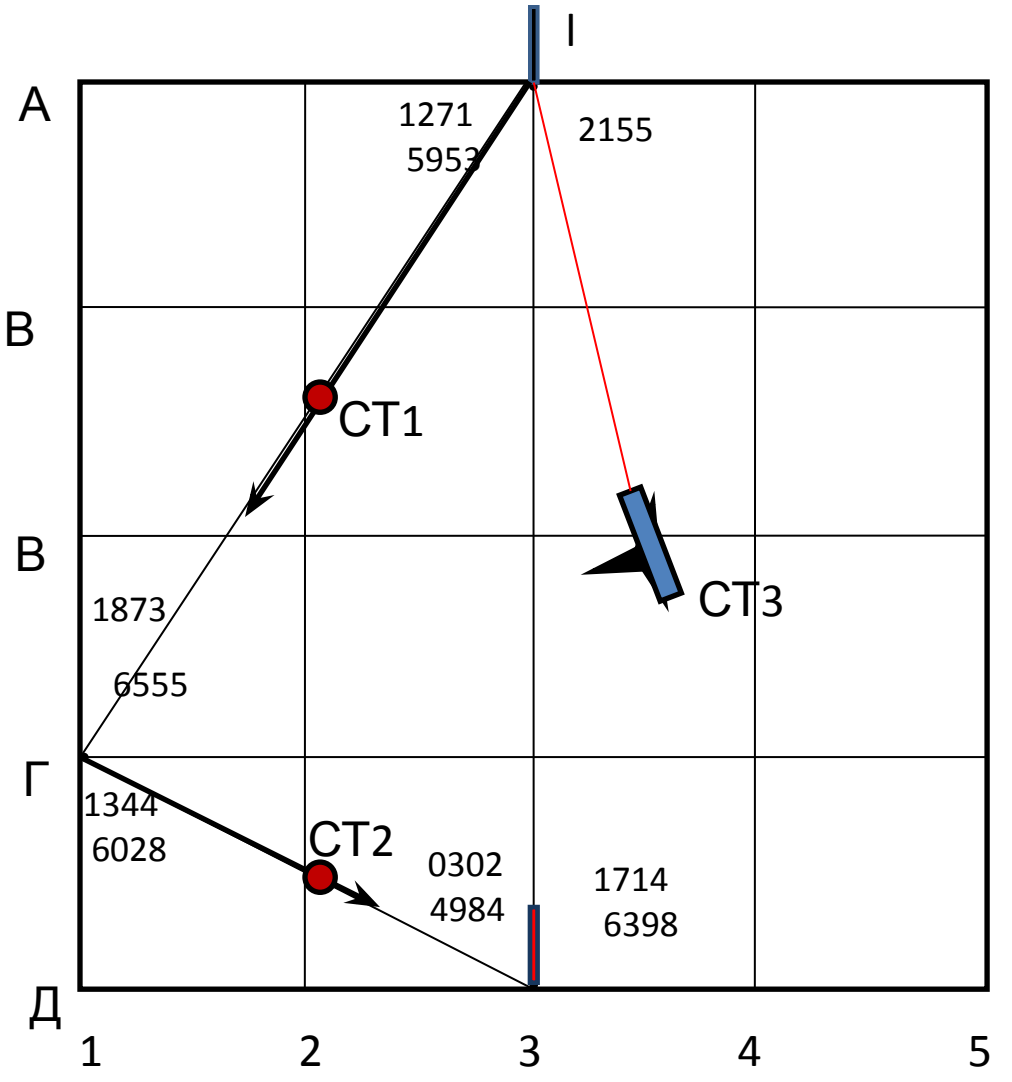

I
А
В
В
Г
Д
1
2
3
4
5
1271
5953
СТ1
СТ3
1873
6555
1344
6028
СТ2
0302
4984
1714

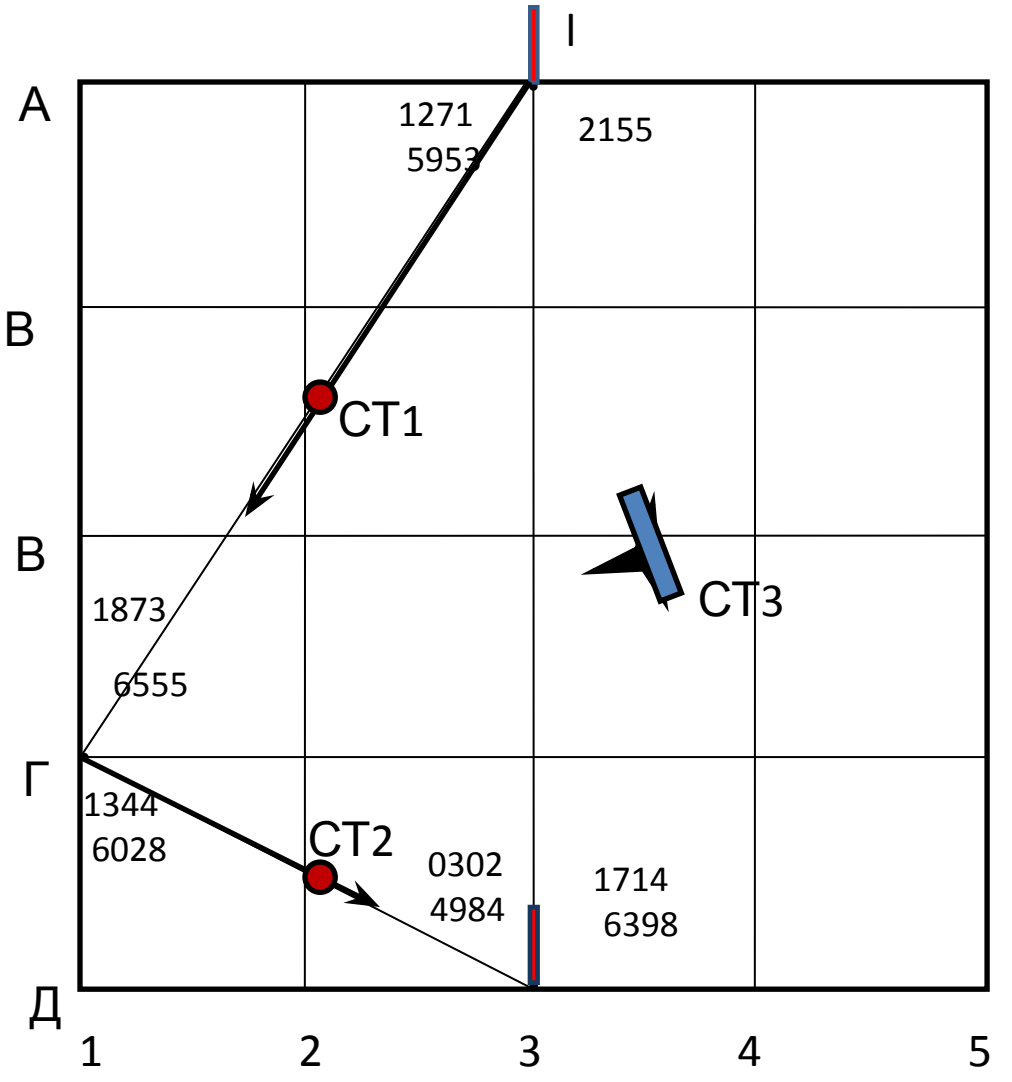

I
А
В
В
Г
Д
1
2
3
4
5
1271
5953
СТ1
СТ3
1873
6555
1344
6028
СТ2
0302
4984
1714
6398

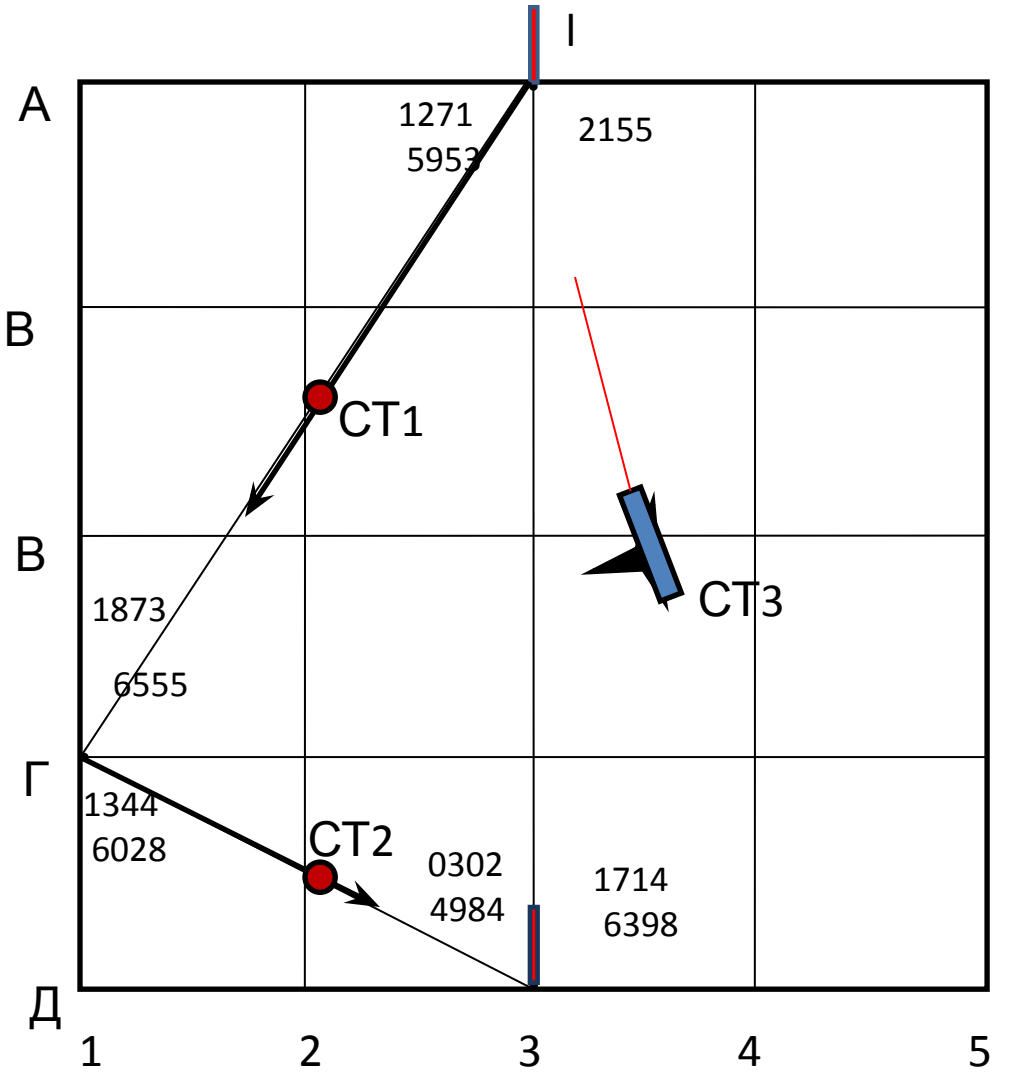

I
А
1271
5953
В
СТ1
В
СТ3
1873
6555
Г
1344
6028
СТ2
0302
4984
1714
6398
Д
1
2
3
4
5

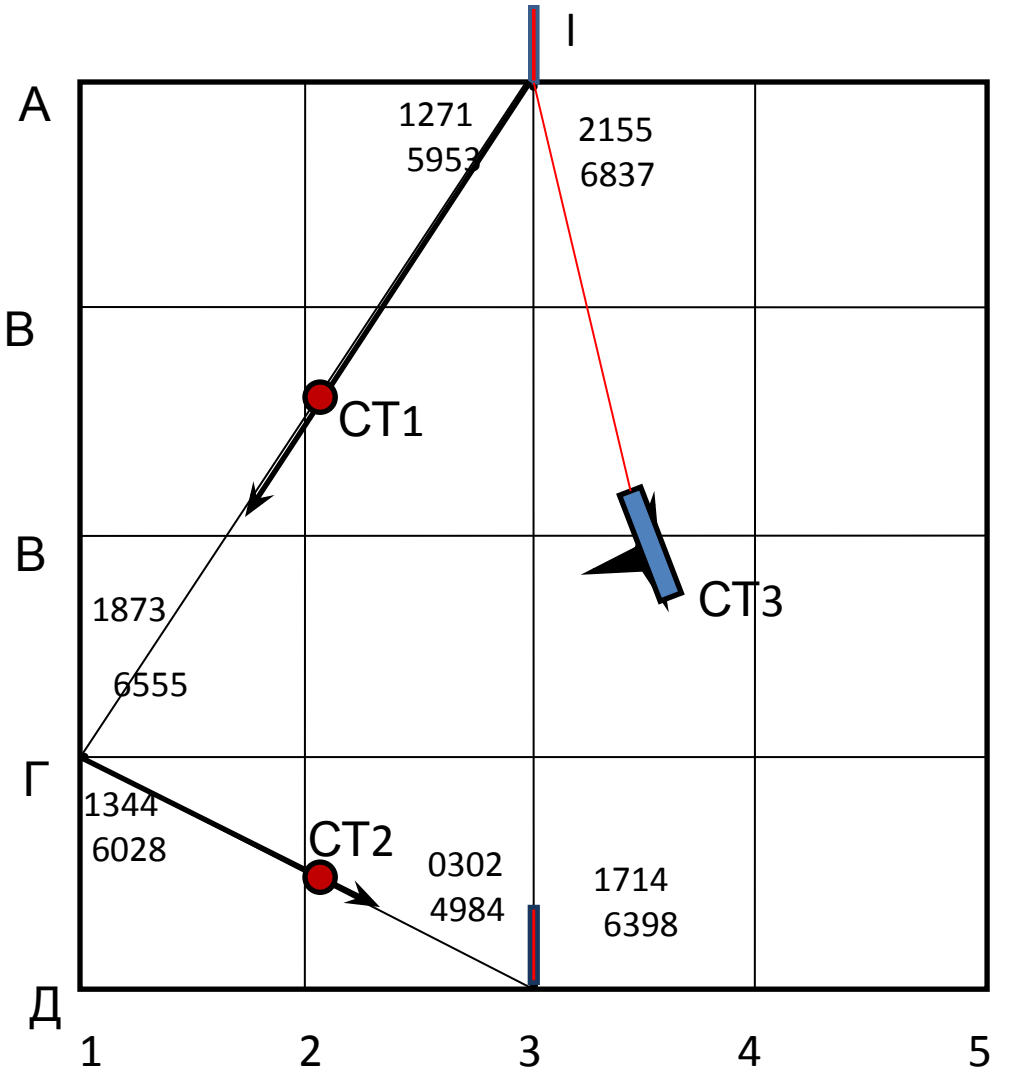

I
А
В
В
Г
Д
1
2
3
4
5
1271
5953
СТ1
СТ3
1873
6555
1344
6028
СТ2
0302
4984
1714
6398


I
А
1271
5953
В
СТ1
В
СТ3
1873
6555
Г
1344
6028
СТ2
0302
4984
1714
6398
Д
1
2
3
4
5

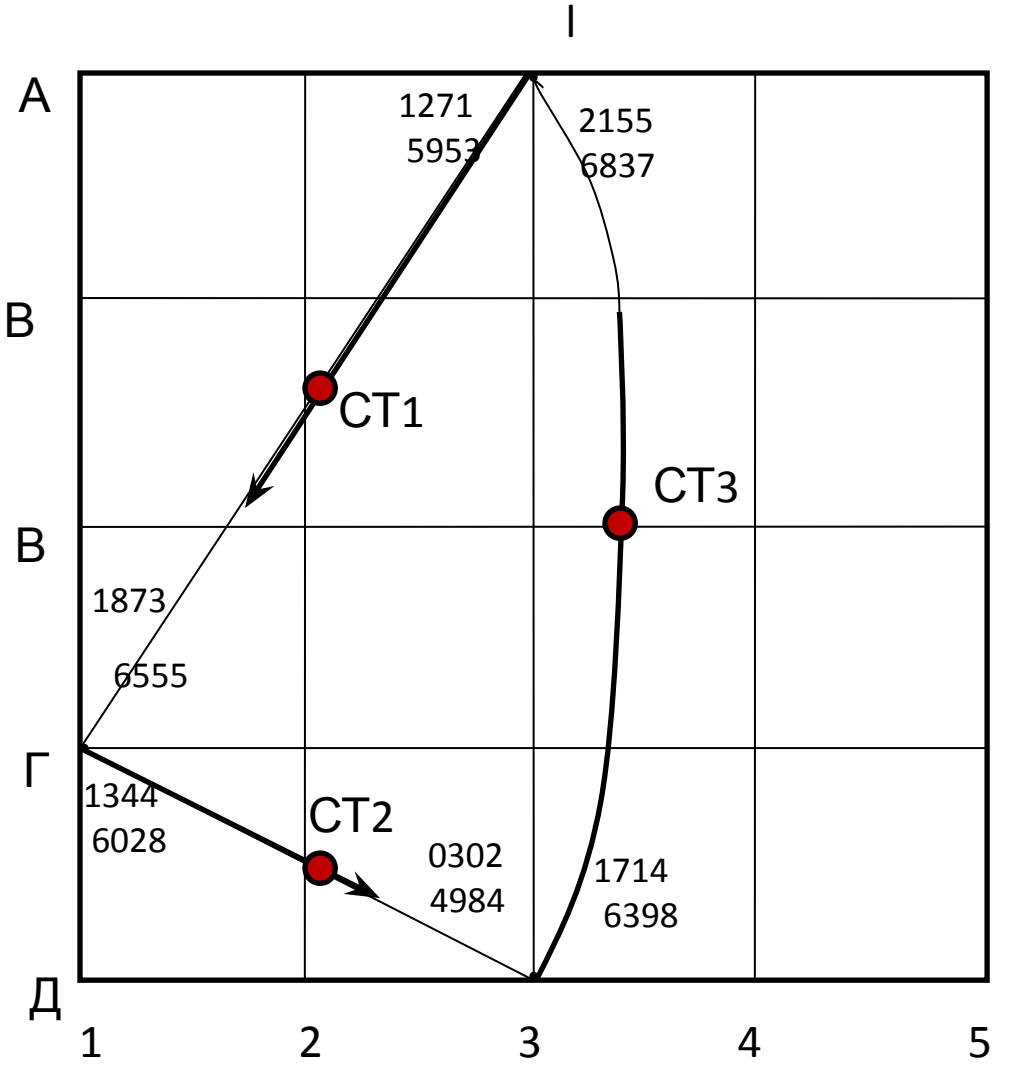

I
А
В
В
Г
Д
1
2
3
4
5
1271
5953
2155
СТ1
СТ3
1873
6555
1344
6028
СТ2
0302
4984
1714
6398


I
А
В
В
Г
Д
1
2
3
4
5
1271
5953
2155
СТ1
СТ3
1873
6555
1344
6028
СТ2
0302
4984
1714
6398


I
А
В
В
Г
Д
1
2
3
4
5
1271
5953
2155
СТ1
СТ3
1873
6555
1344
6028
СТ2
0302
4984
1714
6398


I
А
В
В
Г
Д
1
2
3
4
5
1271
5953
2155
6837
СТ1
СТ3
1873
6555
1344
6028
СТ2
0302
4984
1714
6398

Определяем превышения между измеренными точками.



СТ1. При нивелирование со станции №1, отсчеты на точку I, являлись отсчетами на заднюю рейку (a), а отсчеты на т. Г1 – на переднюю (b).

$h_1 = a_ч – b_ч = 1271 – 1873 = - 0600$

$h_2 = a_{кр} – b_{кр.} = 5953 – 6555 = - 0602$

$h_{ср1} = - 0601$

СТ2. $h_1 = 1344 – 0302 = 1042$

$h_2 = 6028 – 4984 = 1044$

$h_{ср2} = 1043$

СТ3. $h_1 = 1714 - 2155 = - 0441$

$h_2 = 6398 – 6837 = - 0439$

$h_{ср3} = - 0440$

Находим сумму полученных средних превышений.

$\Sigma h_{ср} = (-0602) + 1043 + (- 0440) = 0001 = 1$ мм.

Но сумма превышений в замкнутом полигоне должна быть равна 0.

Полученная разница является невязкой нивелирного хода

$f h_{пол.} = 0.001$ м $= 1$ мм.

Определяем допустимую невязку полигона:

$f h_{доп.} = \pm 10$ мм. $\cdot \sqrt{n} = 17$ мм. $= 0.017$м., где $n=3$

Сравниваем допустимую невязку с полученной и видим, что

$f h_{доп.} = 17$ мм. $> f h_{пол.} = 1$ мм.

Если полученная невязка меньше или равна допустимой, значит измерения проведены правильно.

Полученная невязка разбрасывается равномерно, на все превышения, с обратным знаком. Но полученная невязка равна 1 мм., а нивелирование производится с точностью до 1 мм. Поэтому добавляем невязку к одному из превышений например: - 0440 +(- 0001) = - 0441.

Находим сумму исправленных превышений.

$\Sigma h_{исп.} = (-0602) + 1043 + (-0441) = 0$

Известна отметка точки I, $H_I = 50.000$, (отметка т.I задается преподавателем). Тогда отметки последующих точек будут равны:

$H_{Г1} = H_I + h_{ср1.испр.} = 50.000 + (-0.602) = 49.398$ м.

$H_{Д3} = H_{Г1} + h_{ср2.испр.} = 49.398 + 1.043 = 50.441$ м.

$H_I = H_{Д3} + h_{ср3.испр.} = 50.441 + (-0.441) = 50.000$ м.

Равенство начального и конечного значений H_I, свидетельствует о правильности произведенных расчетов.

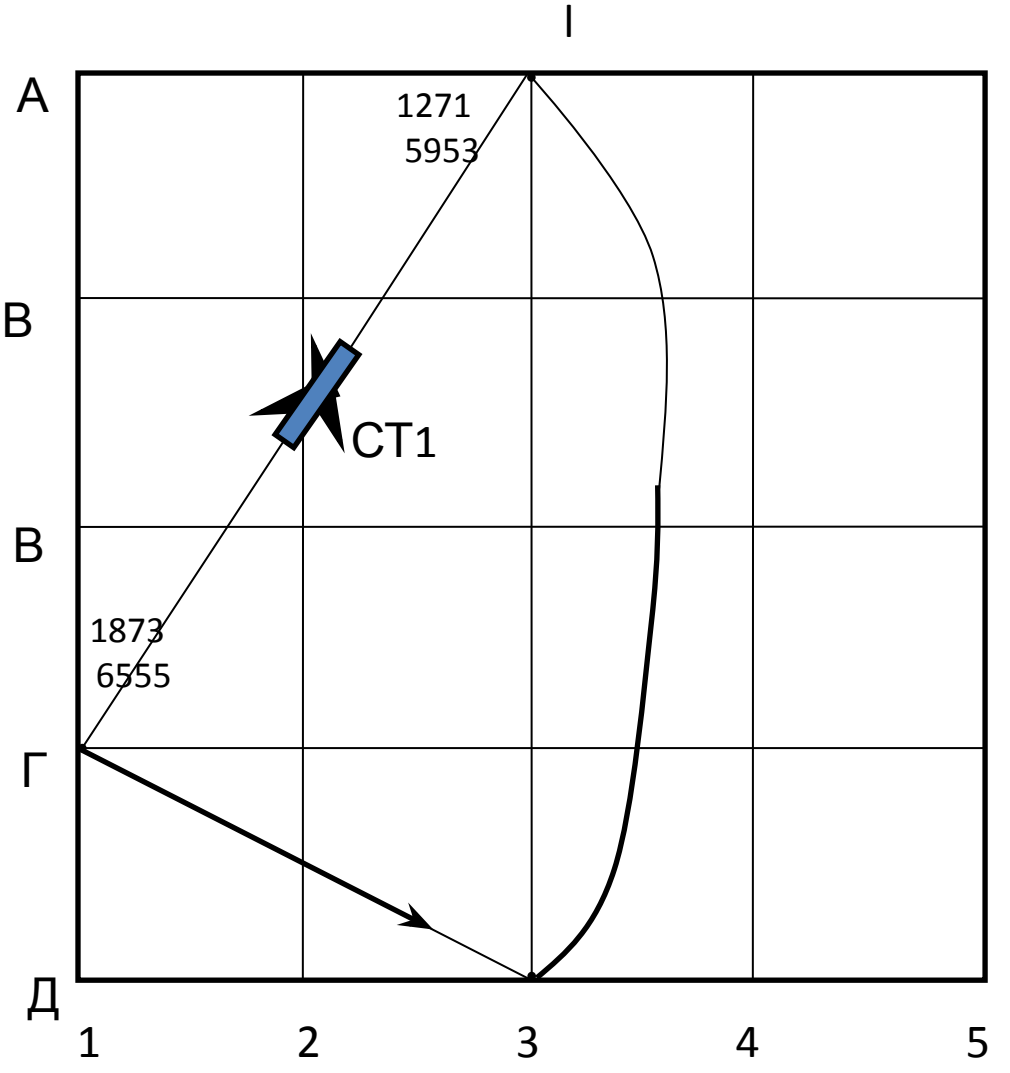
Все полученные данные вносим в ведомость (таблица №1).
Ведомость вычисления отметок связующих точек.

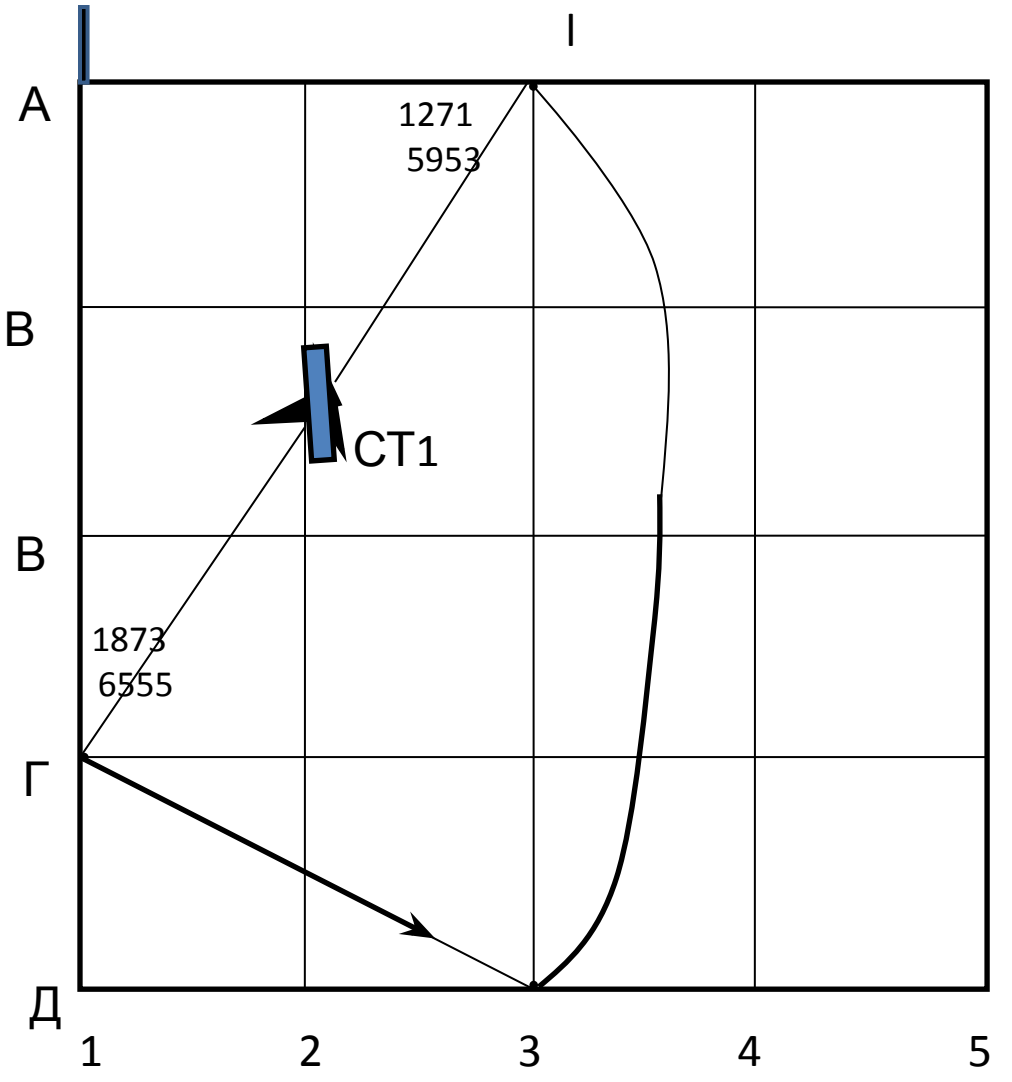
Таблица №1.

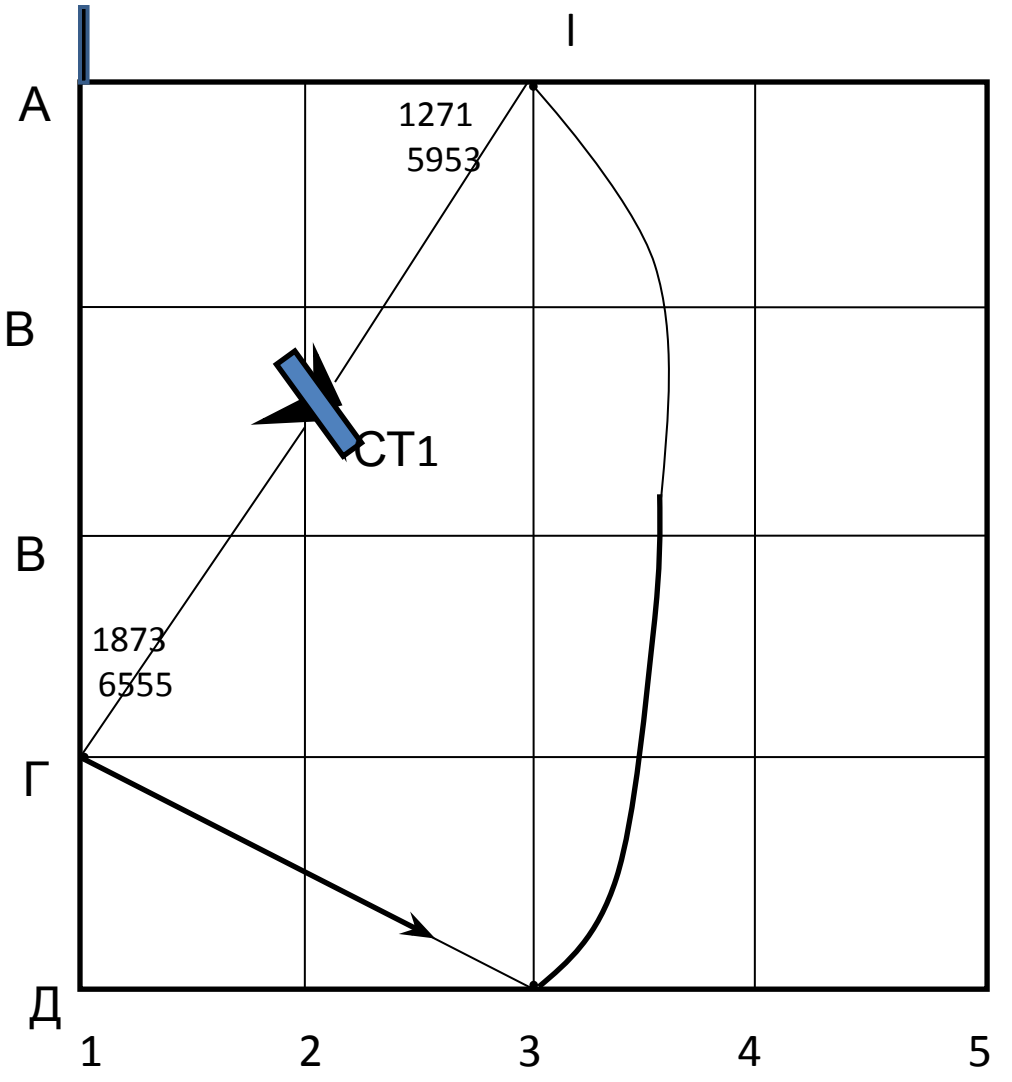
№ точек.	Измеренные превышения (мм)	Исправлен. Превышен. (мм)	Отметки точек (м)
I	- 0602	- 0602	50.000
Г1	1043	1043	49.398
Д3	- 0440	-0441	50.441

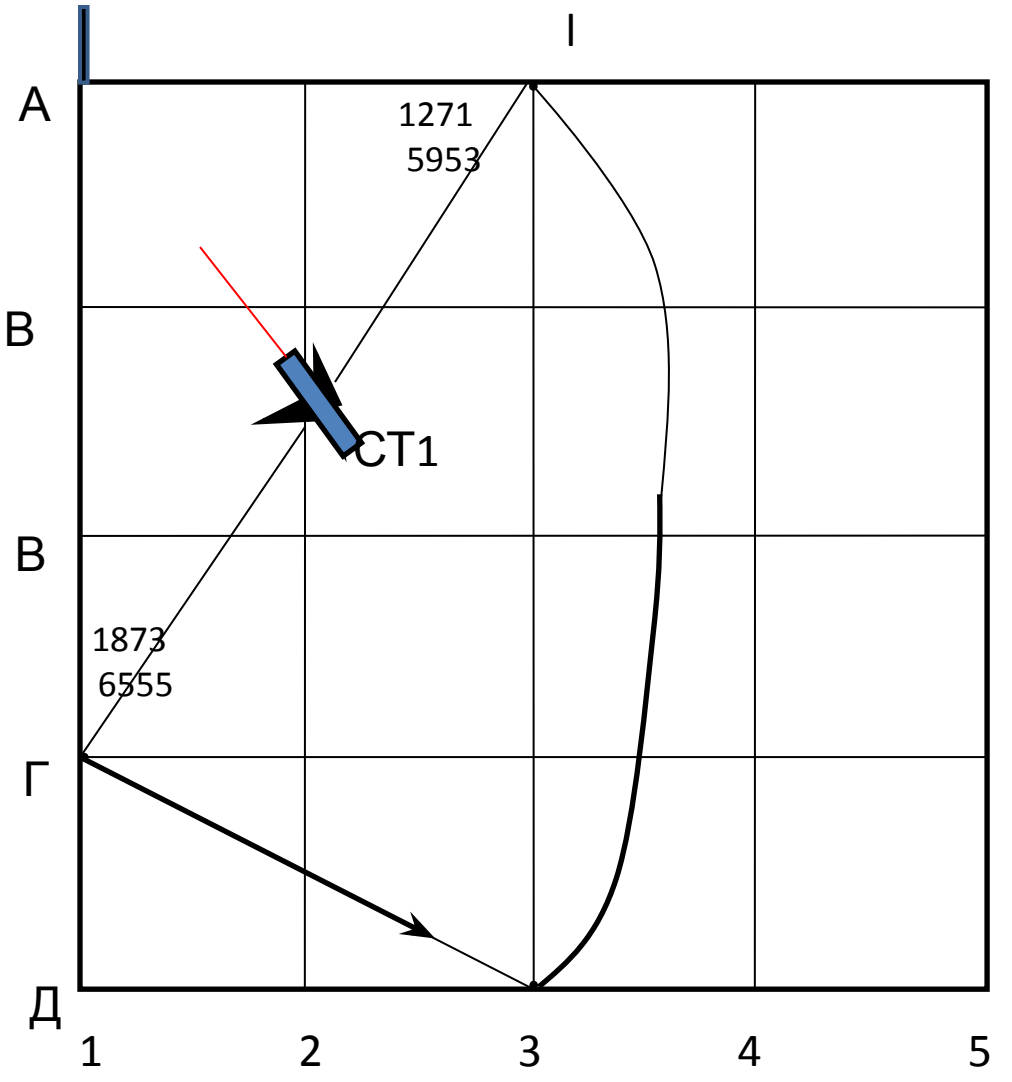
ВЫЧИСЛЕНИЕ ОТМЕТОК ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ТОЧЕК.
Все остальные точки, расположенные на углах квадратов, нивелируемой площадки, сняты как промежуточные со станций №1 и №3.

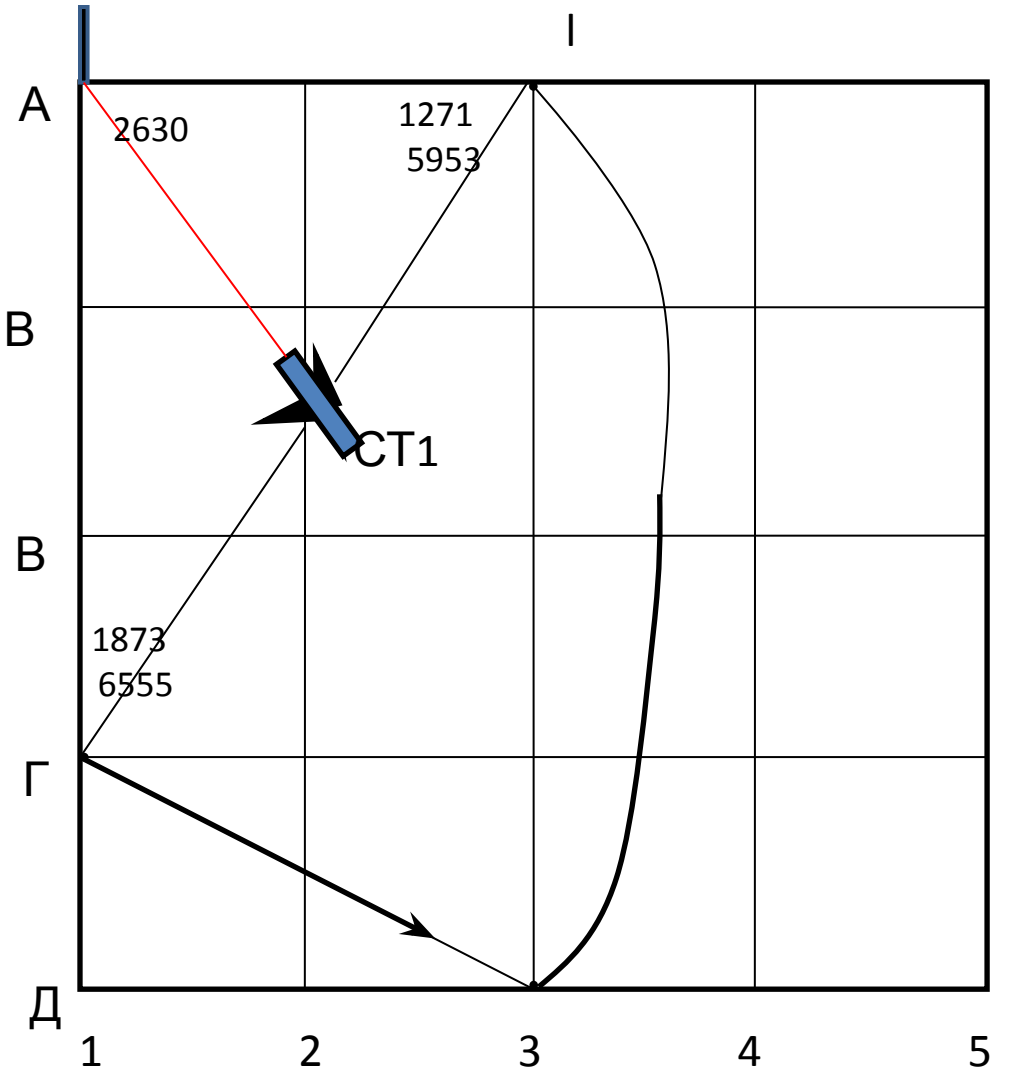
После того как со СТ1, были получены отсчеты на связующие точки, нивелир наводился на промежуточные точки и брались отсчеты по черной стороне рейки.

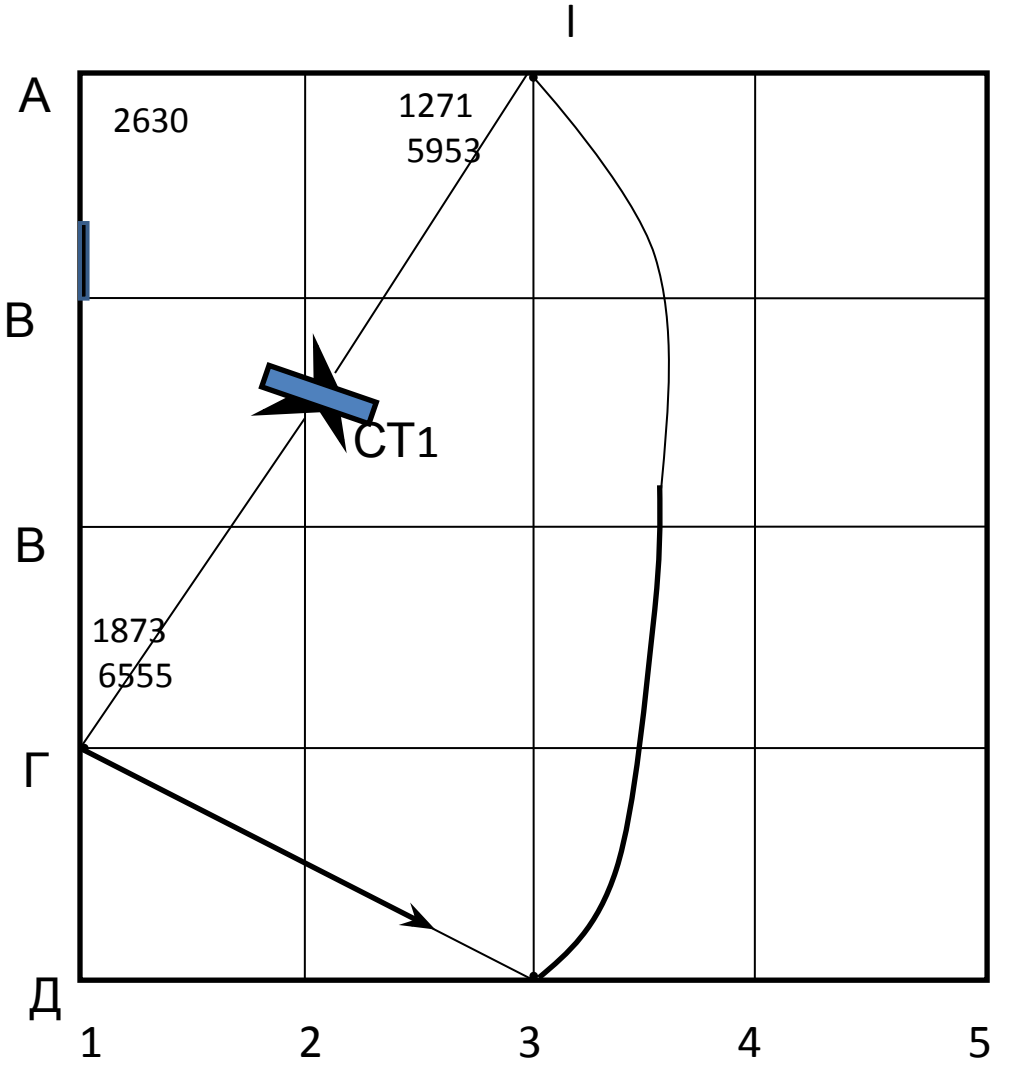


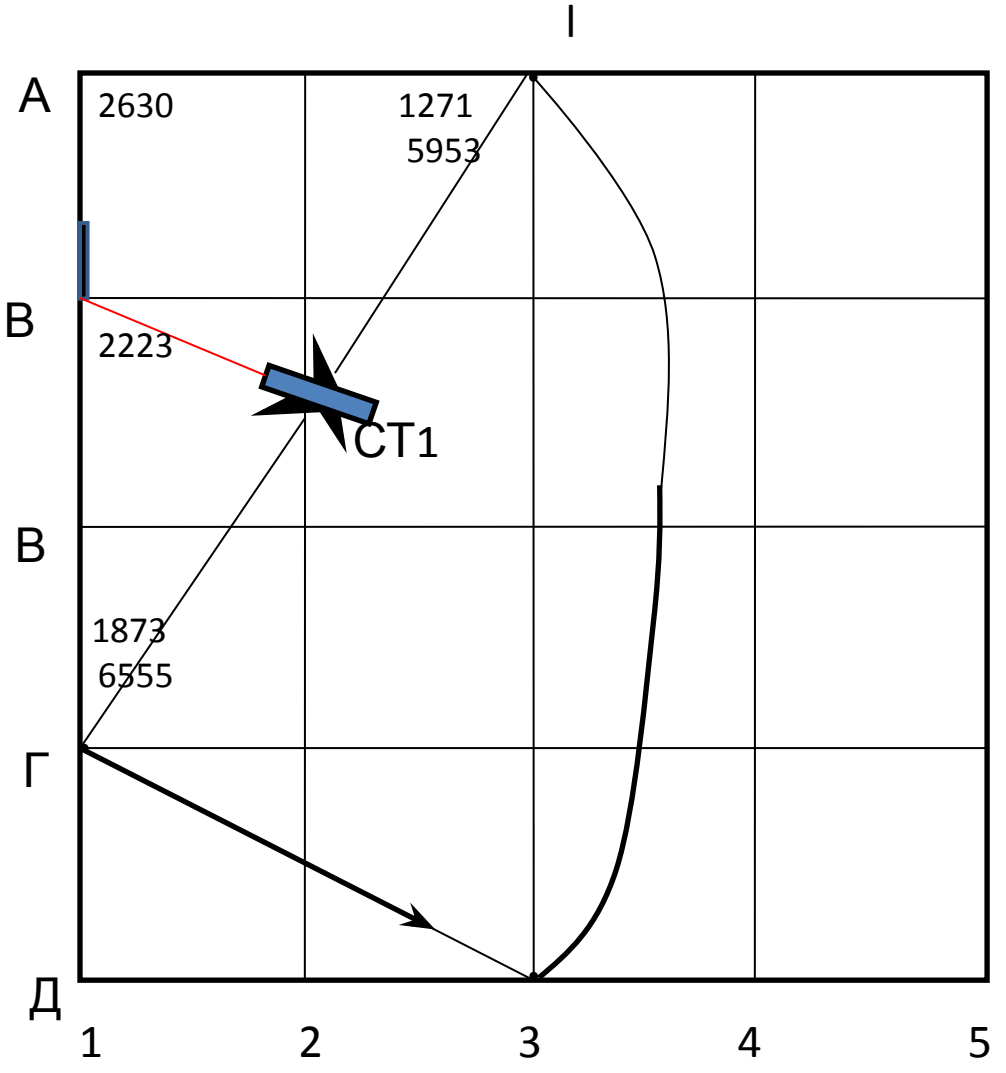

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1
2
3
4
5

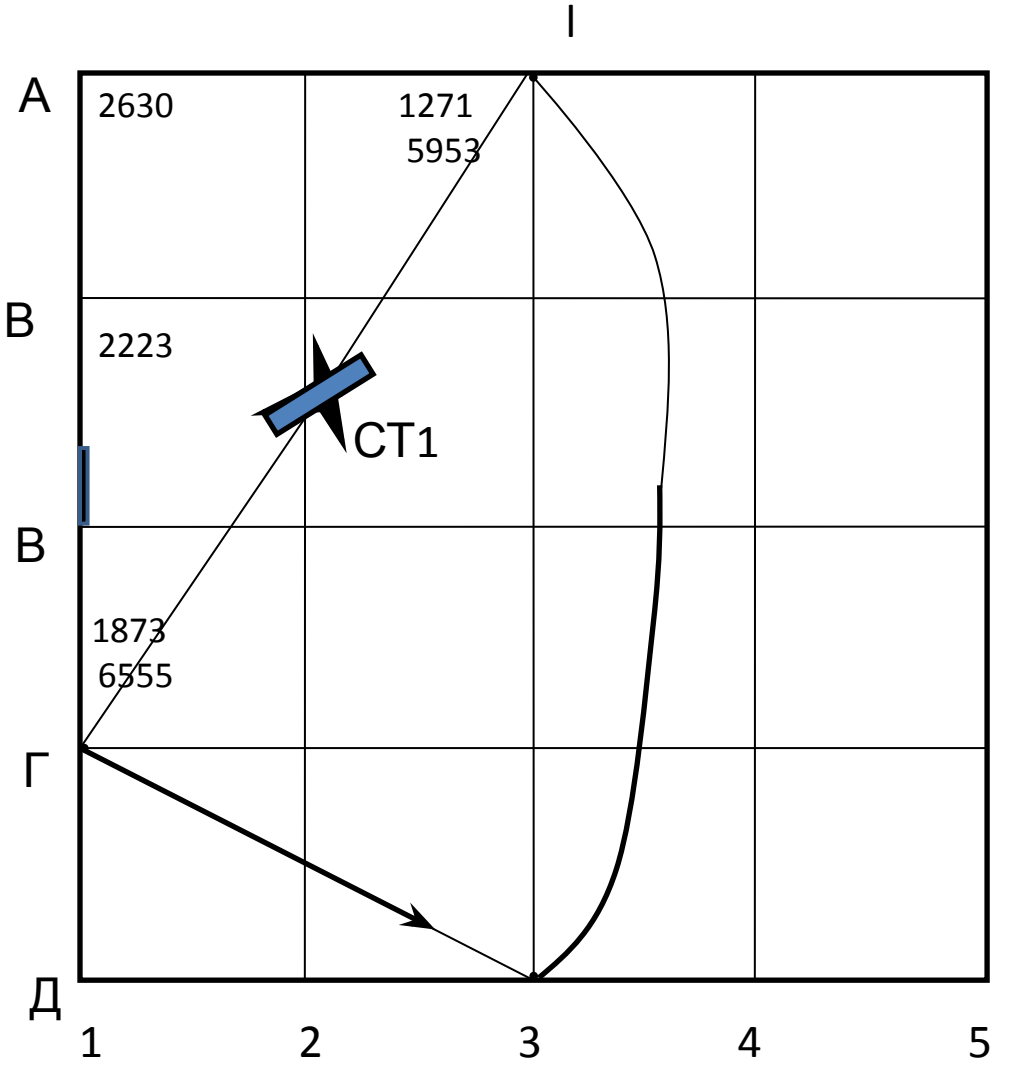

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1
2
3
4
5

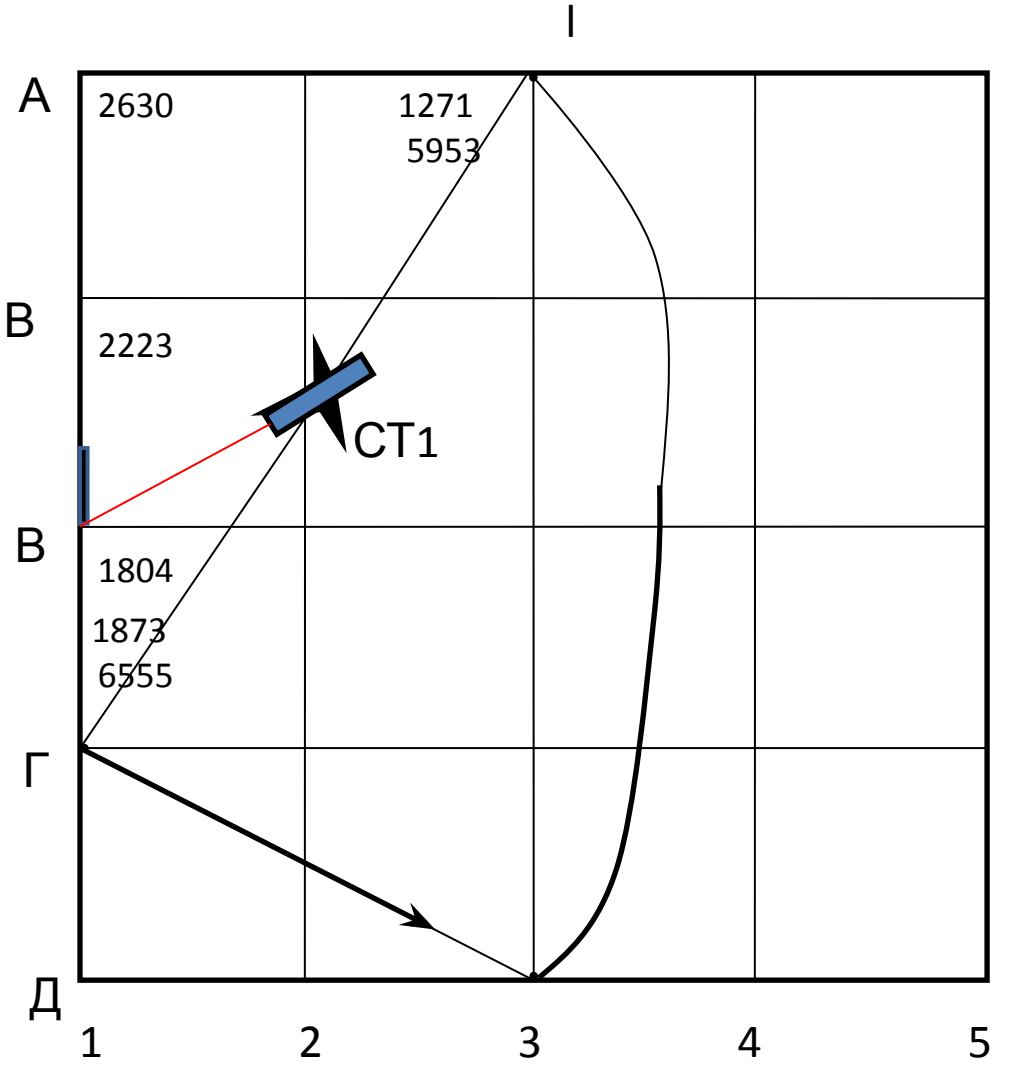

I
А
В
В
Г
Д
1271
5953
СТ1
1873
6555
1
2
3
4
5


I
А
2630
1271
5953
В
СТ1
В
1873
6555
Г
Д
1
2
3
4
5


I
А
2630
1271
5953
В
СТ1
В
1873
6555
Г
Д
1
2
3
4
5


I
А
В
В
Г
Д
2630
1271
5953
2223
СТ1
1873
6555
1
2
3
4
5


I
А
2630
1271
5953
В
2223
СТ1
В
1873
6555
Г
Д
1
2
3
4
5


I
А
2630
1271
5953
В
2223
СТ1
В
1804
1873
6555
Г
Д
1
2
3
4
5

Аналогичным способом были получены остальные отсчеты со станции №1, а также со станции №3.

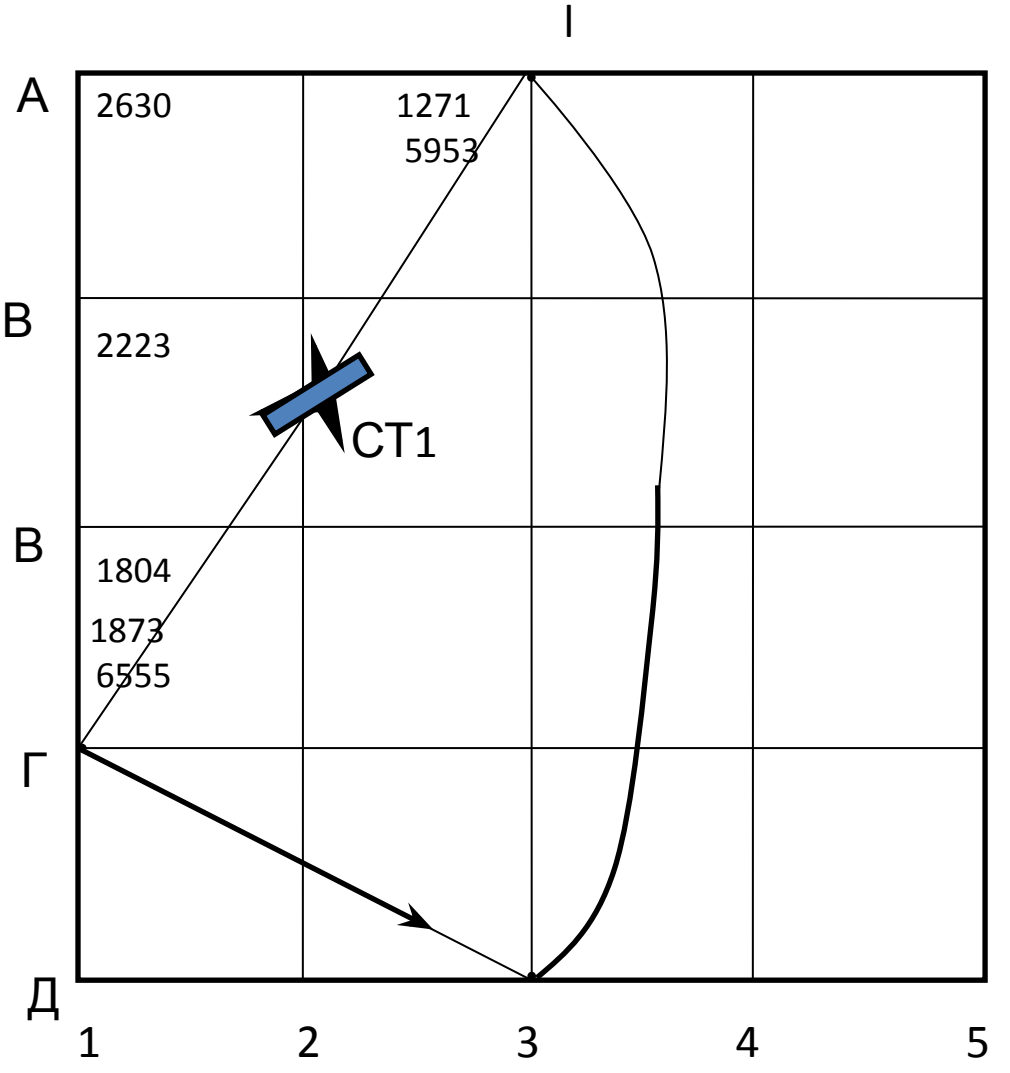
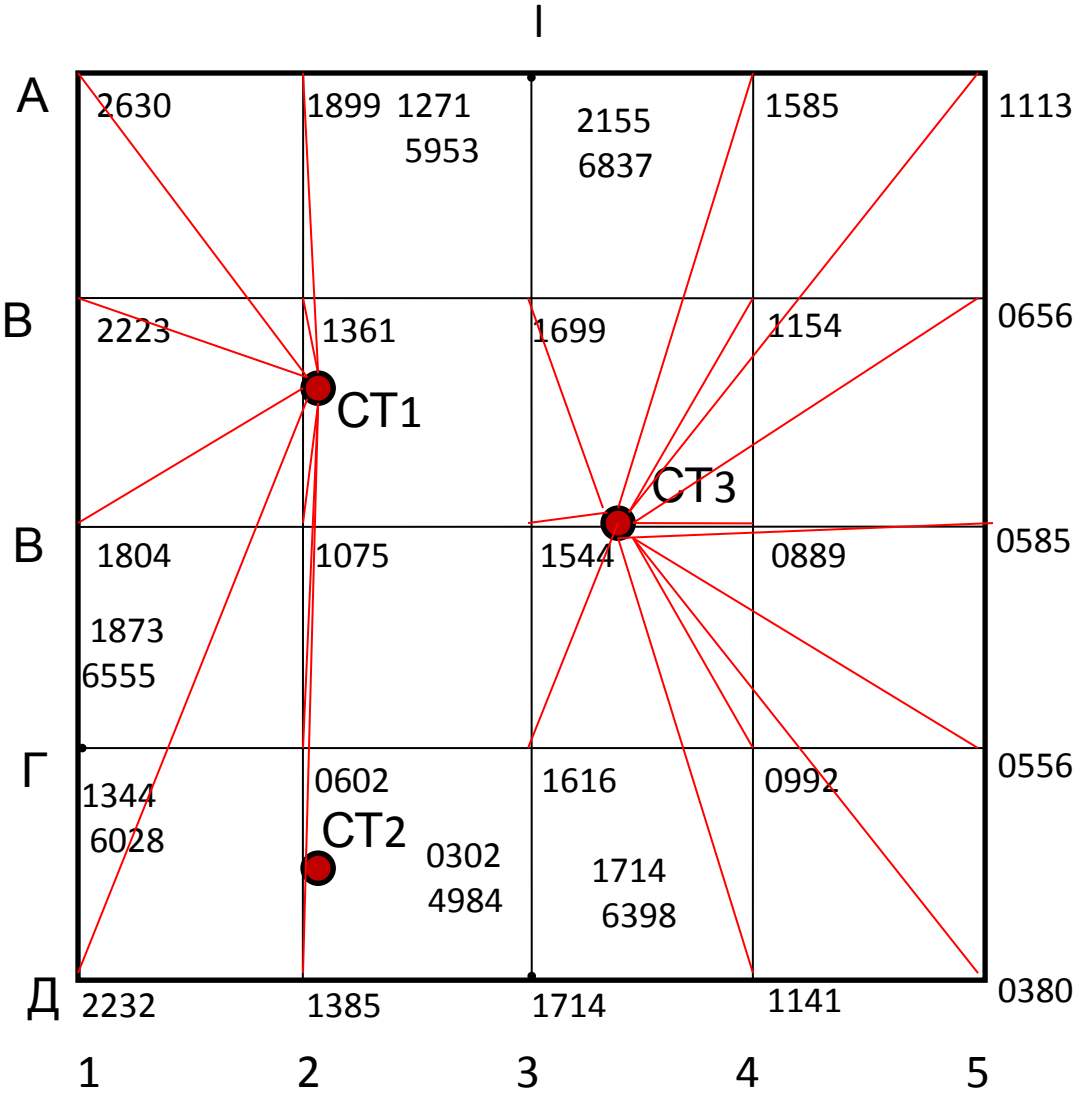


Схема нивелирования промежуточных точек со станций №1 и №3.



Пользуясь данными таблицы №1, находим значения горизонта прибора для СТ1.

$ГП1 = H_I + a_ч = 50.000 + 1.271 = 51.271$

$ГП2 = H_{Г1} + b_ч = 49.398 + 1873 = 51.271$

$ГПср = (ГП1 + ГП2)/2 = 51.271$

Определяем значения абсолютных отметок промежуточных точек по формуле: Нпр = ГПср - с, где с отсчет на промежуточной точке по черной стороне рейки.

H_{A1} = 51.271 – 2.630 = 48.641

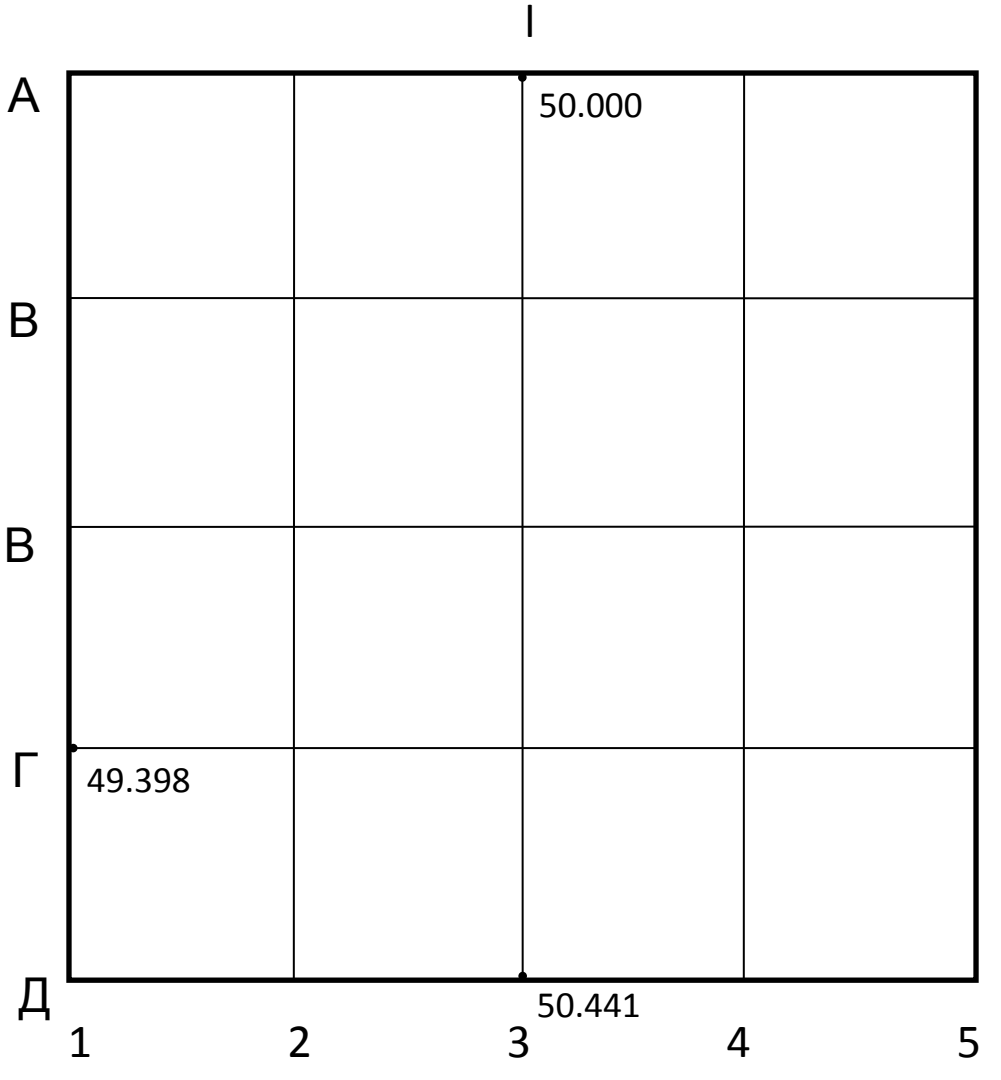
H_{A2} = 51.271 – 1.899 = 49.372

Аналогичным образом определяем отметки остальных точек, данные вносим на схему нивелирования и в таблицу №2.

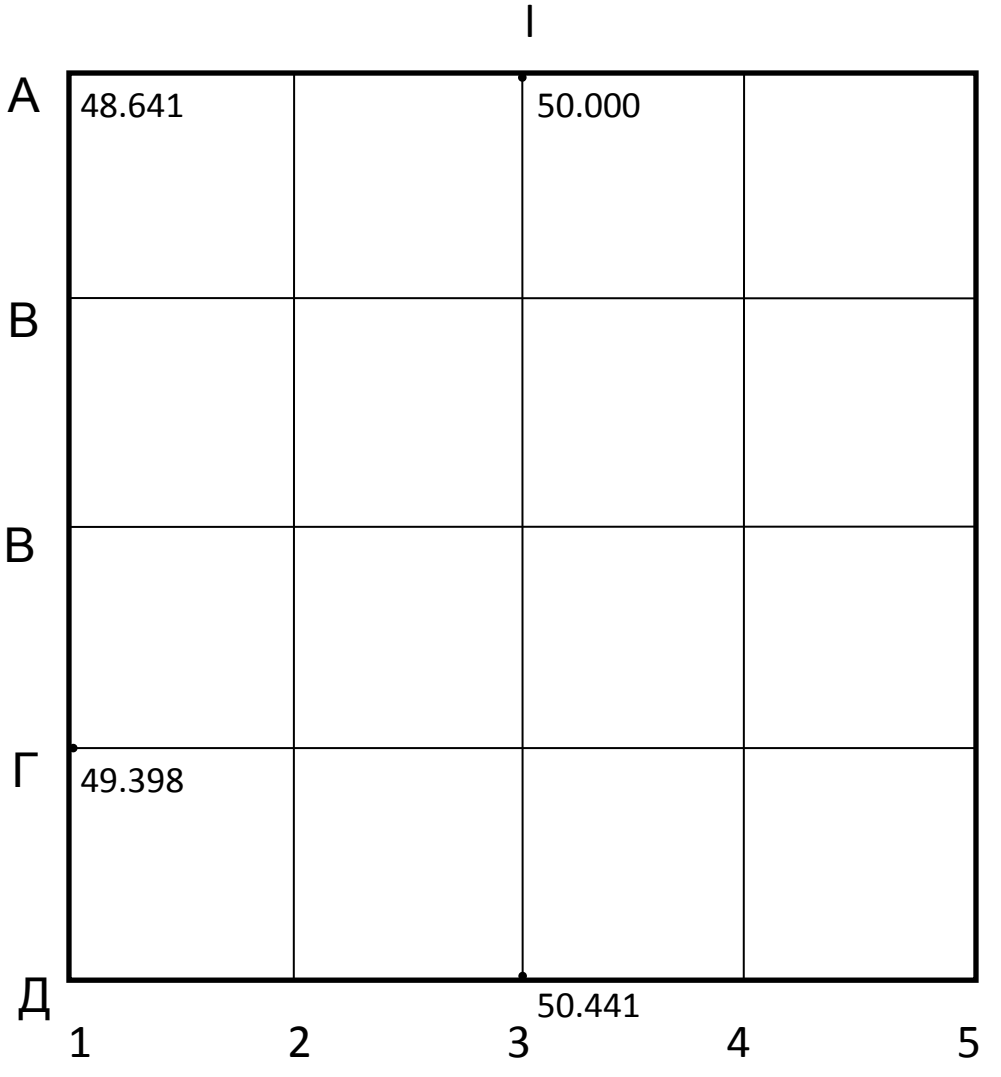
Схема нивелирования площадки по квадратам.

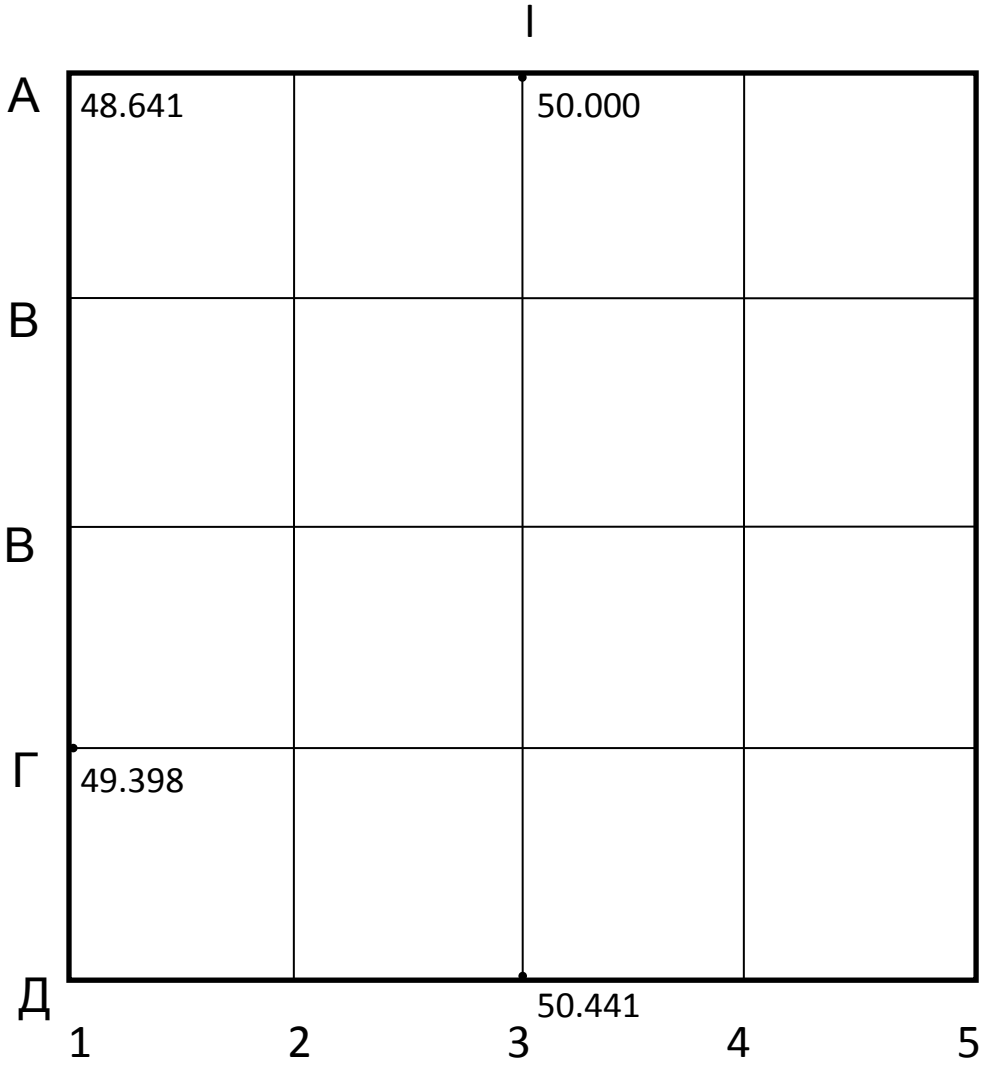
Вариант №1.

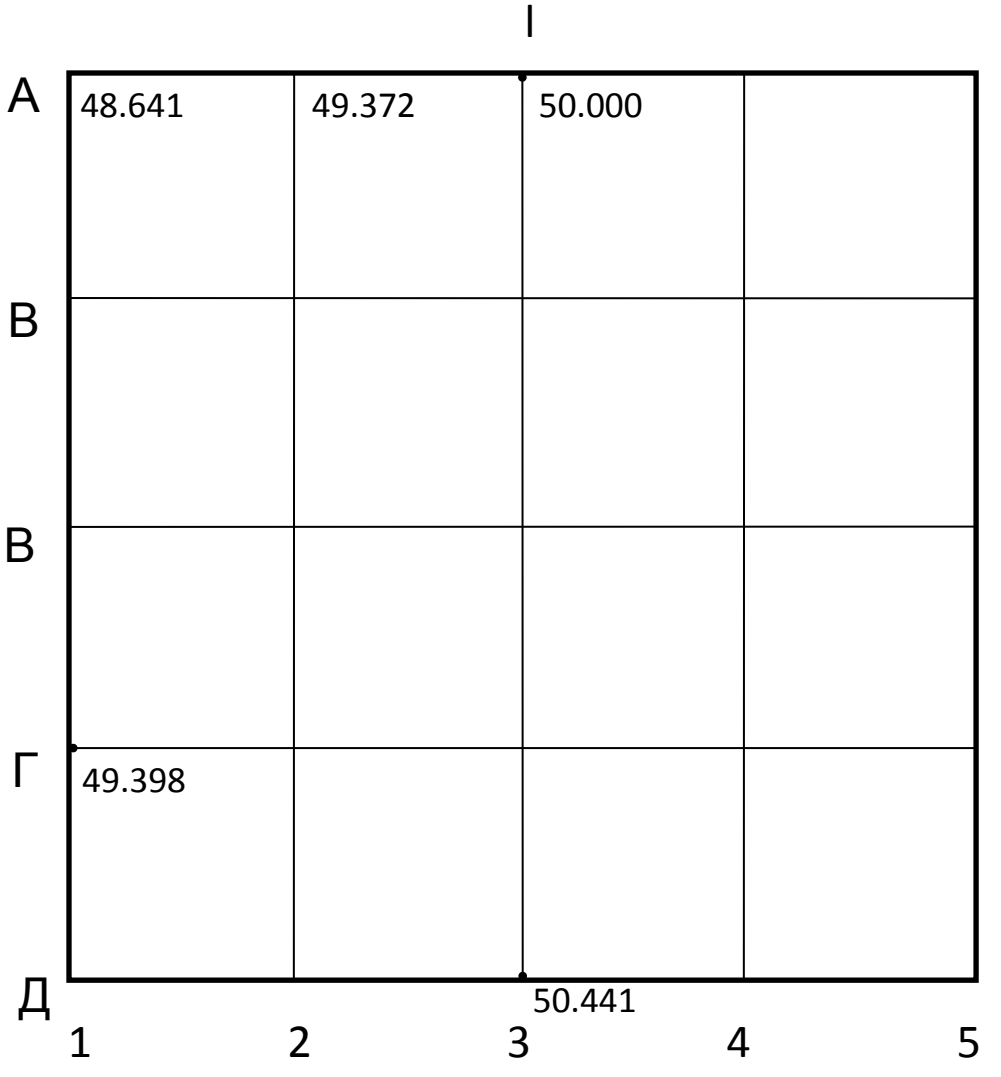
Абсолютные отметки точек: I; Г1 и Д3 выписываем из таблицы №1.

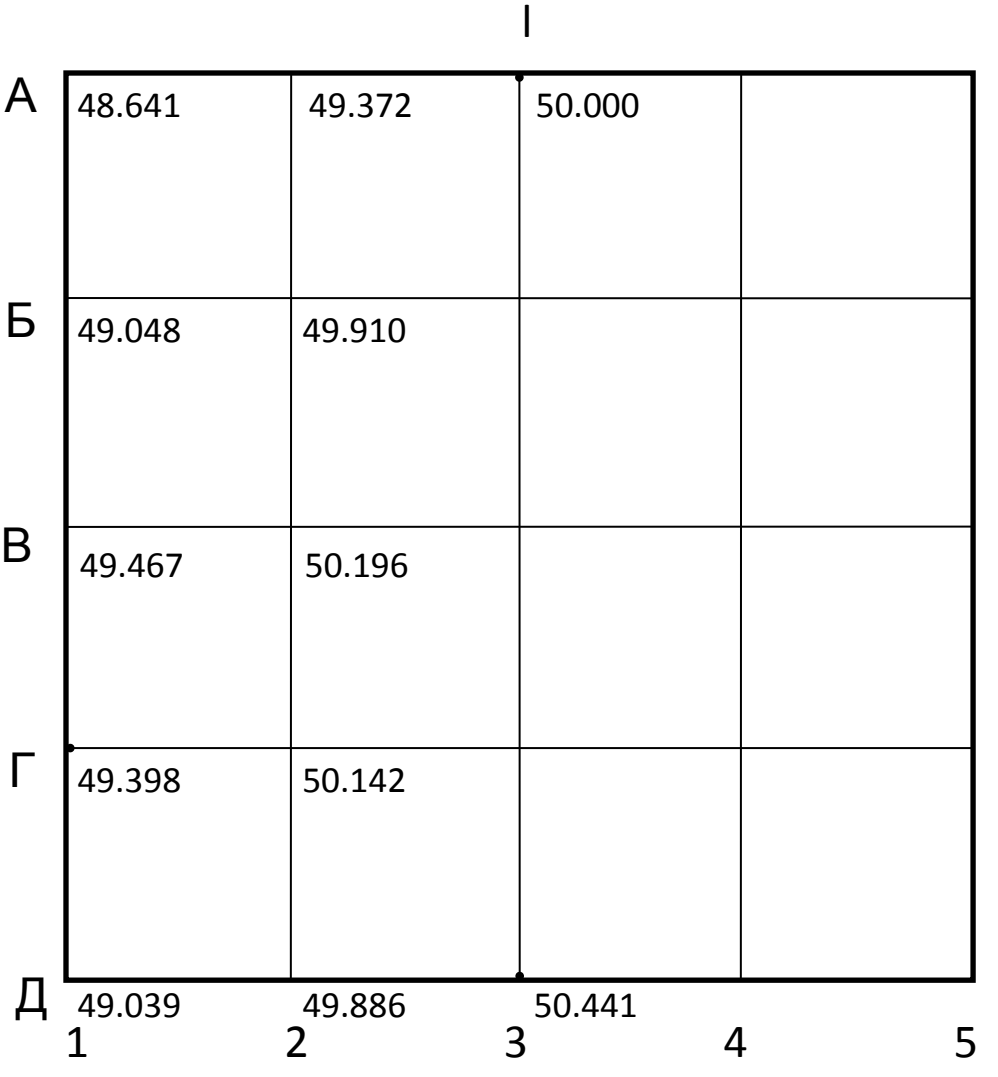


Абсолютные отметки вносятся на схему нивелирования, черным цветом под разделительной горизонтальной линией каждого квадрата.




I
А
В
В
Г
Д
48.641
50.000
49.398
50.441
1
2
3
4
5


I
А
В
В
Г
Д
48.641
49.372
50.000
49.398
50.441
1
2
3
4
5


I
А
Б
В
Г
Д
48.641
49.372
50.000
49.048
49.910
49.467
50.196
49.398
50.142
49.039
49.886
50.441
1
2
3
4
5

Ведомость абсолютных отметок вершин квадратов строительной площадки.

Таблица№2.

	Отметки связующих точек	Отсчеты по рейке на связующие точки	Горизонт прибора ГП	Отсчеты по рейке на вершины квадратов	Абсолютные отметки вершин	№ вершин
Станция №1	$H_I = H_{A3} = 50.000$	1271	51.271		50.000	А3
	$H_{Г1} = 49.398$	1873	51.271		49.398	Г1
				2232	49.039	Д1
				1804	49.467	В1
				2223	49.048	Б1
				2630	48.641	А1
				1899	49.392	А2
				1361	49.910	Б2
				1075	50.196	В2
				1129	50.142	Г2
				1385	49.886	Д2

Вычисляем значение горизонта прибора на станции №3.

$ГП1 = Н_{ДЗ} + a_{ч} = 50.441 + 1714 = 52.155$

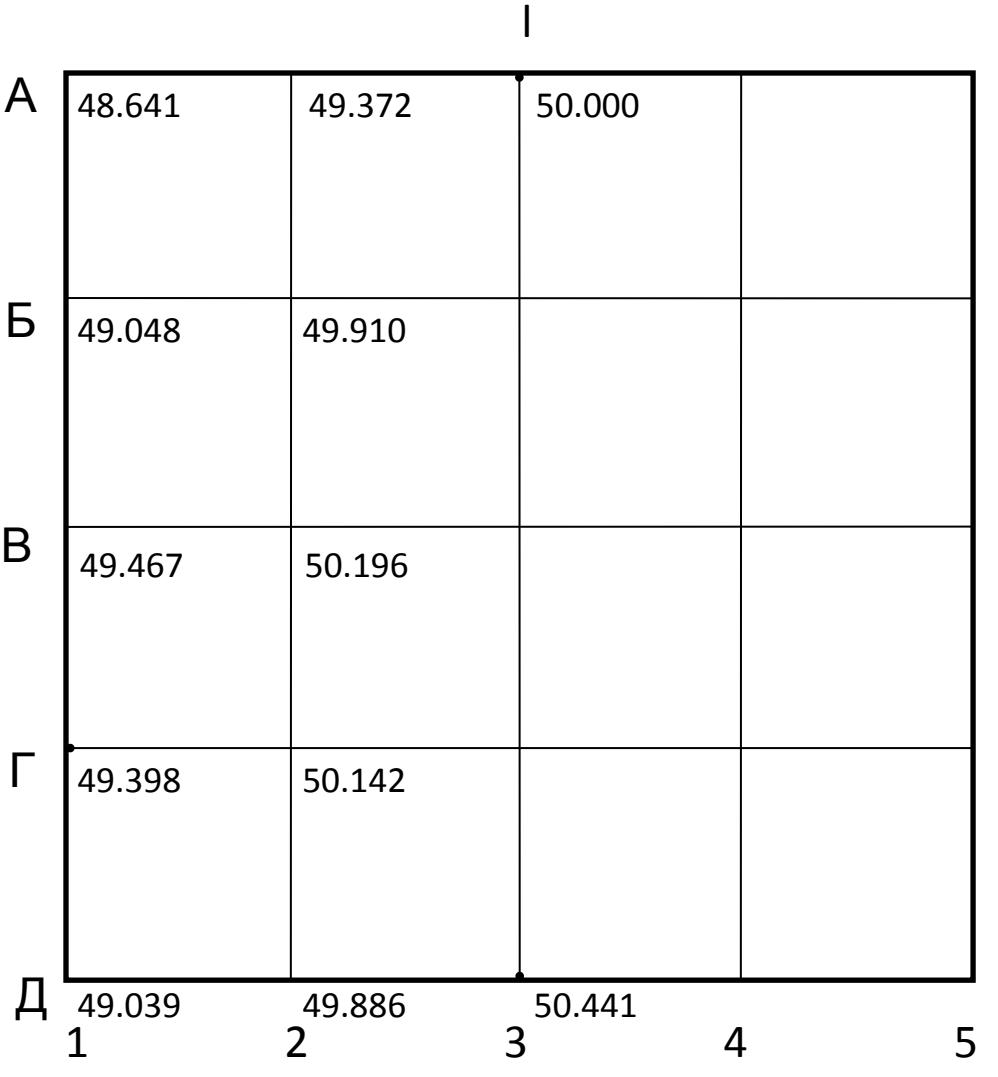
$ГП2 = Н_{I} + b_{ч} = 50.000 + 2.155 = 52.155$

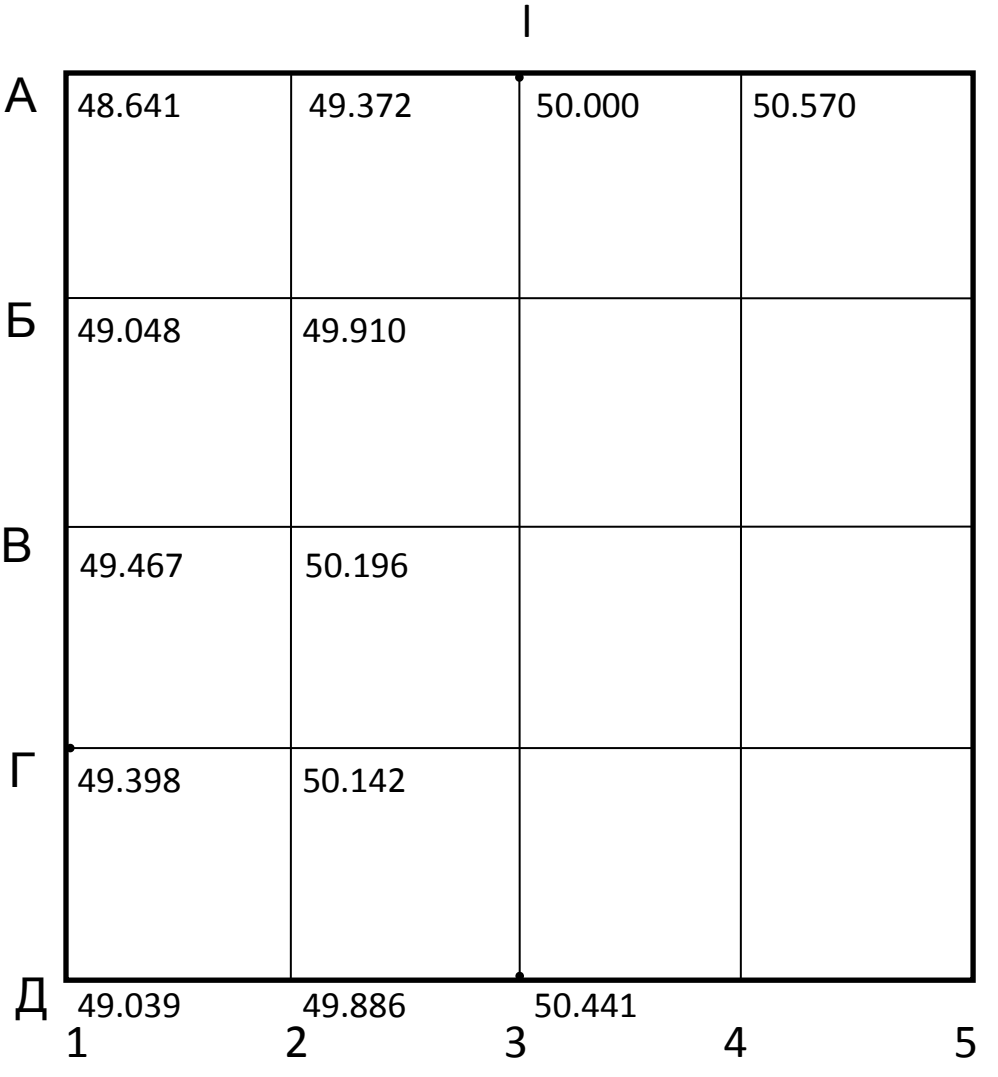
$ГПср. = 52.155$

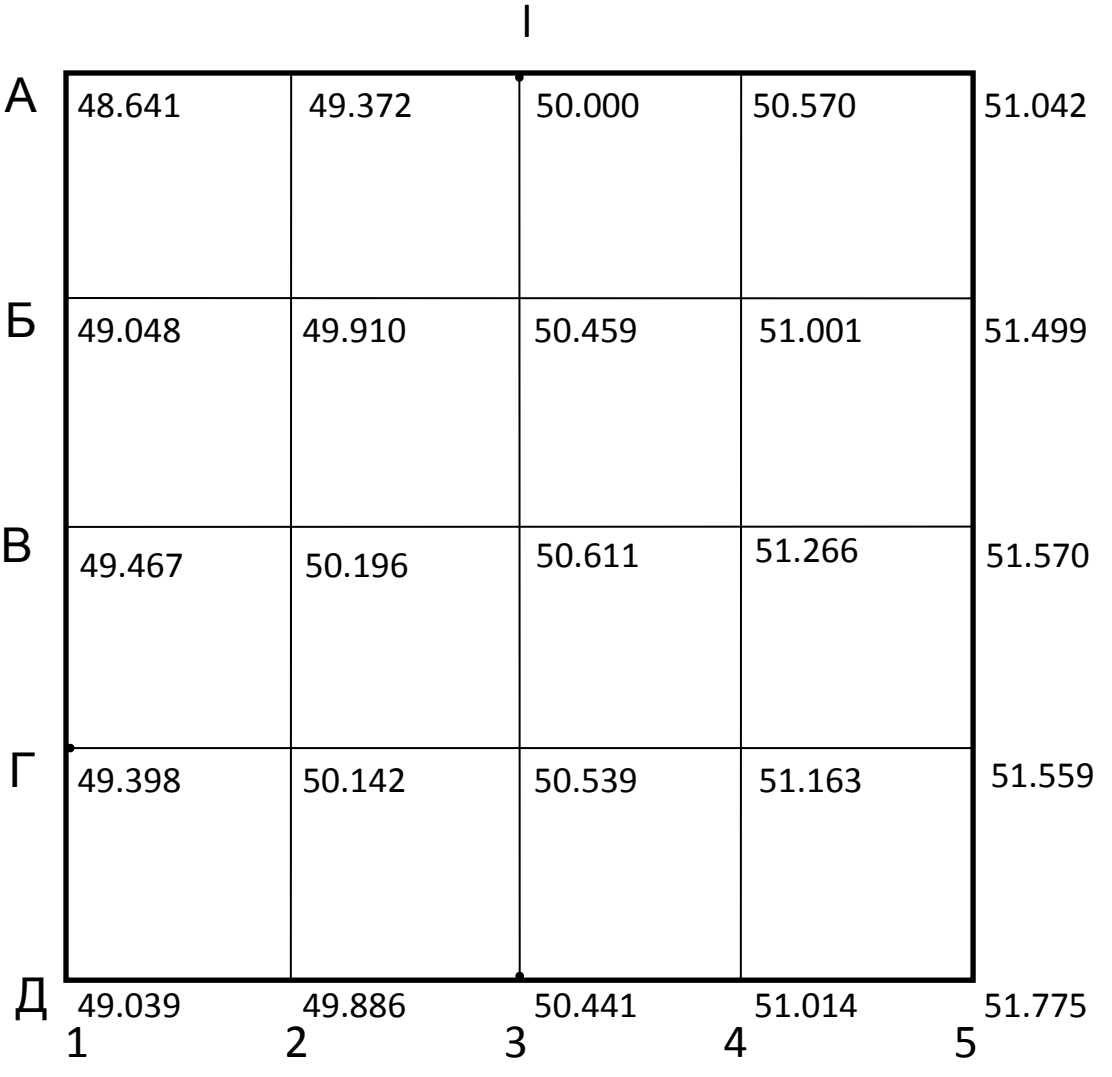
Определяем абсолютные отметки промежуточных точек снятых со станции №3.

H_{A4} = ГПср - с = 52.155 – 1.585 = 50.570 м.

Аналогичным образом вычисляем остальные отметки полученные со станции №3 и вносим эти данные на схему нивелирования площадки и в таблицу №2.


I
А
Б
В
Г
Д
48.641
49.372
50.000
49.048
49.910
49.467
50.196
49.398
50.142
49.039
49.886
50.441
1
2
3
4
5


I
А
Б
В
Г
Д
48.641
49.372
50.000
50.570
49.048
49.910
49.467
50.196
49.398
50.142
49.039
49.886
50.441
1
2
3
4
5


I
А
Б
В
Г
Д
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1
2
3
4
5

Ведомость абсолютных отметок вершин квадратов строительной площадки.

Таблица№2.

	Отметки связующих точек	Отсчеты по рейке на связующие точки	Горизонт прибора ГП	Отсчеты по рейке на вершины квадратов	Абсолютные отметки вершин	№ вершин
Станция №1	$H_I = H_{A3} = 50.000$	1271	51.271		50.000	А3
	$H_{Г1} = 49.398$	1873	51.271		49.398	Г1
				2232	49.039	Д1
				1804	49.467	В1
				2223	49.048	Б1
				2630	48.641	А1
				1899	49.392	А2
				1361	49.910	Б2
				1075	50.196	В2
				1129	50.142	Г2
				1385	49.886	Д2

Ведомость абсолютных отметок вершин квадратов строительной площадки.

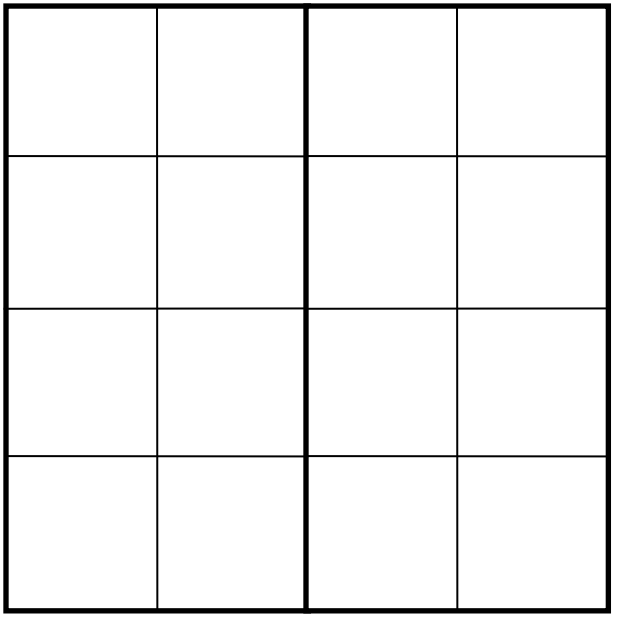
Таблица№2.

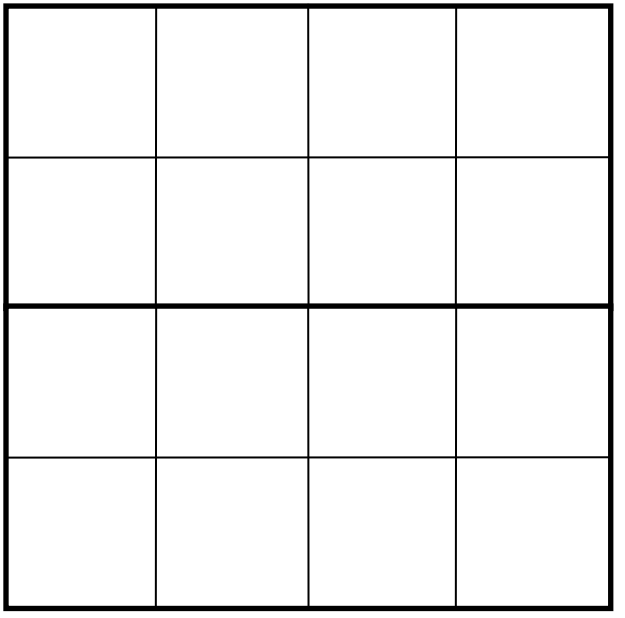
	Отметки связующих точек	Отсчеты по рейке на связующие точки	Горизонт прибора ГП	Отсчеты по рейке на вершины квадратов	Абсолютные отметки вершин	№ вершин
Станция №1	$H_I = H_{А3}$ = 50.000	1271	51.271		50.000	А3
	$H_{Г1}$ = 49.398	1873	51.271		49.398	Г1
				2232	49.039	Д1
				1804	49.467	В1
				2223	49.048	Б1
				2630	48.641	А1
				1899	49.392	А2
				1361	49.910	Б2
				1075	50.196	В2
				1129	50.142	Г2
				1385	49.886	Д2
Станция №3	$H_{Д3}$ = 50.441	1714	52.155		50.441	Д3
	$H_I = H_{А3}$ = 50.000	2155	52.155		50.000	А3
				1696	50.459	Б3
				1544	50.611	В3
				1616	50.539	Г3
				1714	50.441	Д3
				1585	50.570	А4
				1154	51.001	Б4
				0889	51.266	В4
				0992	51.163	Г4
				1141	51.014	Д4
				1113	51.042	А5
				0656	51.499	Б5
				0585	51.570	В5
				0456	51.699	Г5
				0380	51.775	Д5

После определения абсолютных отметок всех вершин квадратов, на листе А4 строится сетка из 16 квадратов. С длиной стороны каждого 4 см., что равно 40 метрам в 1:1000 масштабе.

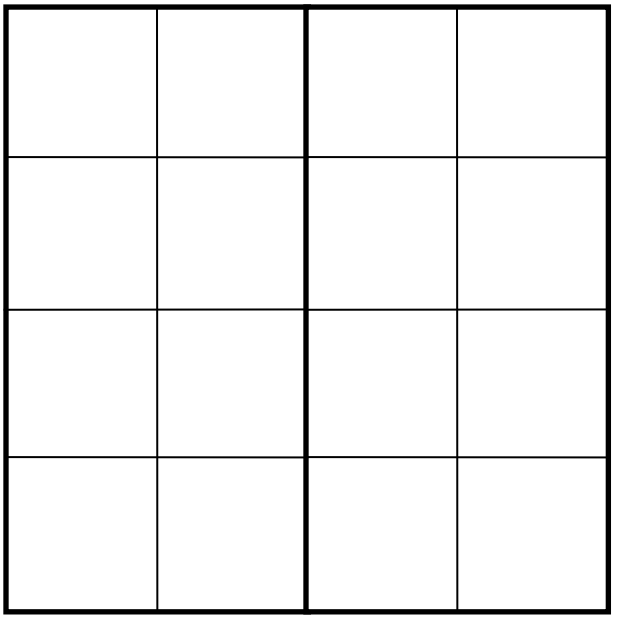
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ОТМЕТОК

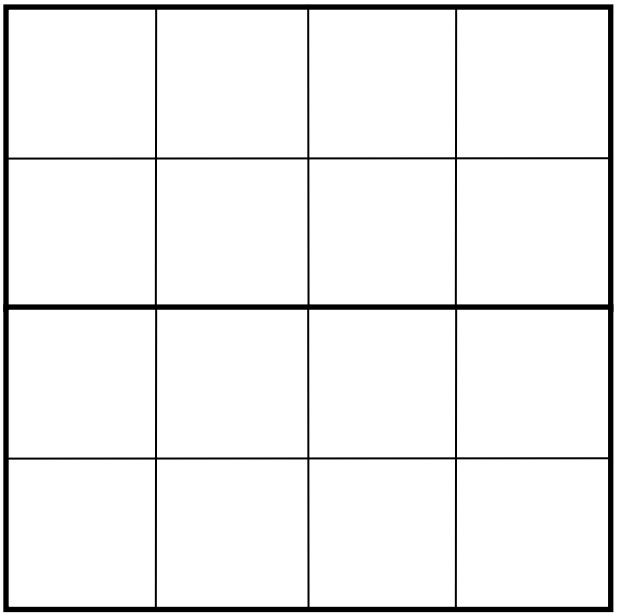
Для определения проектных отметок делим нашу площадку на две половинки, как по вертикали, так и по горизонтали.

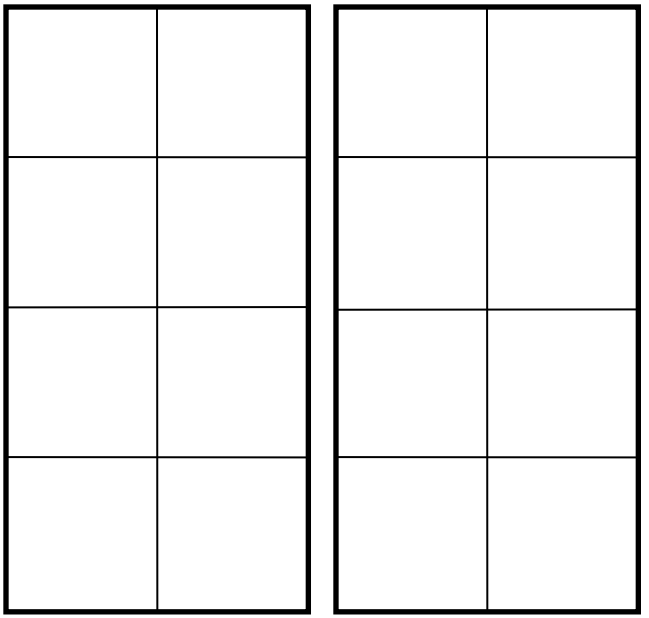




Ищем центры тяжести (средние отметки) всех половинок площадки по формулам:

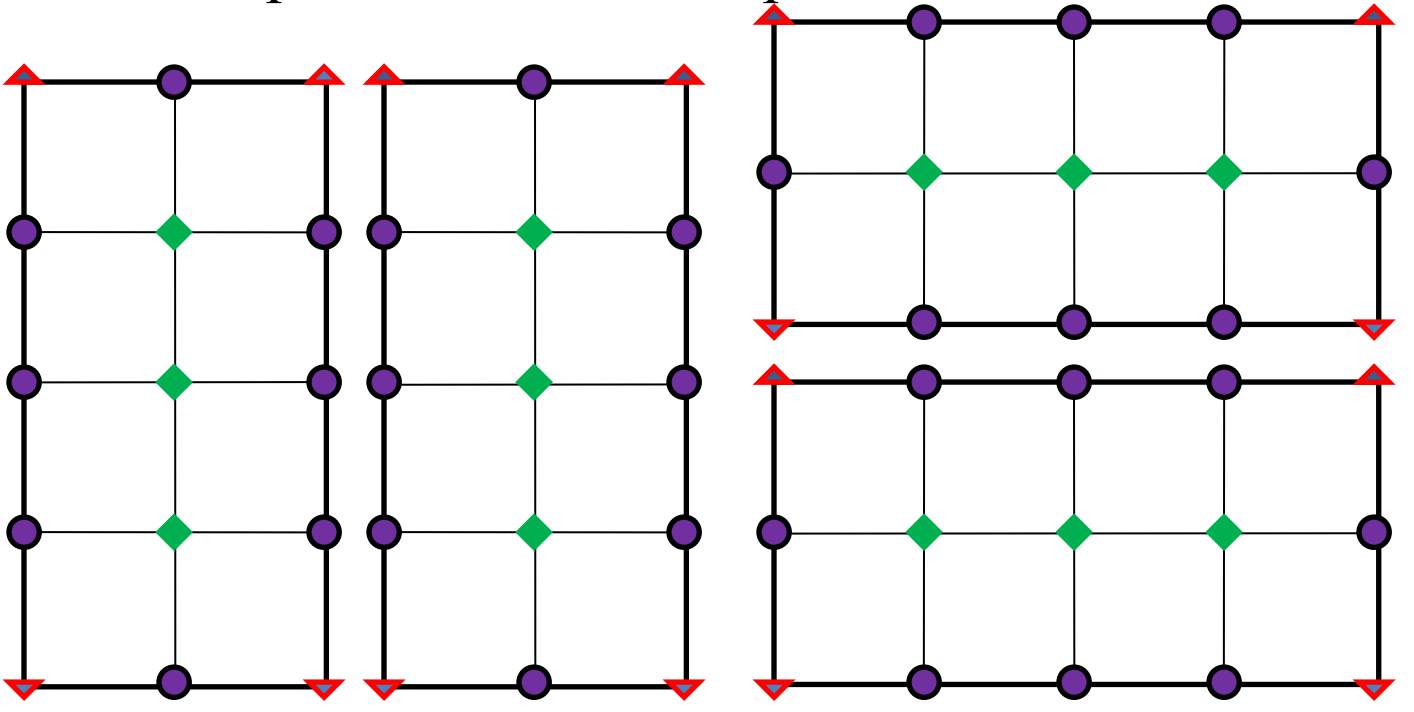




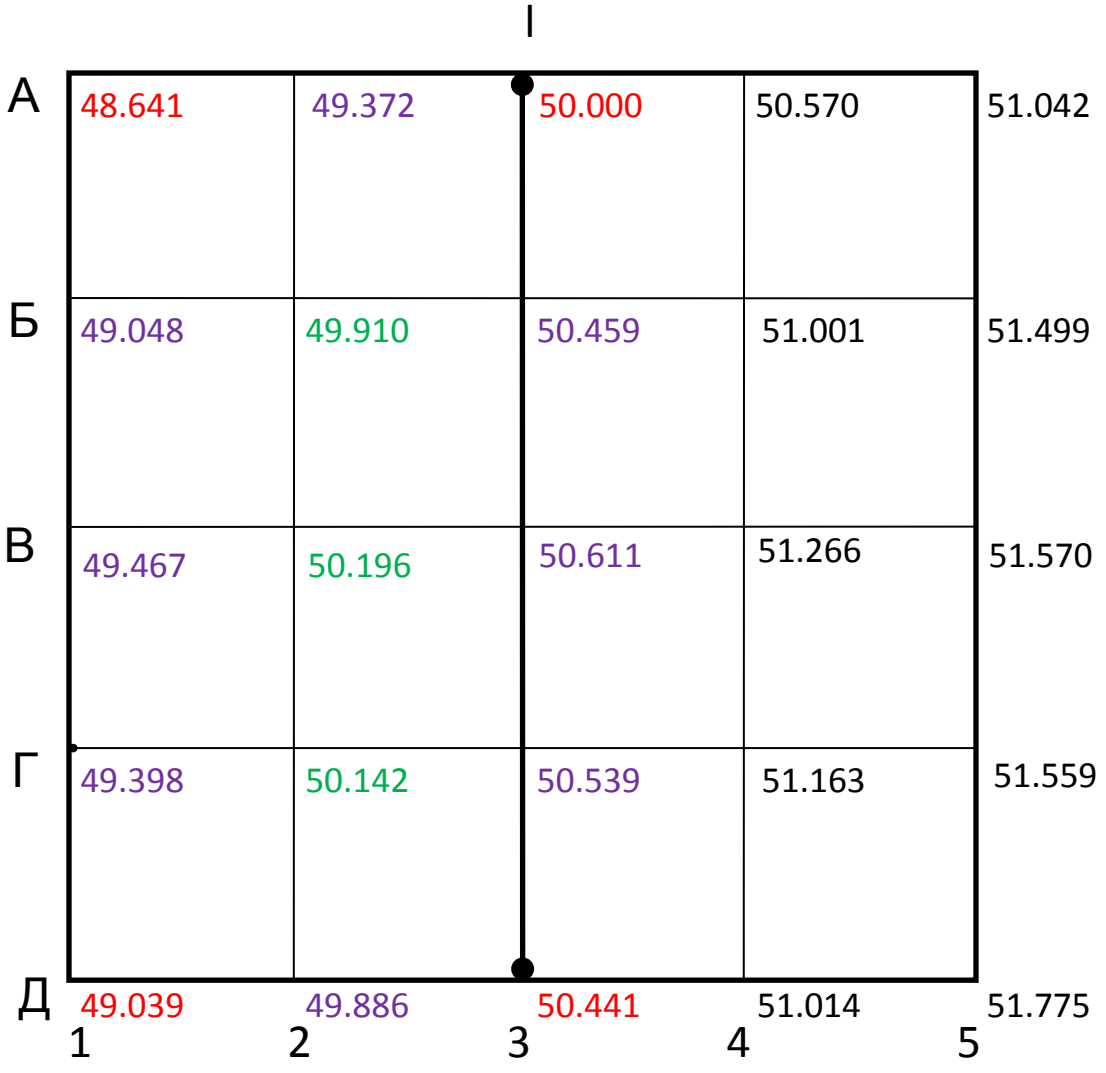


$Hx' = (\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 4\Sigma H_4) / 4n$, где ▲ H_1 – отметки вершин принадлежащая одному квадрату,

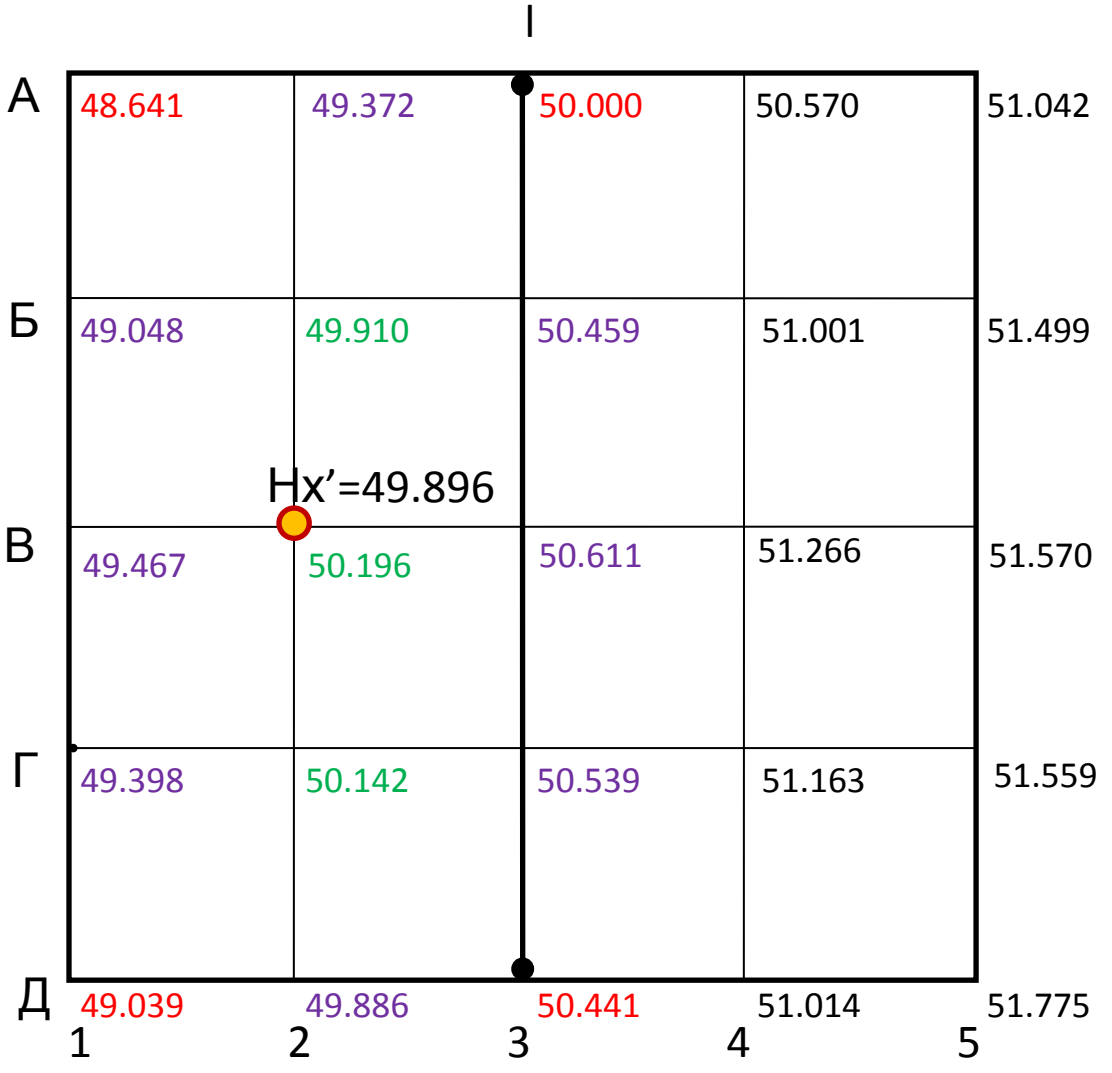
● H_2 - отметки вершин в которых сходятся два квадрата, ◆ H_4 - отметки вершин в которых сходятся четыре квадрата, n=8 – число квадратов половины площадки, разделенной по вертикали.



$$Hx' = (198.121 + 797.56 + 600.992)/\ 32 = 49.896$$

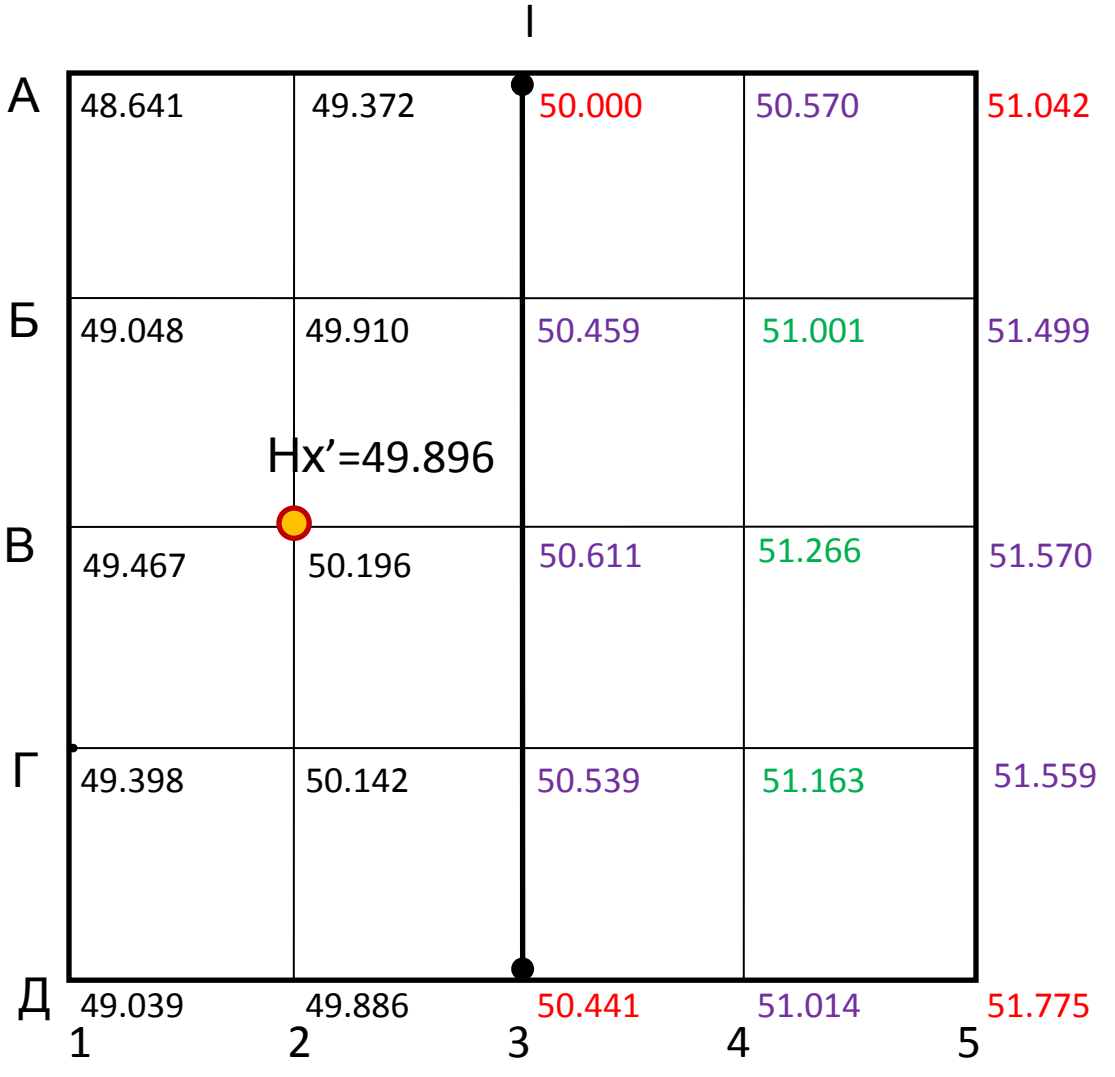


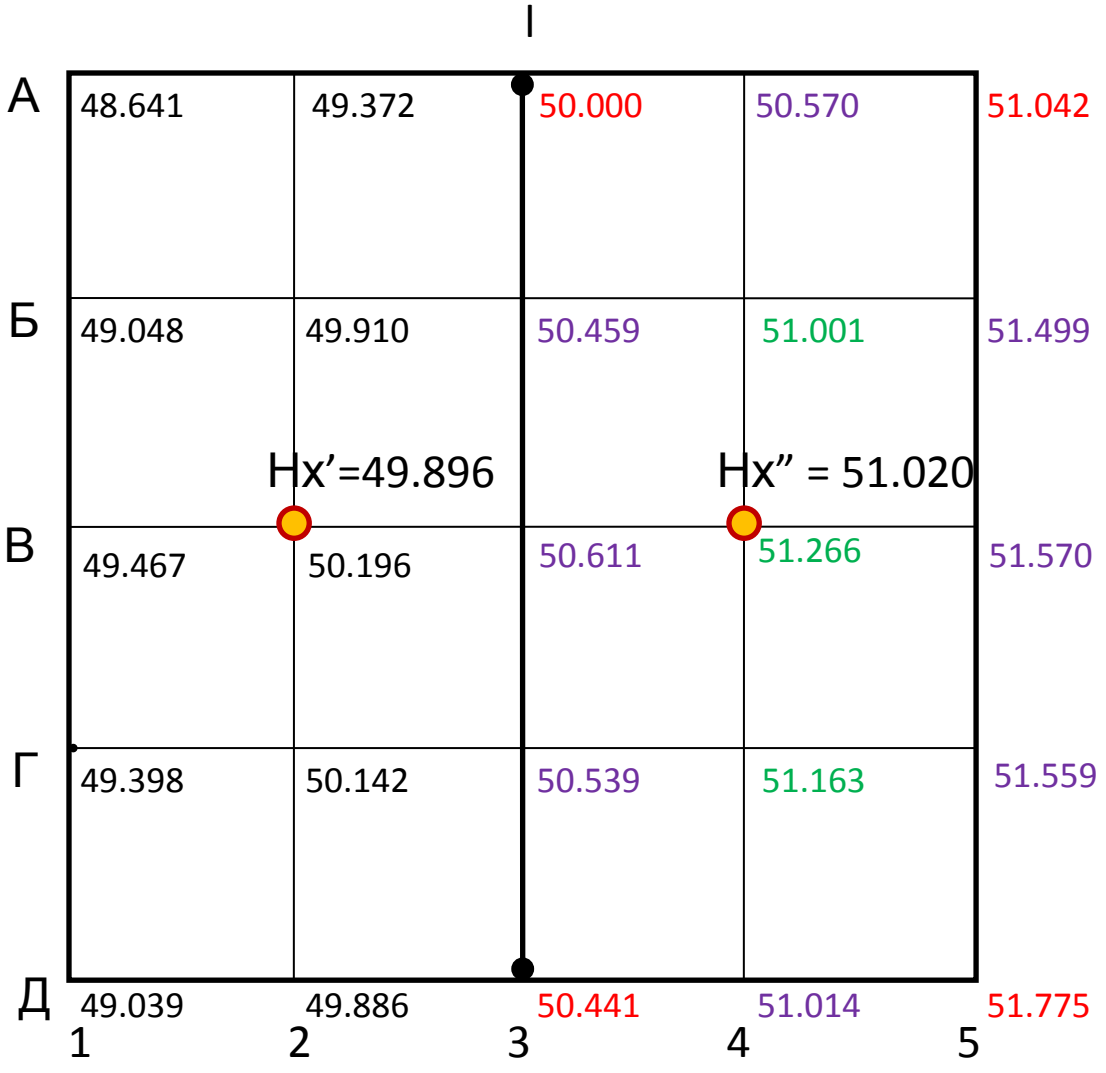
Hx’ = (198.121 + 797.56 + 600.992)/ 32 = 49.896



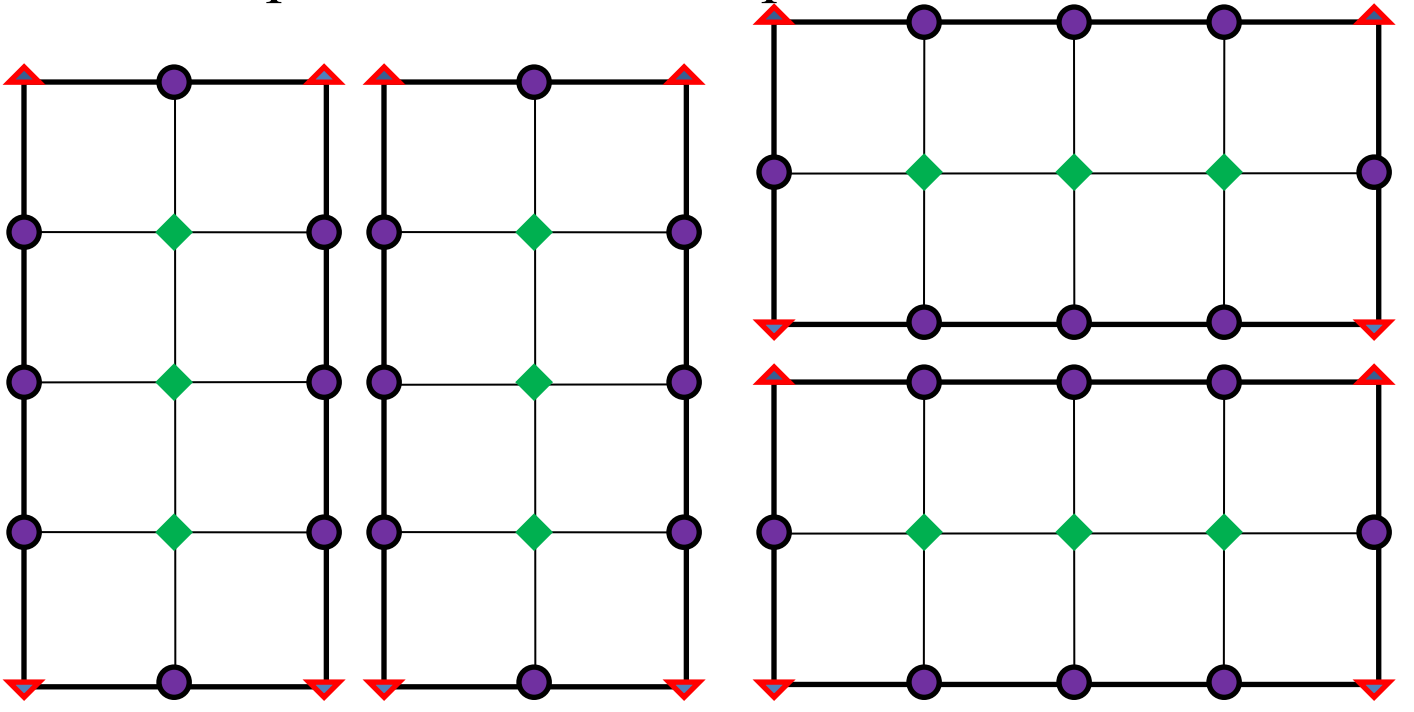
Аналогичным образом находим центр тяжести второй половины площадки.

Hx” = (203.285 + 815.642 + 613.72)/ 32 = 51.020

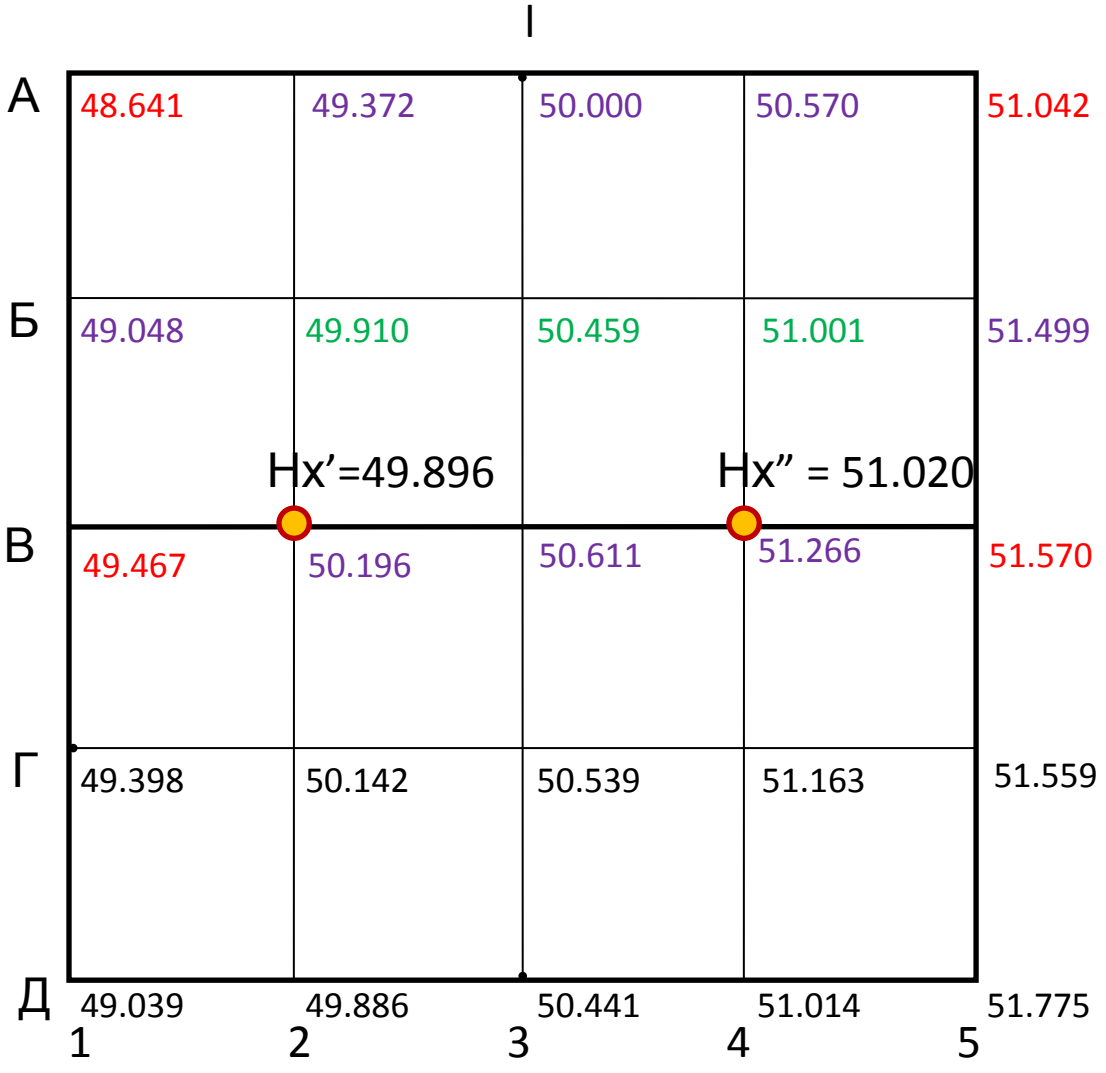


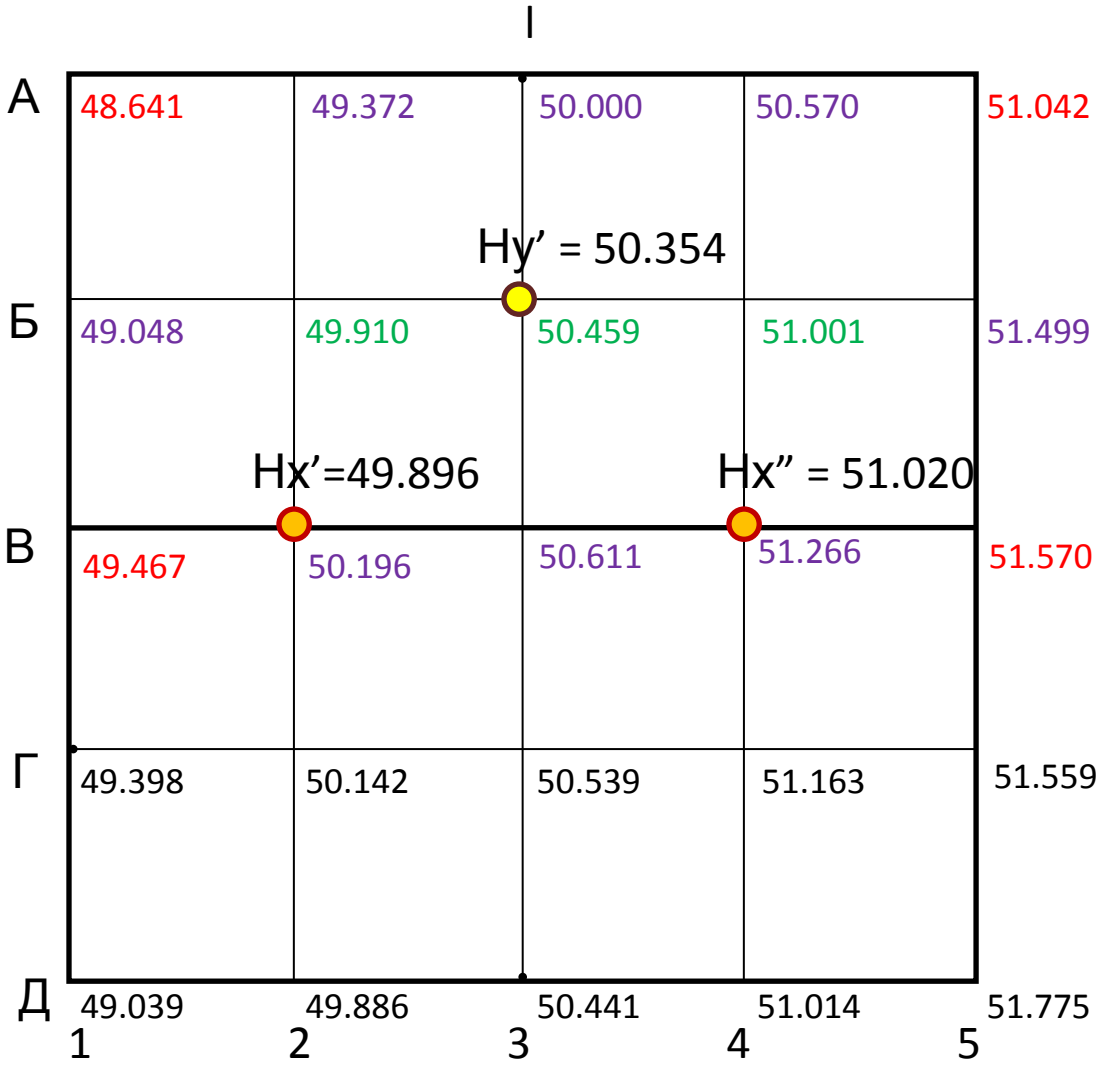

I
А
Б
В
Г
Д
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
Hx'=49.896
Hx" = 51.020
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1
2
3
4
5

$Hy' = (\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 4\Sigma H_4)/4n$, где ▲ H_1 – отметки вершин принадлежащих одному квадрату, ● H_2 - отметки вершин в которых сходятся два квадрата, ◆ H_4 - отметки вершин в которых сходятся 4 квадрата, n = 8 –число квадратов половины площадки разделенной по горизонтали.

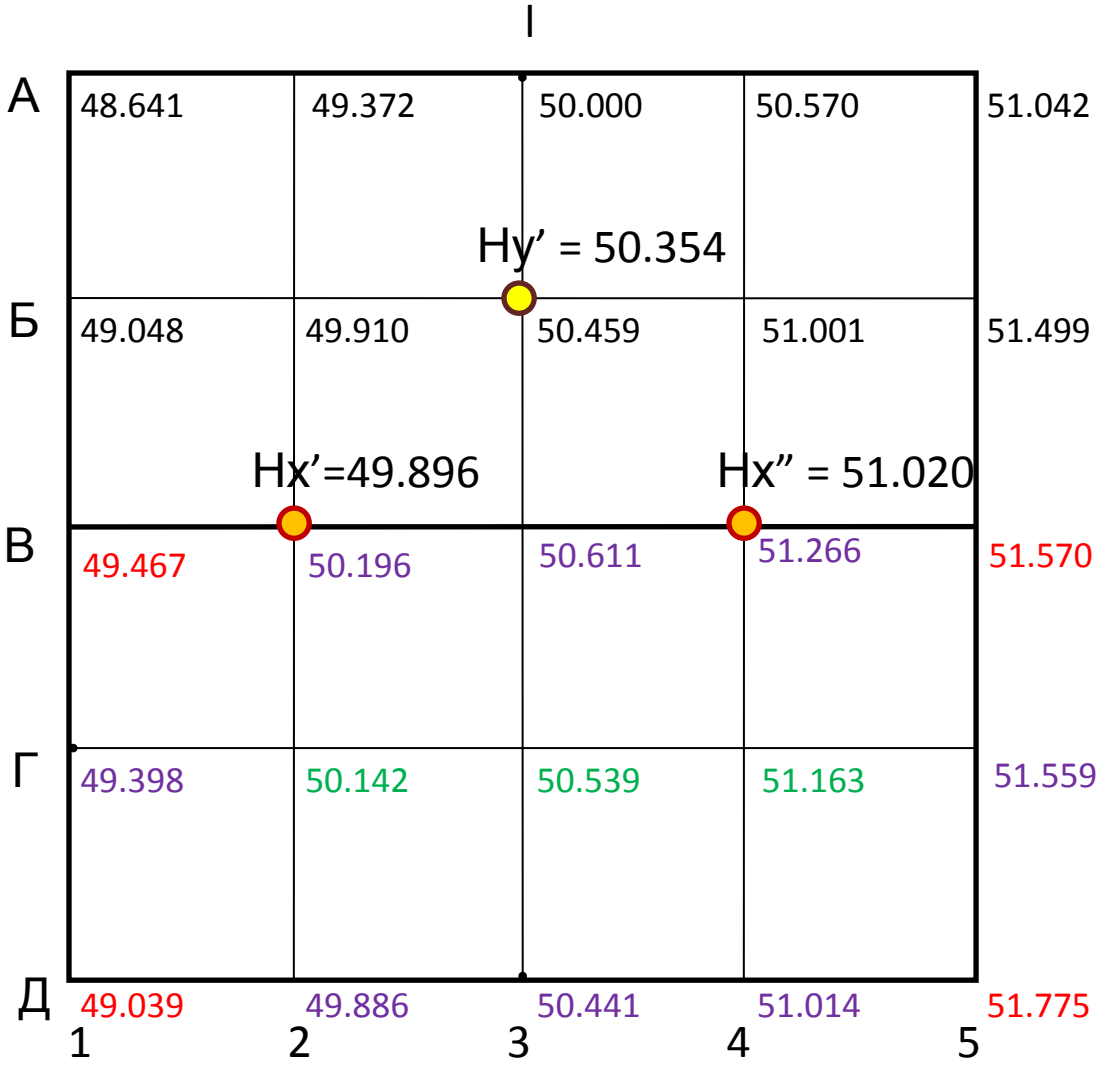


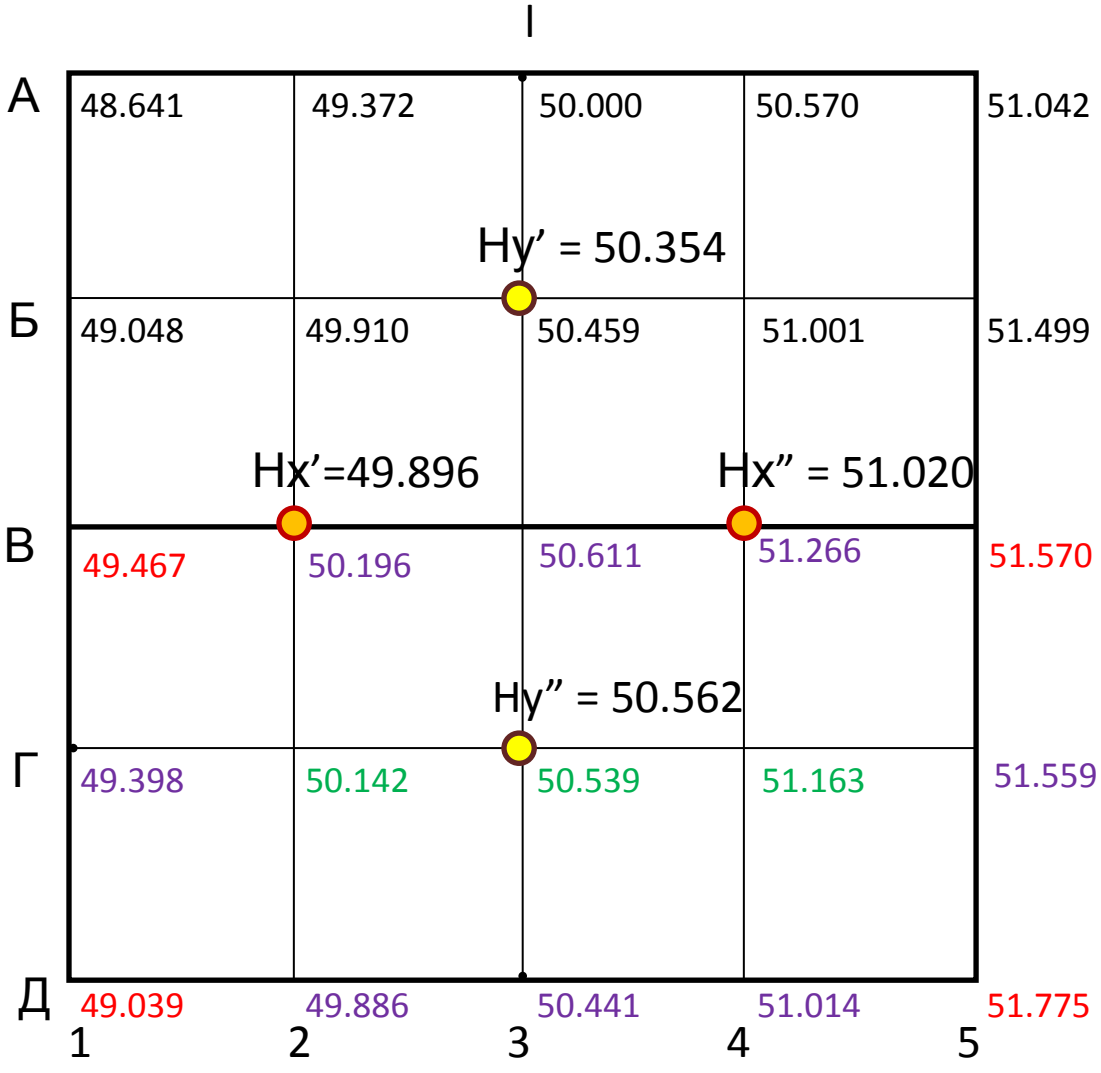
Hy’ =(200.72 + 805.124 + 605.48)/32 = 50.354




I
А
Б
В
Г
Д
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
Hy’ = 50.354
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
Hx’=49.896
Hx” = 51.020
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1
2
3
4
5

Hy” = (201.851+ 808.742 + 607.376)/ 32 = 50.562

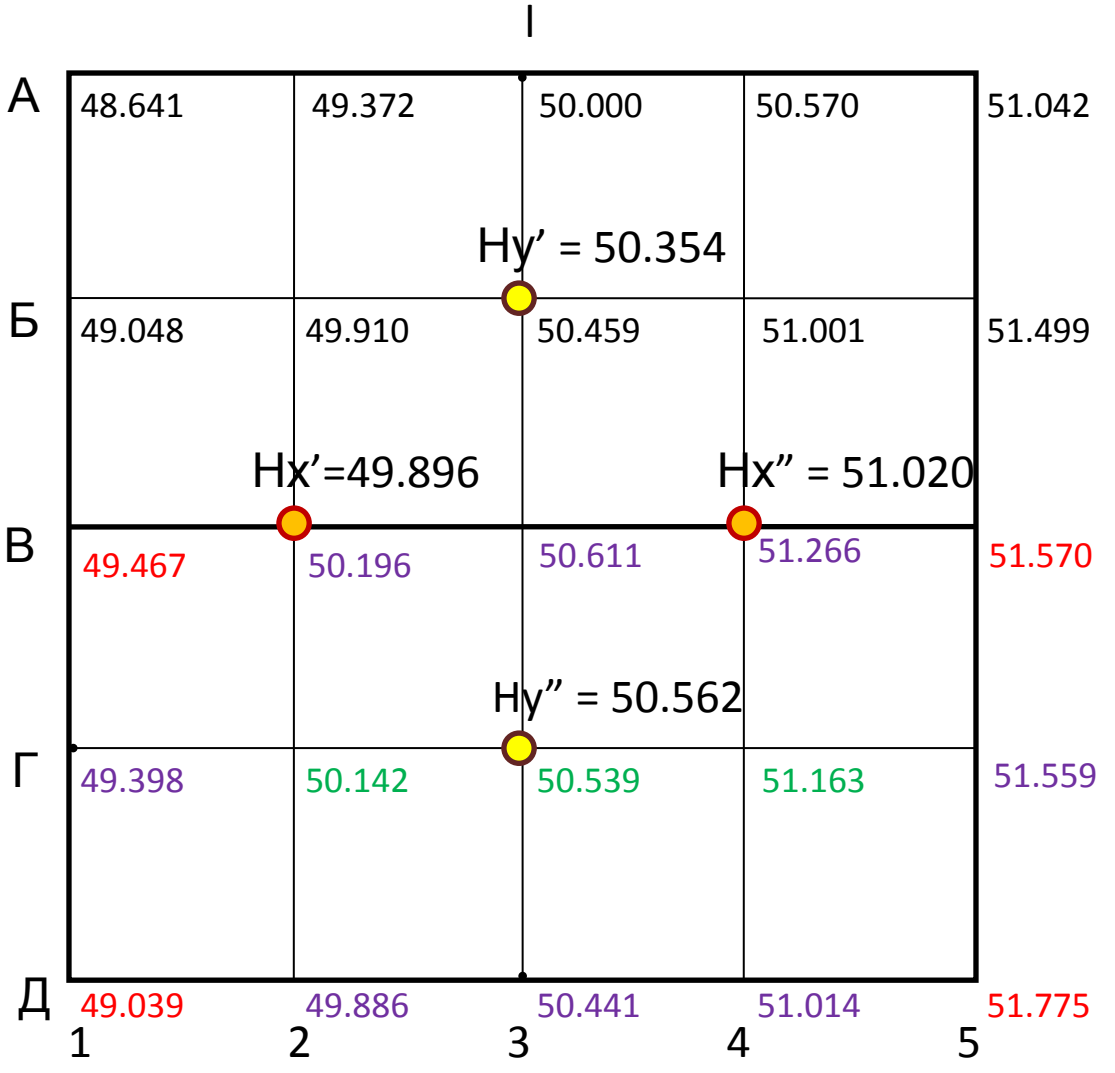


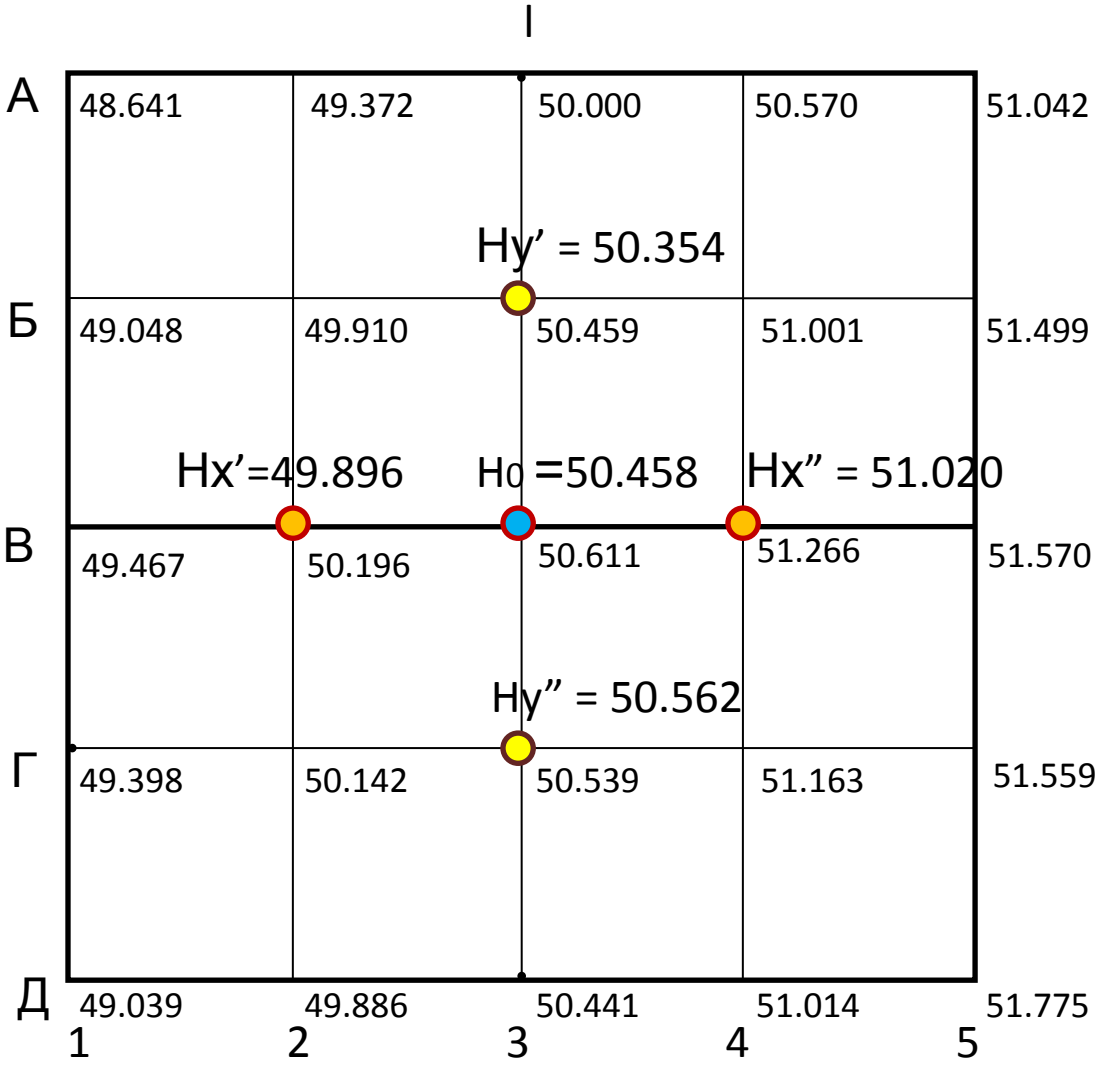

I
А
Б
В
Г
Д
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
Hy’ = 50.354
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
Hx’=49.896
Hx” = 51.020
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
Hy” = 50.562
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1
2
3
4
5

Определяем отметку H_0 (Центр всей площадки).

$H_0 = Hx' + Hx''/2 = 50.458$ Проверяем

$H_0 = Hy' + Hy''/2 = 50.458$



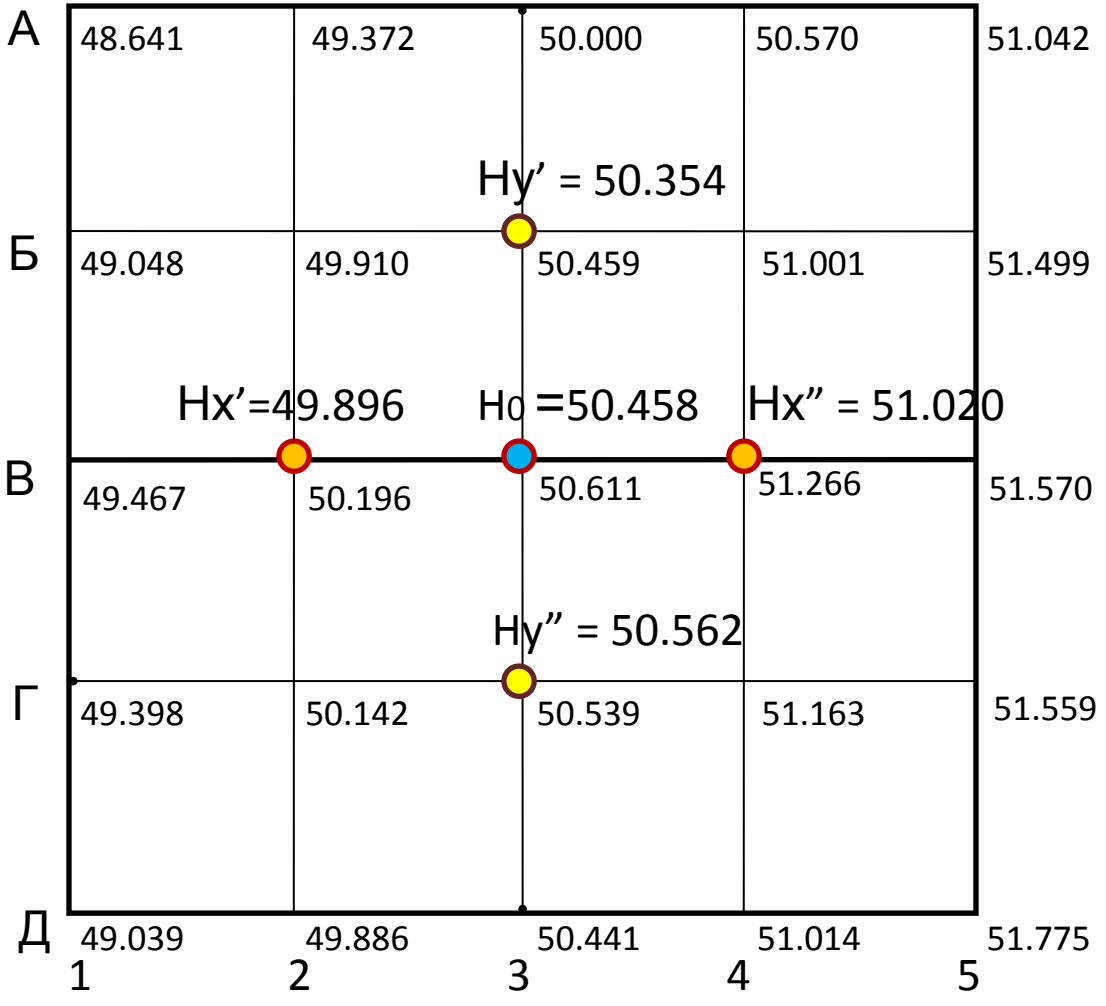

I
А
Б
В
Г
Д
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
Hy’ = 50.354
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
Hx’=49.896
H0 =50.458
Hx” = 51.020
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
Hy” = 50.562
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1
2
3
4
5

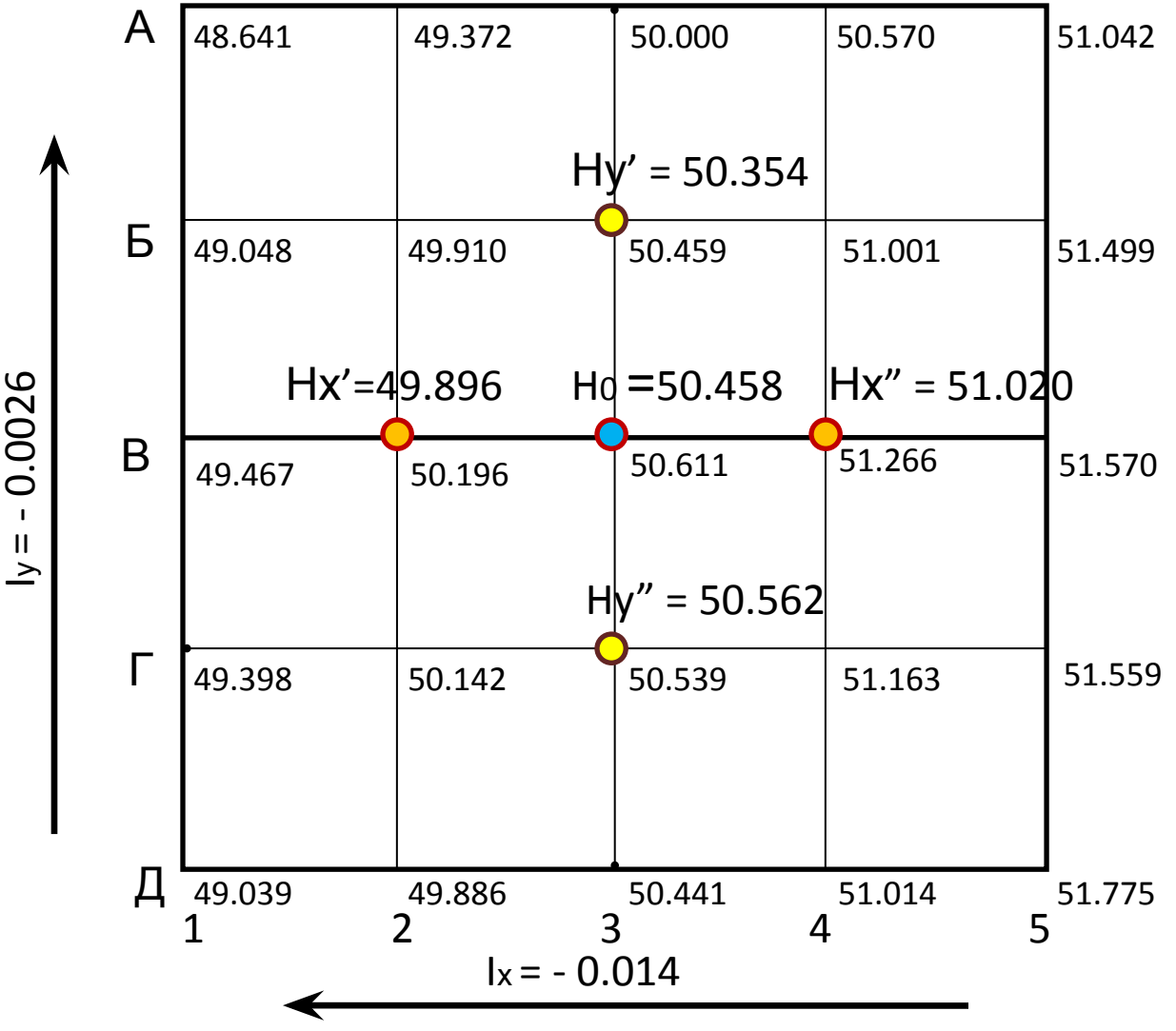
Определяем уклоны по осям X и Y по формулам:

$i_x = Hx' - Hx''/2\ d = (49.896 - 51.020)/80 = -0.014$

$i_y = Hy' - Hy''/2d = (50.354 - 50.562)/80 = -0.0026$

Где d = 40 м.- длина стороны квадрата.

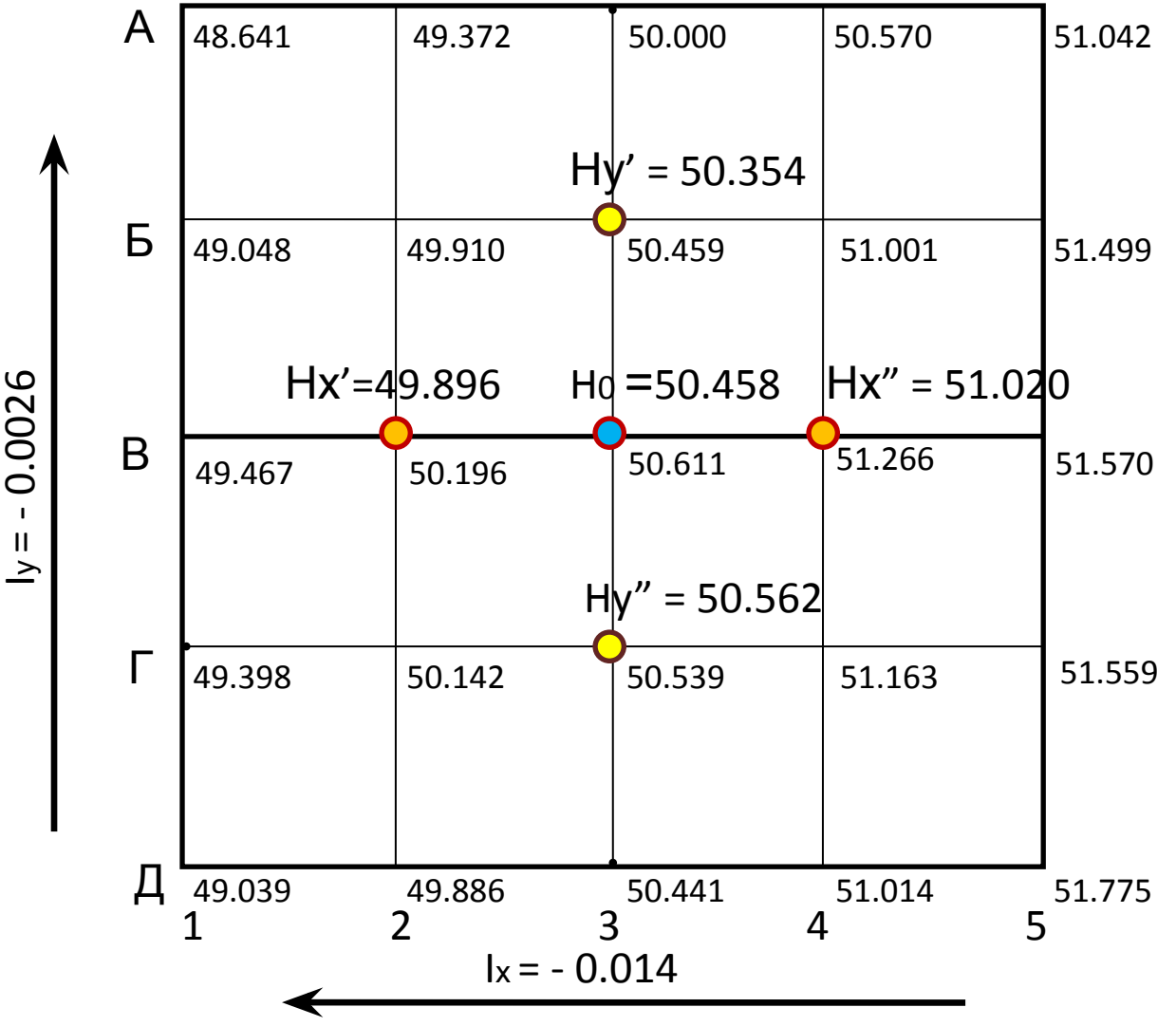



А
Б
В
Г
Д
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
Hy’ = 50.354
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
Hx’=49.896
H0 =50.458
Hx” = 51.020
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
Hy” = 50.562
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1
2
3
4
5
Iy = - 0.0026
Ix = - 0.014

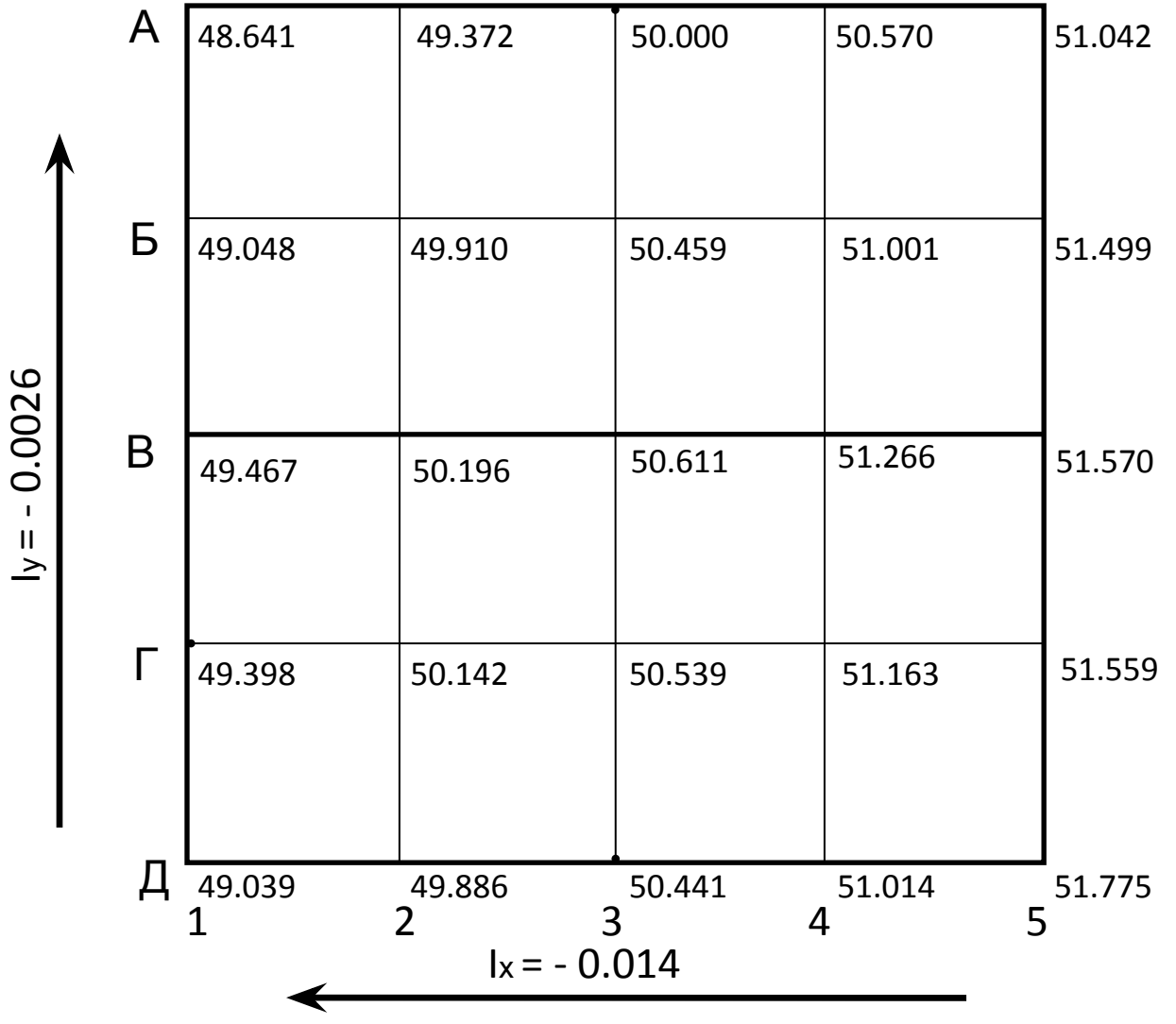
Определяем проектные отметки всех вершин квадратов по формуле: $H_2 = H_1 + id$, где
H_2 – проектная отметка определяемой точки,
H_1 – известная проектная отметка точки, расположенной на одной стороне квадрата с определяемой, i – уклон между этими точками (в зависимости от направления либо i_x, либо i_y),
d – длина стороны квадрата (40 метров).

Например: $H_{B1} = Hx' + i_x \cdot d = 49.896 + (-0.014 \cdot 40) =$
$49.896 - 0.562 = 49.338$ м.

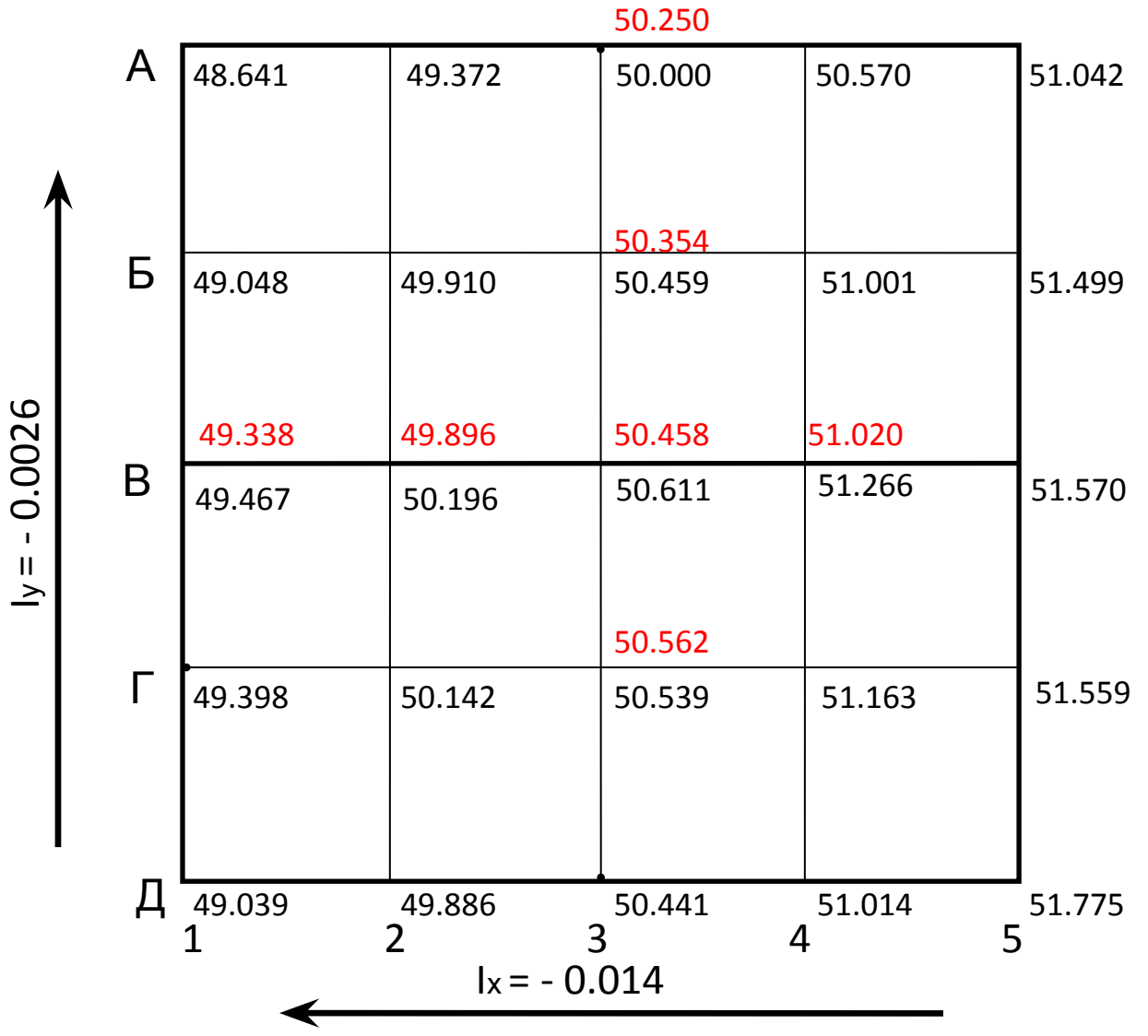
$H_{A3} = Hy' + i_y \cdot d = 50.354 + (-0.0026 \cdot 40) =$
$50.354 - 0.104 = 50.250$ м.

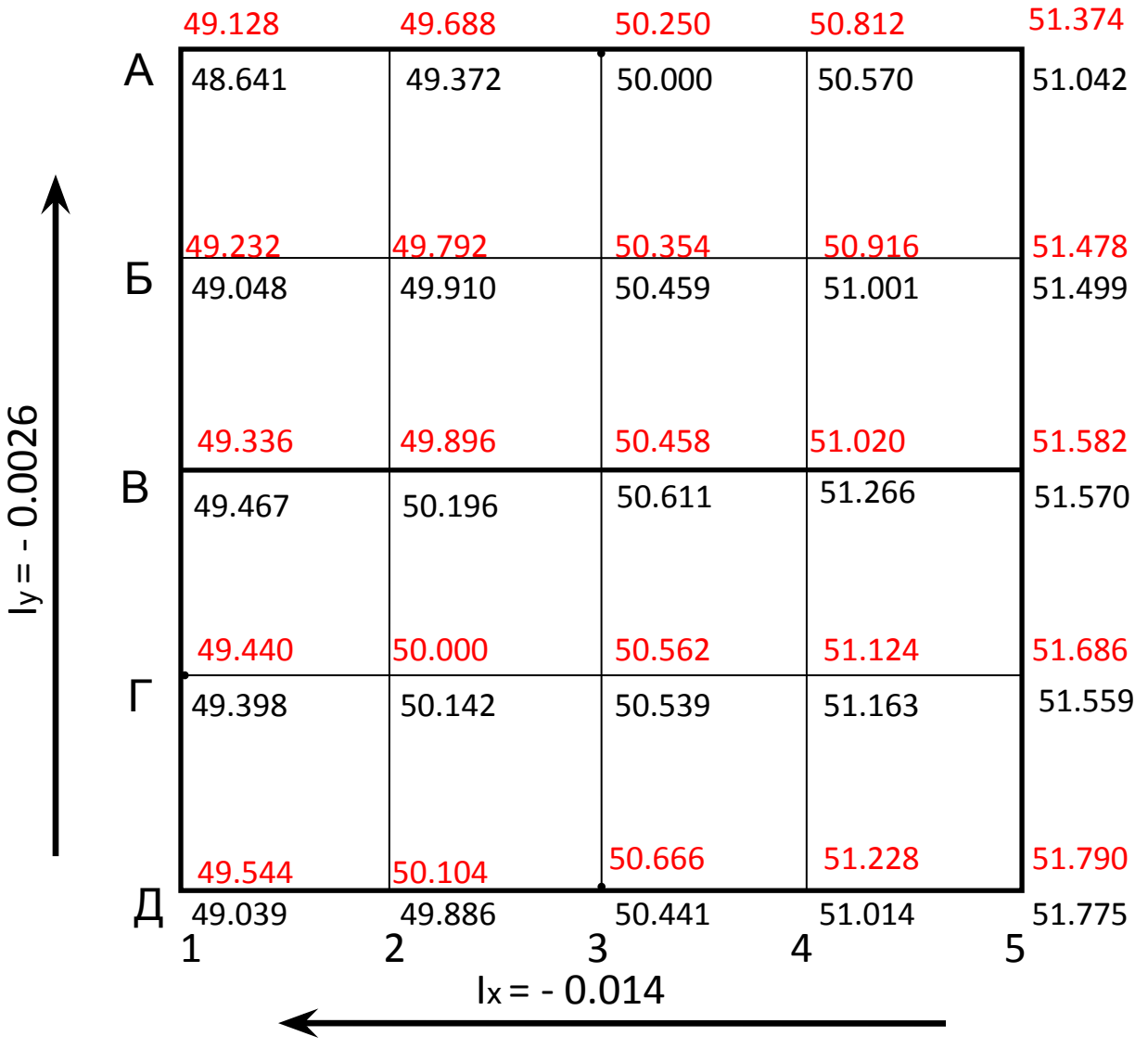


Проектные отметки подписываются красным цветом, над горизонтальной разделительной линией квадратов, над абсолютными отметками.



Определяем оставшиеся проектные отметки и выносим их на схему нивелирования по квадратам.




49.128
49.688
50.250
50.812
51.374
А
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
49.232
49.792
50.354
50.916
51.478
Б
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
49.336
49.896
50.458
51.020
51.582
В
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
49.440
50.000
50.562
51.124
51.686
Г
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
49.544
50.104
50.666
51.228
51.790
Д
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1
2
3
4
5
Iy = - 0.0026
Ix = - 0.014

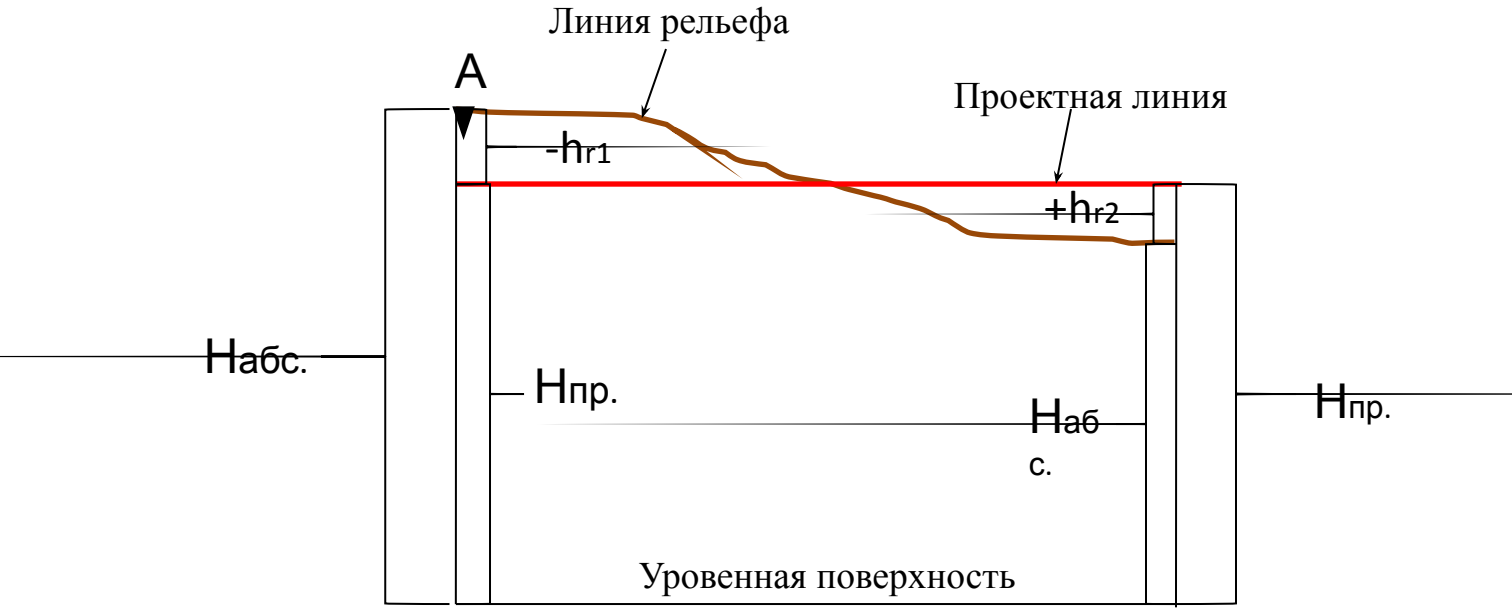
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧИХ ОТМЕТОК.

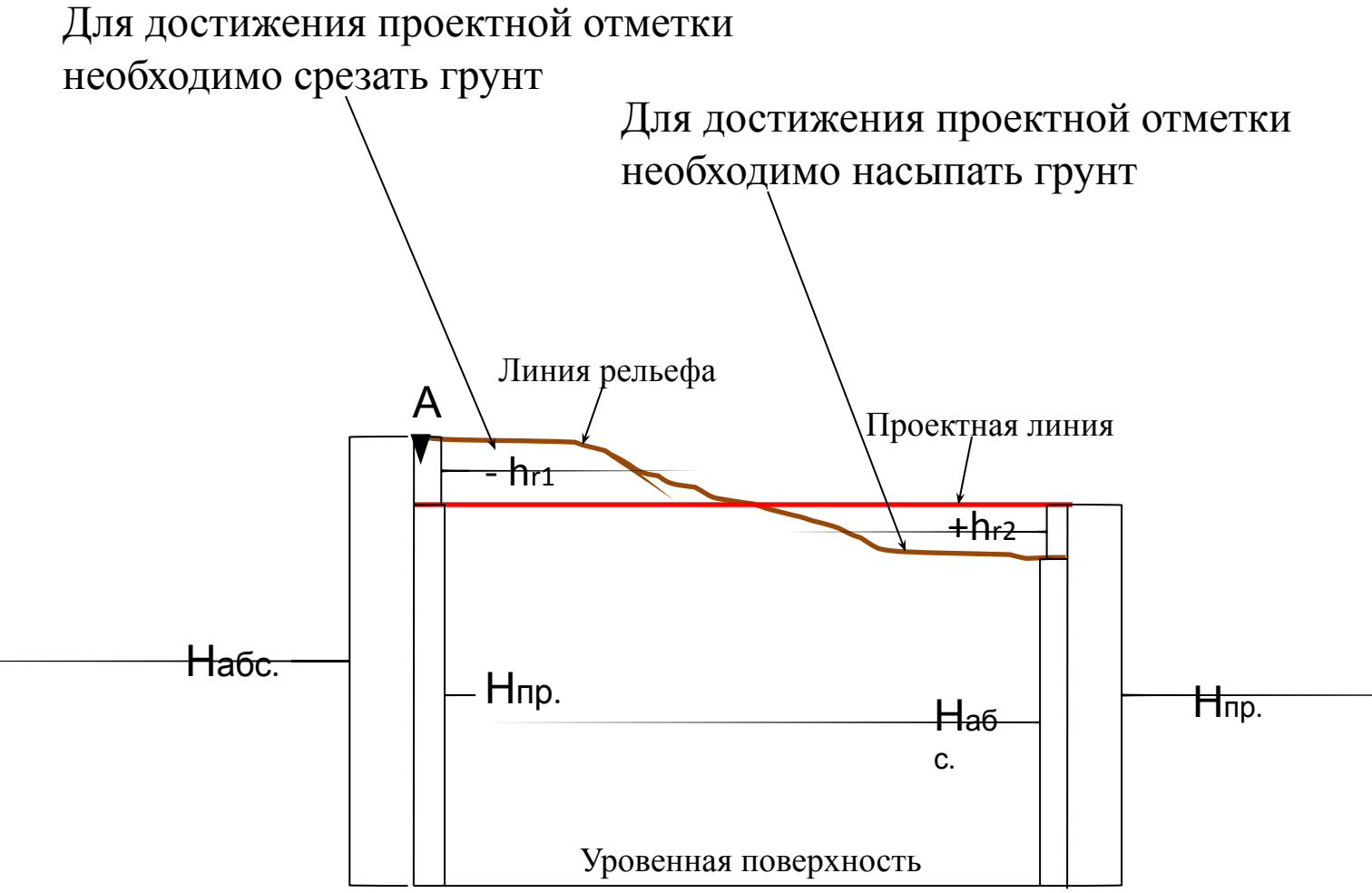
Рабочие отметки показывают какой вид работ необходимо выполнить в том, или ином квадрате, чтобы преобразовать естественный рельеф в проектный. Они рассчитываются по формуле:

$h_r = H_{пр.} - H_{абс.}$, где $H_{пр.}$ - проектная отметка точки,

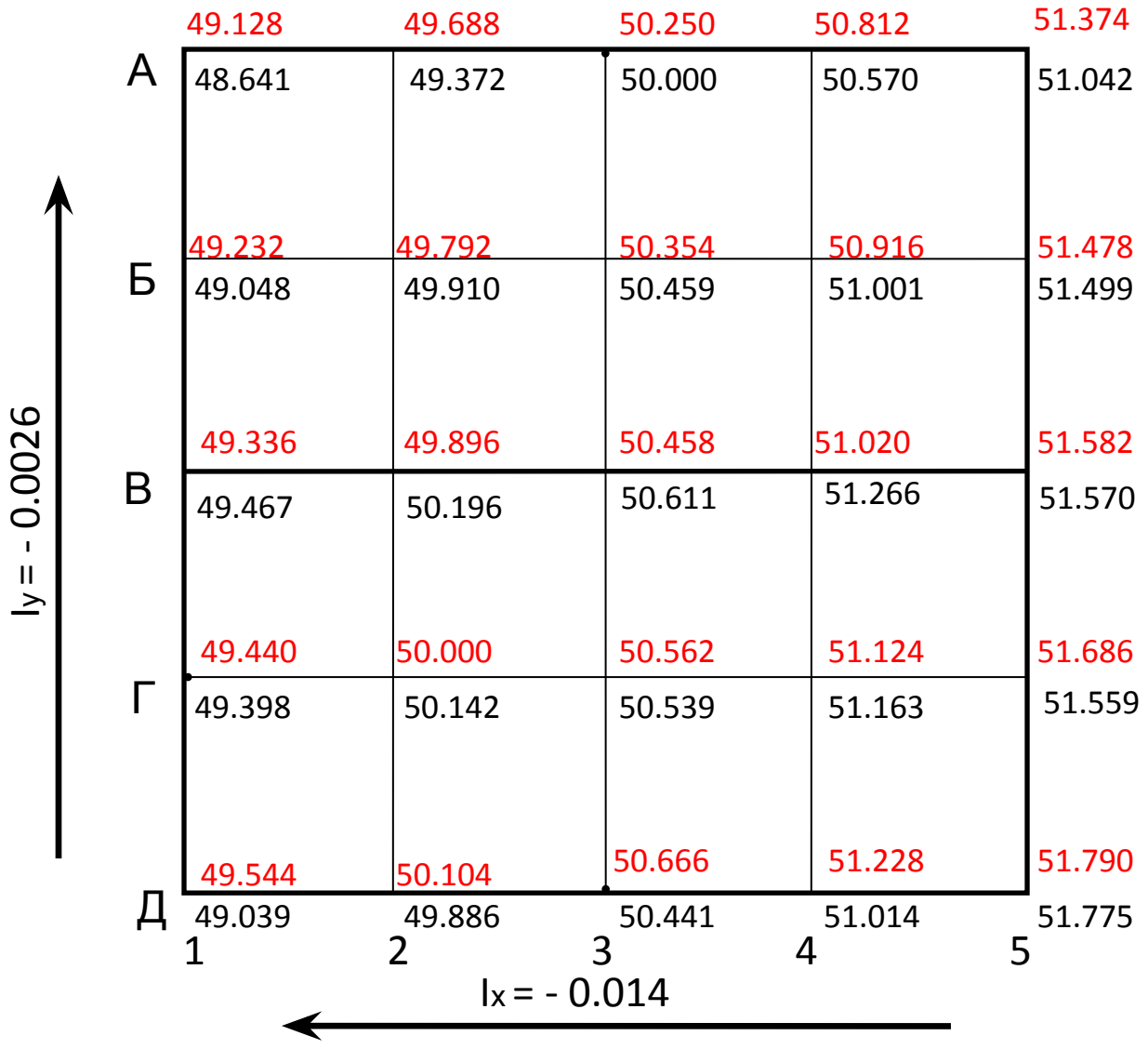
$H_{абс.}$- абсолютная отметка этой же точки.

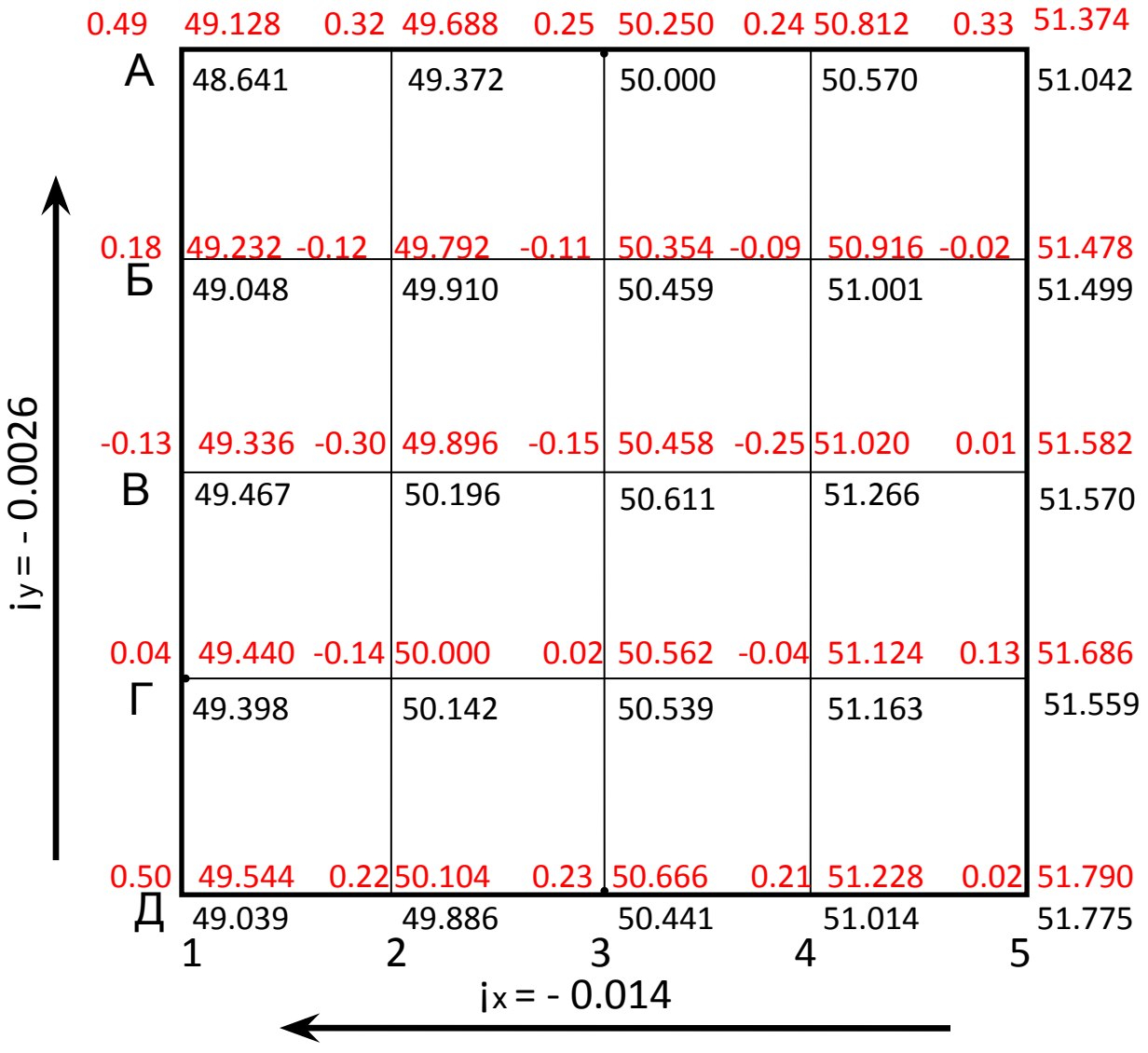
Отрицательный знак рабочей отметки, говорит о том, что для достижения проектной отметки необходимо срезать грунт, положительный о необходимости насыпных работ.




Для достижения проектной отметки необходимо срезать грунт
Для достижения проектной отметки необходимо насыпать грунт
Линия рельефа
A
Проектная линия
- hr1
+hr2
Набс.
Нпр.
Наб
с.
Нпр.
Уровенная поверхность

Например: определяем рабочую отметку в точке А1. $h_{r\,A1} = 49.128 - 48.641 = +0.487$ Рабочие отметки подписываются красным цветом, слева от вертикальной разделительной линии квадрата.

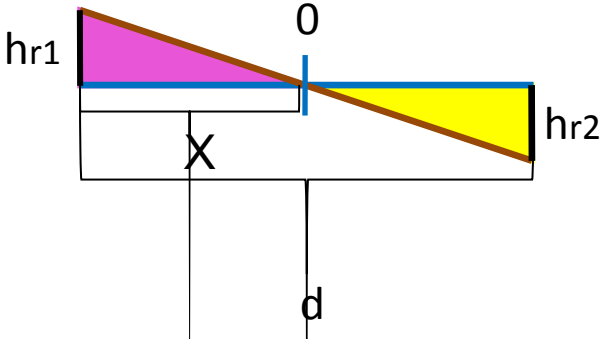



0.49 49.128 0.32 49.688 0.25 50.250 0.24 50.812 0.33 51.374
А
48.641 49.372 50.000 50.570 51.042
0.18 49.232 -0.12 49.792 -0.11 50.354 -0.09 50.916 -0.02 51.478
Б
49.048 49.910 50.459 51.001 51.499
-0.13 49.336 -0.30 49.896 -0.15 50.458 -0.25 51.020 0.01 51.582
В
49.467 50.196 50.611 51.266 51.570
0.04 49.440 -0.14 50.000 0.02 50.562 -0.04 51.124 0.13 51.686
Г
49.398 50.142 50.539 51.163 51.559
0.50 49.544 0.22 50.104 0.23 50.666 0.21 51.228 0.02 51.790
Д
49.039 49.886 50.441 51.014 51.775
1 2 3 4 5
iy = - 0.0026
ix = - 0.014

ПРОВЕДЕНИЕ ЛИНИИ НУЛЕВЫХ РАБОТ.

Линия нулевых работ проводится через точки, в которых проектные отметки равны абсолютным. Расстояние до линии нулевых работ рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{|h_{r1}|}{|h_{r1}| + |h_{r2}|} \cdot d$$

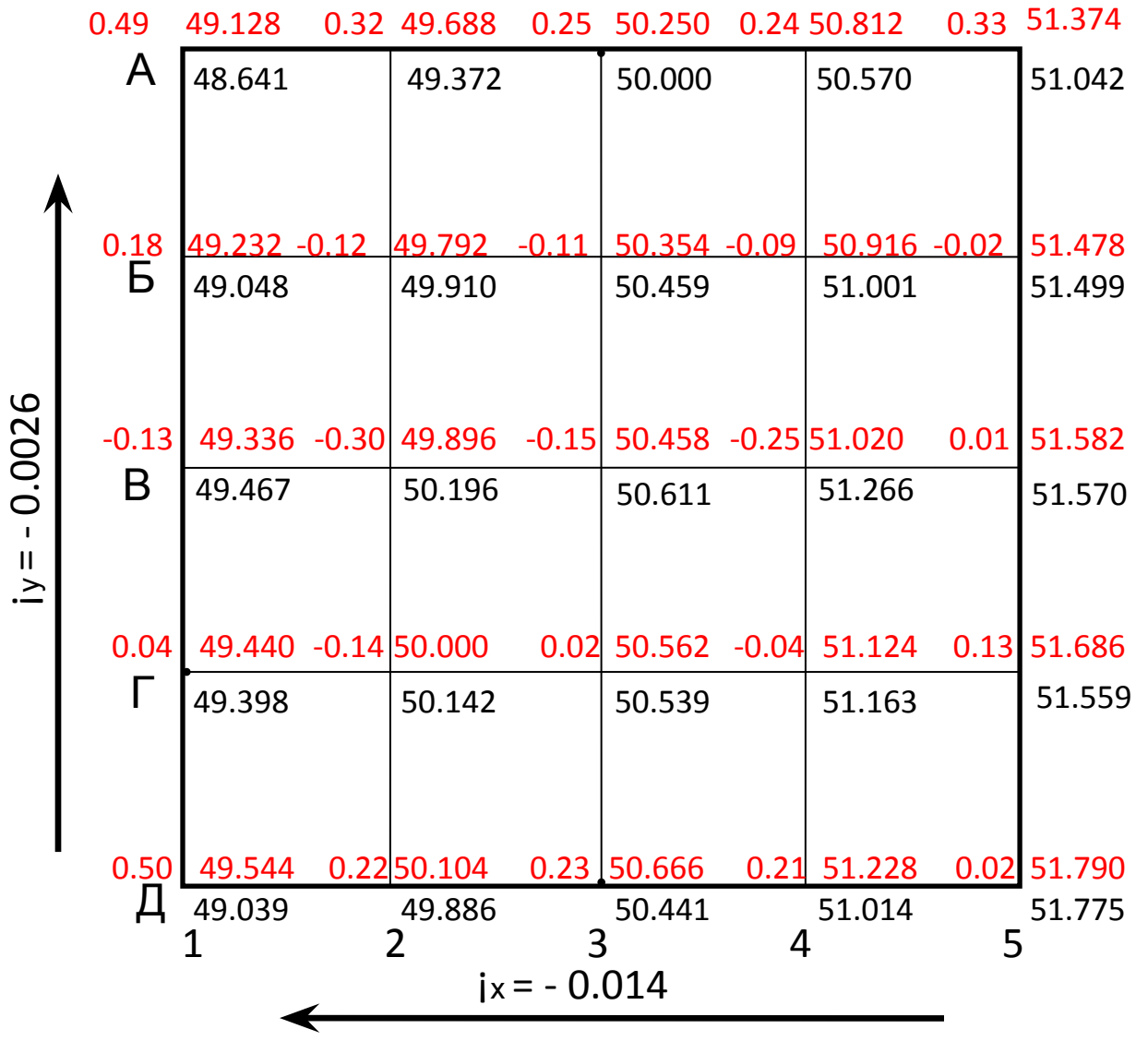


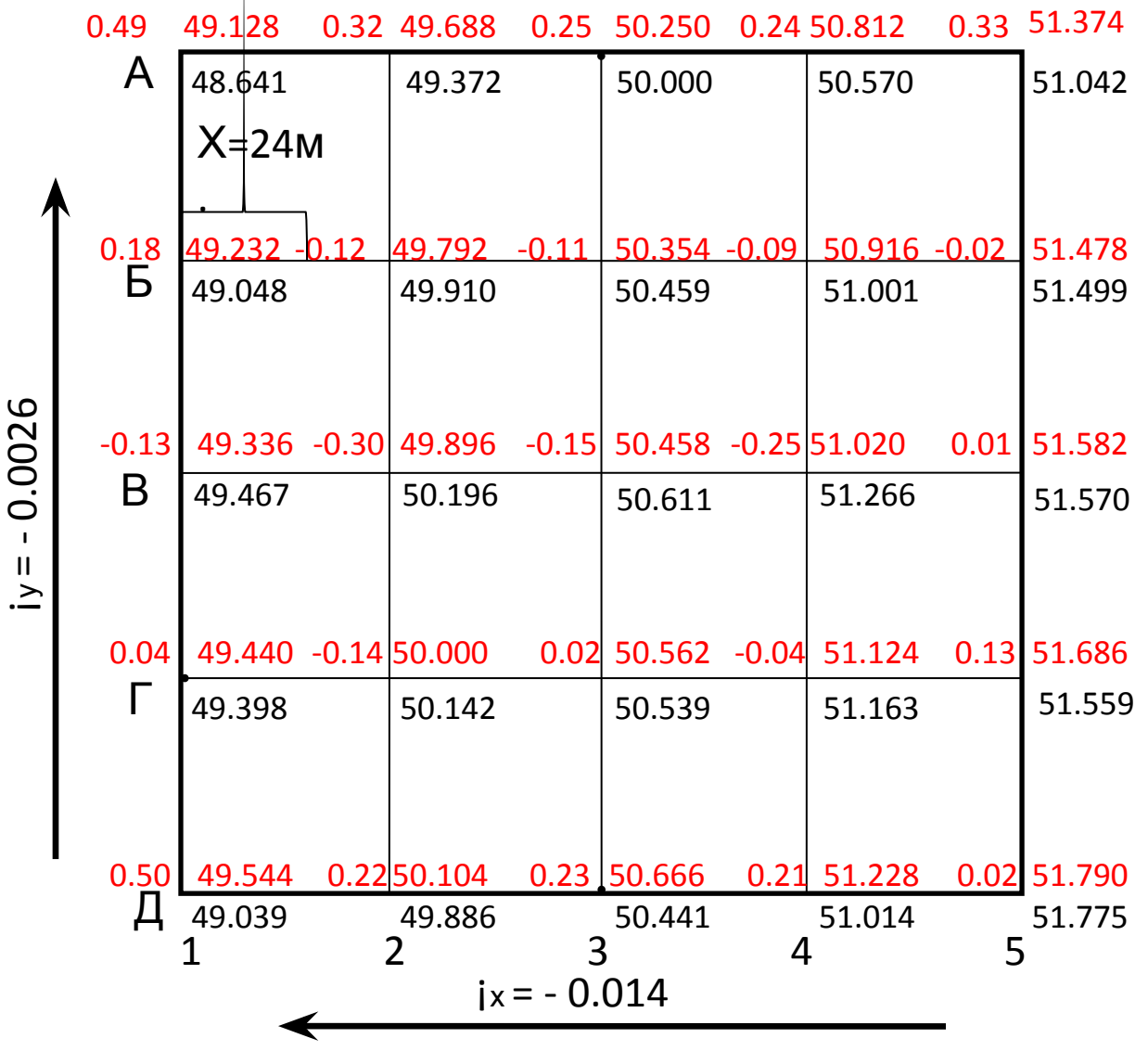
Где h_{r1} и h_{r2} – рабочие отметки, d – расстояние между точками с этими отметками. Знак модуля означает , что при расчетах, знаки рабочих отметок не учитываются.

Находим расстояния до линии нулевых работ на схеме нивелирования по квадратам. Линия нулевых работ проводится только между точками, с рабочими отметками имеющими разные знаки.

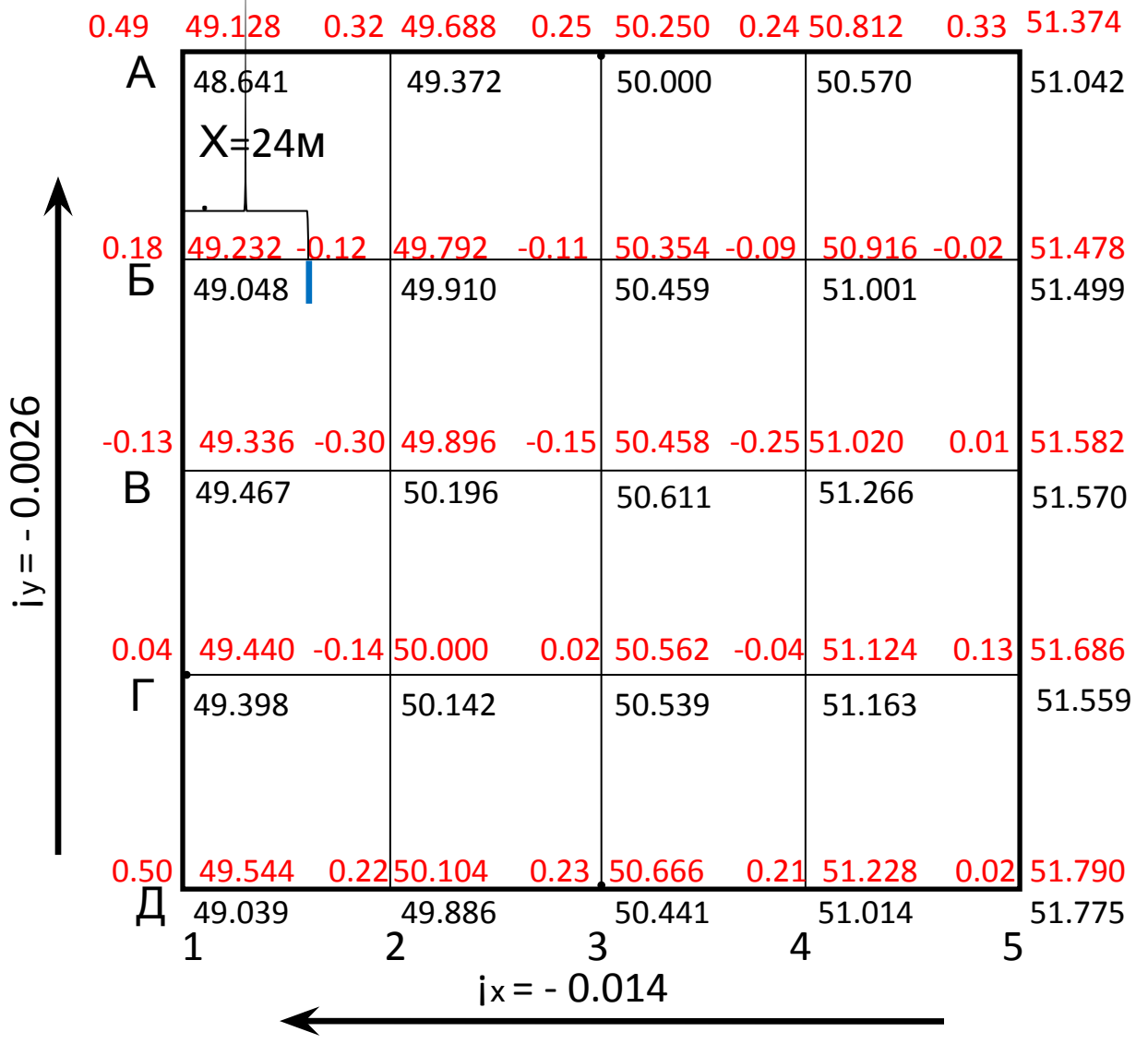
Например: определяем Х между точками Б1 – Б2.

$$X_{Б1\text{-}Б2} = \frac{|0.18|}{|0.18|+|-0.12|} \cdot 40 = 24 \text{ м.}$$

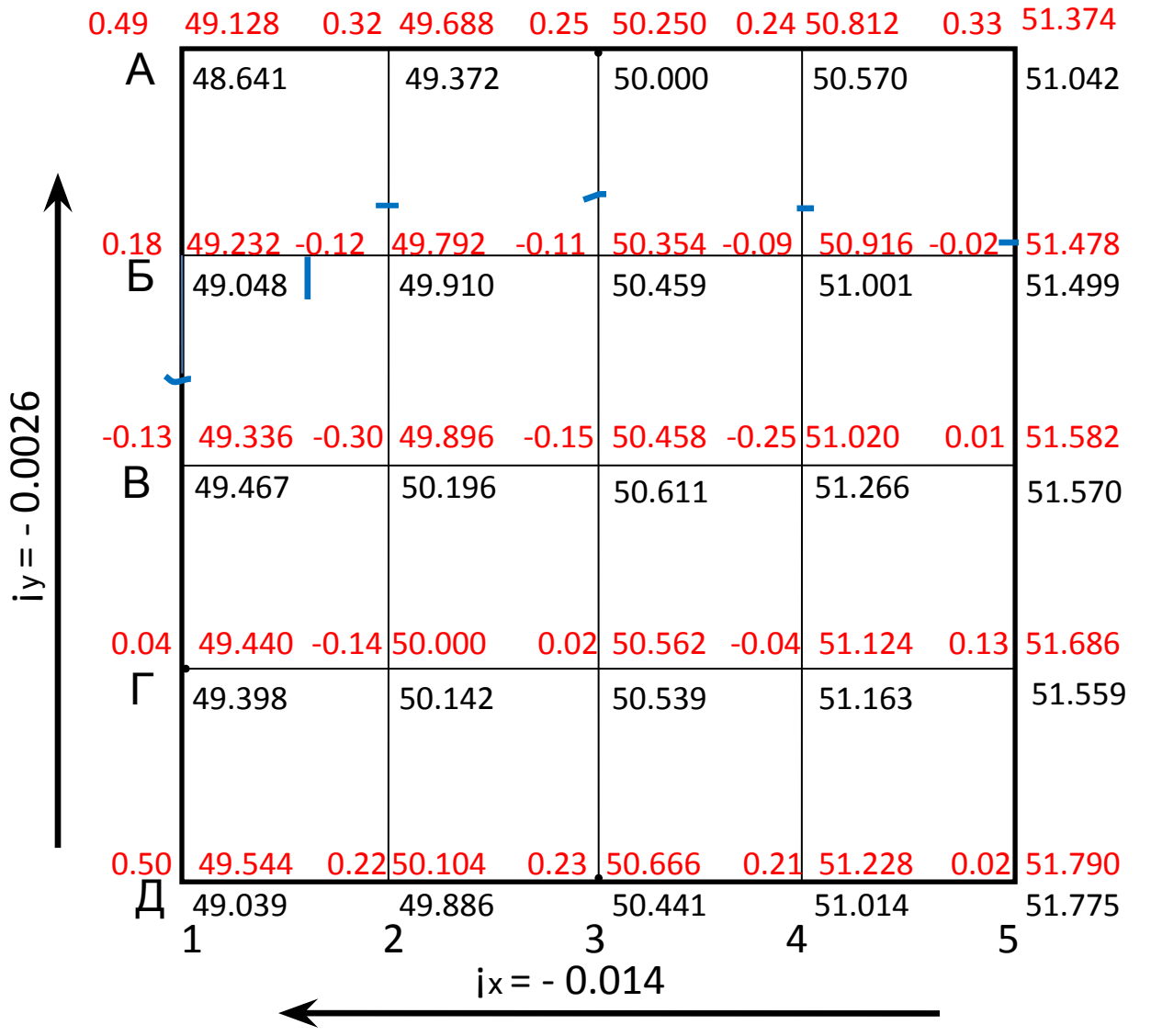


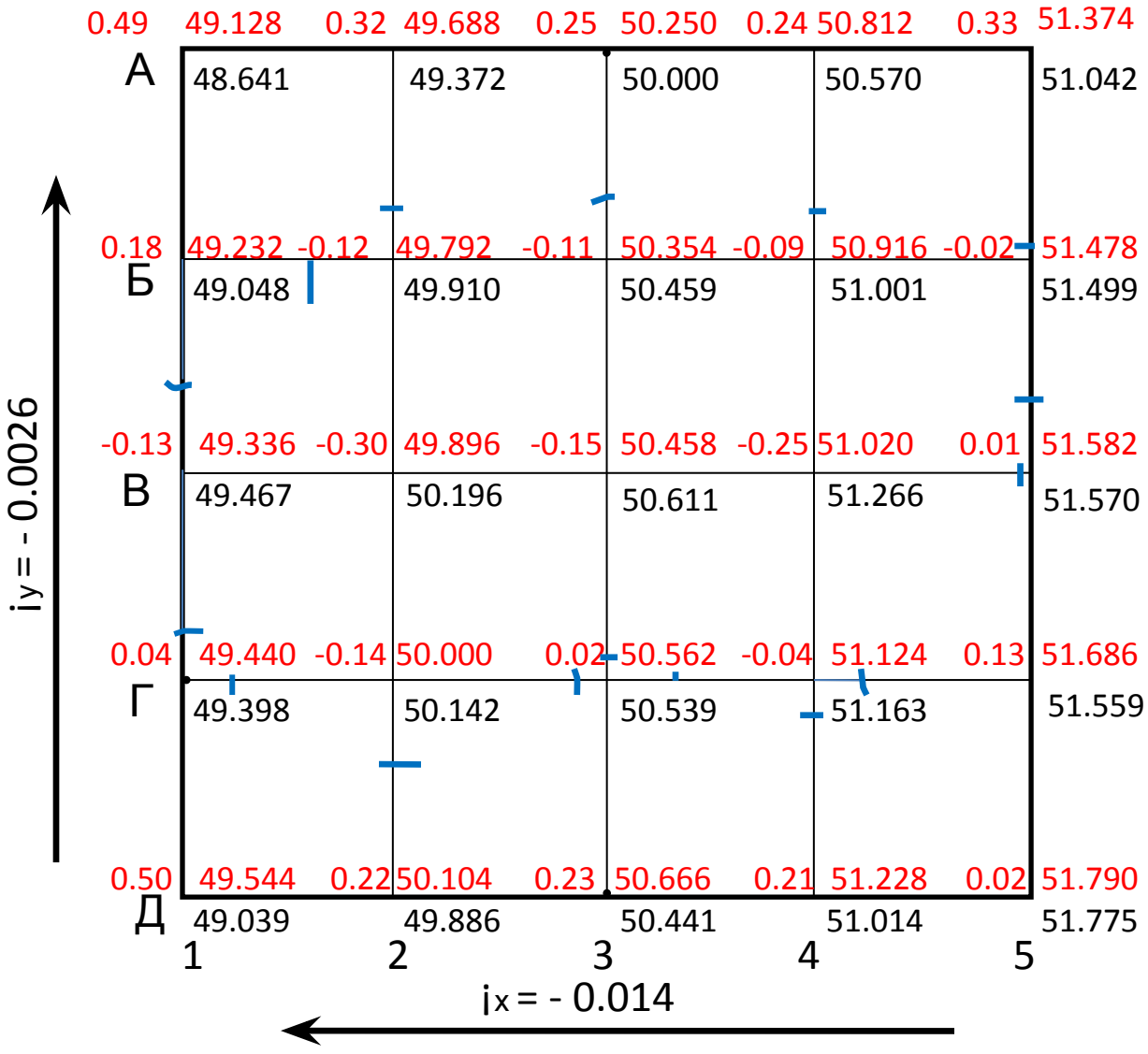

0.49
49.128
0.32
49.688
0.25
50.250
0.24
50.812
0.33
51.374
А
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
X=24м
0.18
49.232
-0.12
49.792
-0.11
50.354
-0.09
50.916
-0.02
51.478
Б
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
-0.13
49.336
-0.30
49.896
-0.15
50.458
-0.25
51.020
0.01
51.582
В
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
0.04
49.440
-0.14
50.000
0.02
50.562
-0.04
51.124
0.13
51.686
Г
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
0.50
49.544
0.22
50.104
0.23
50.666
0.21
51.228
0.02
51.790
Д
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1
2
3
4
5
iy = - 0.0026
ix = - 0.014

Расстояние X откладывается от той точки, рабочая отметка которой стоит в числителе.

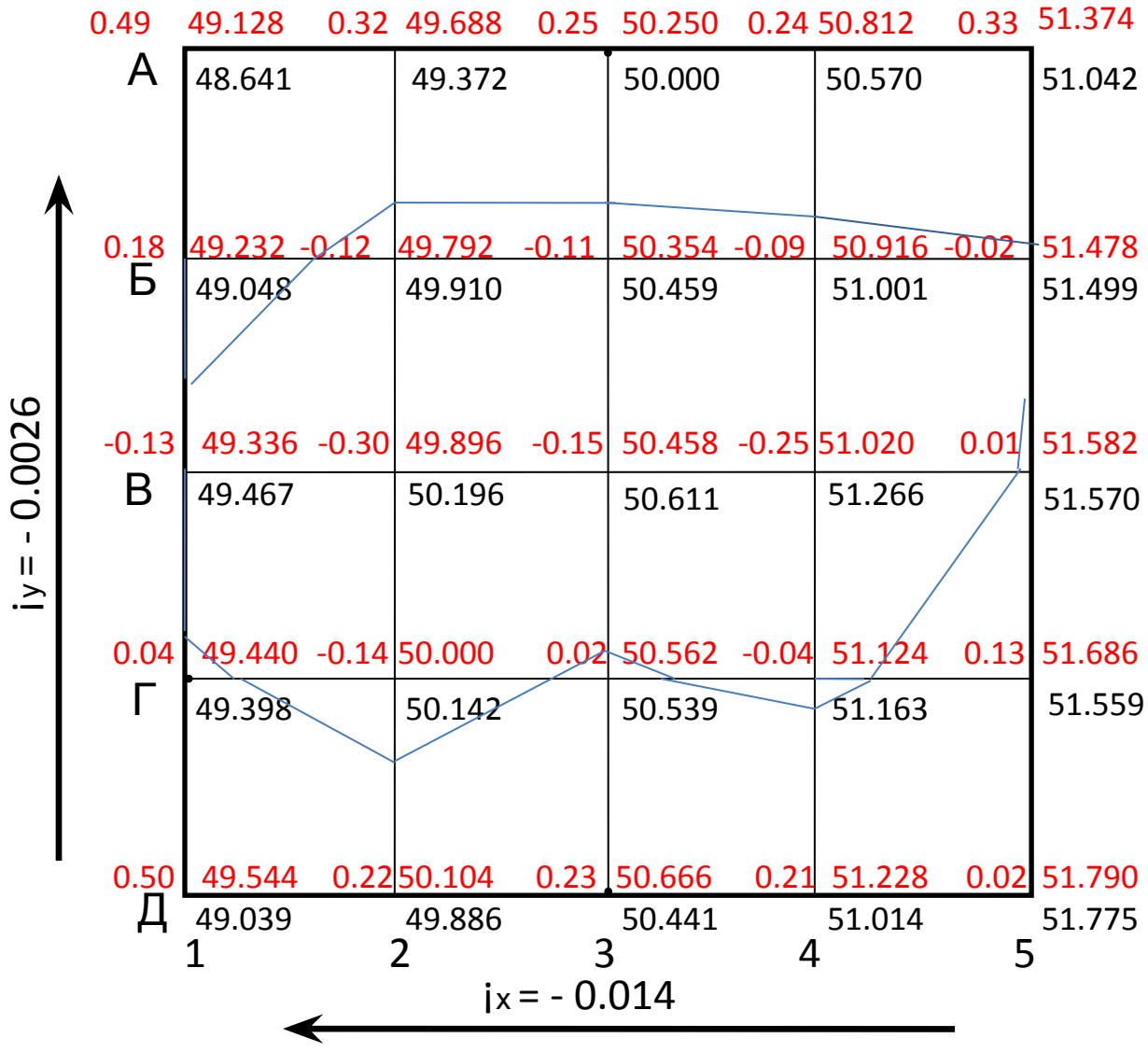


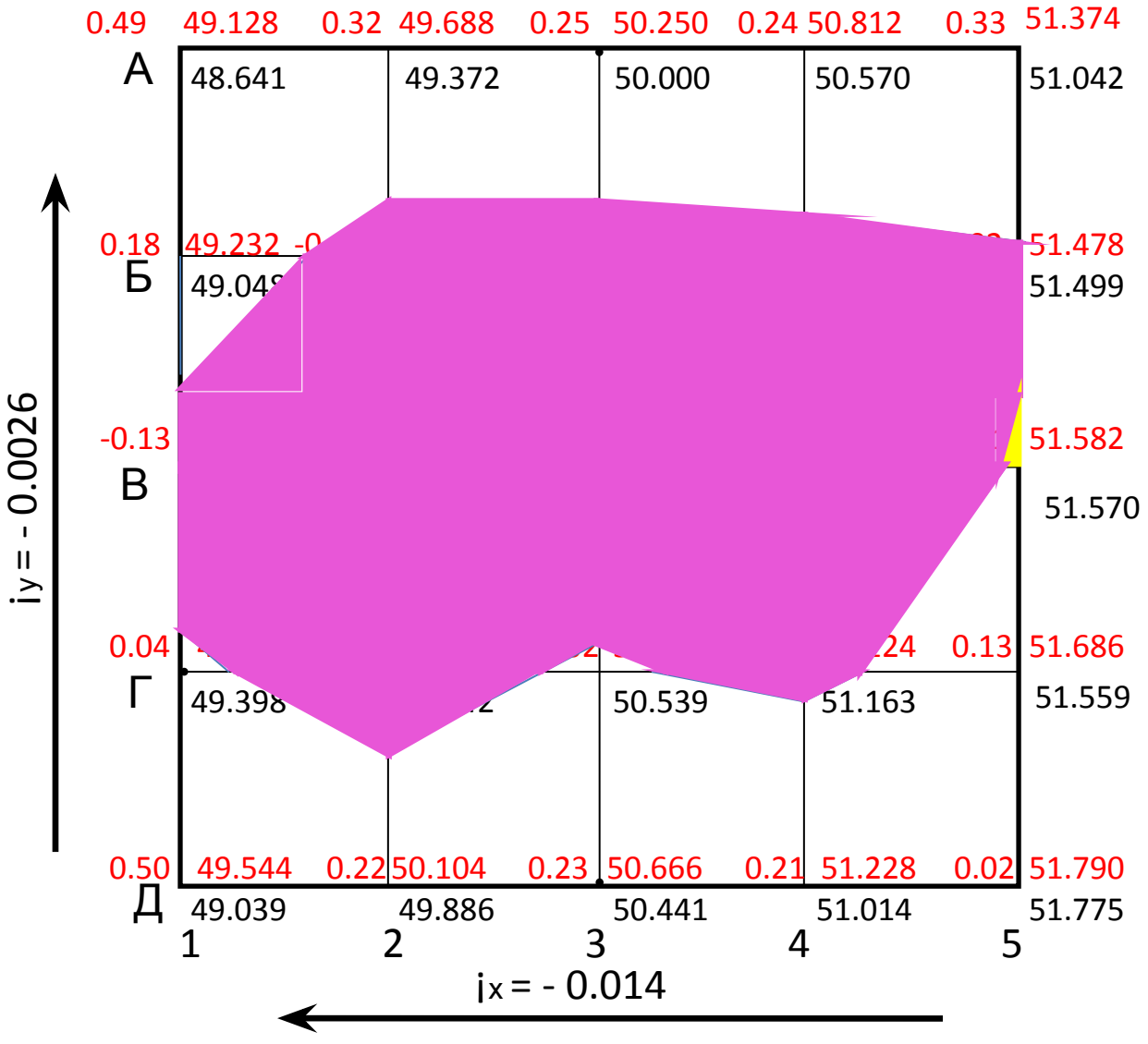
Определяем положение линии нулевых работ между остальными точками и проводим линию нулевых работ.

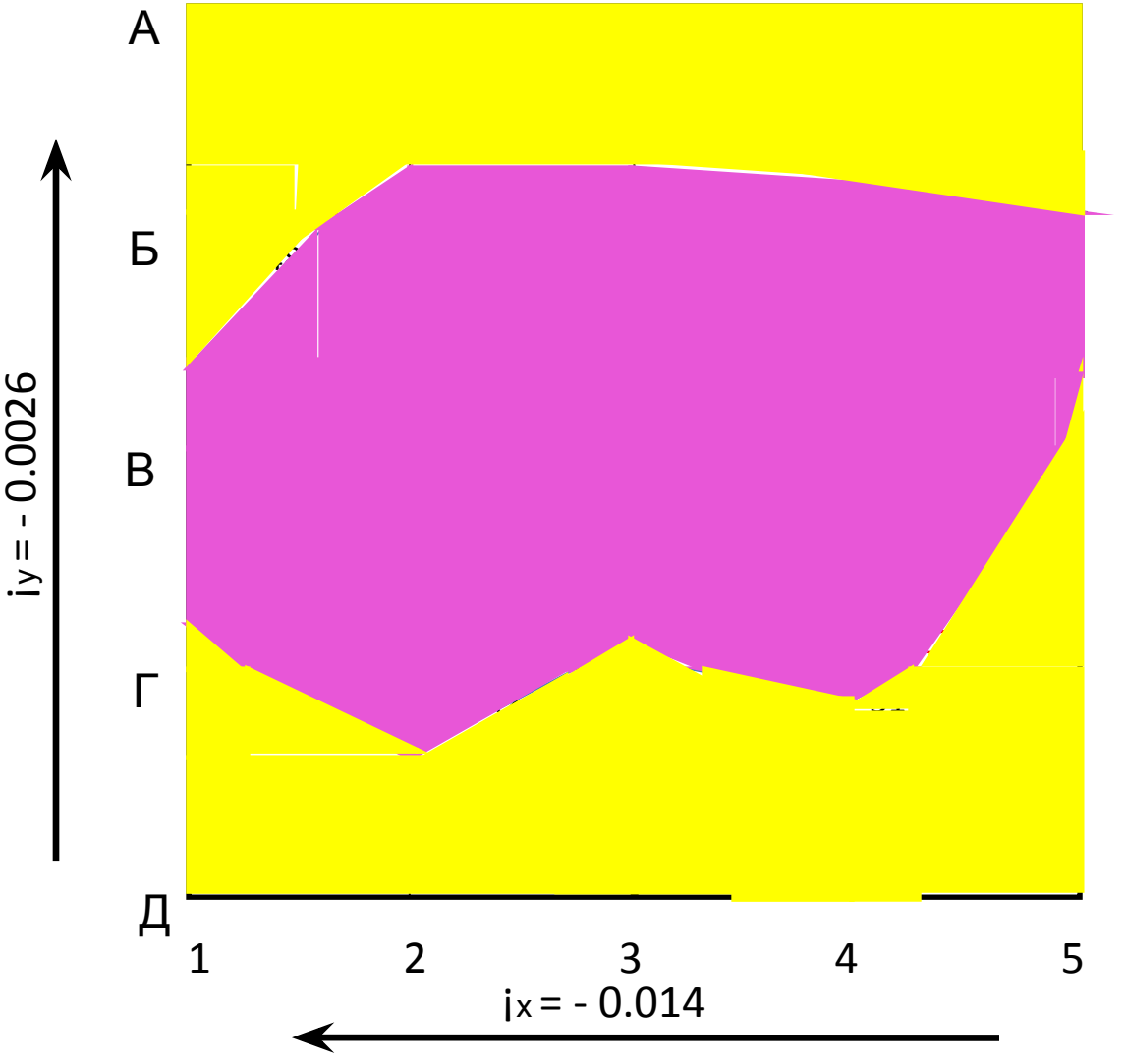


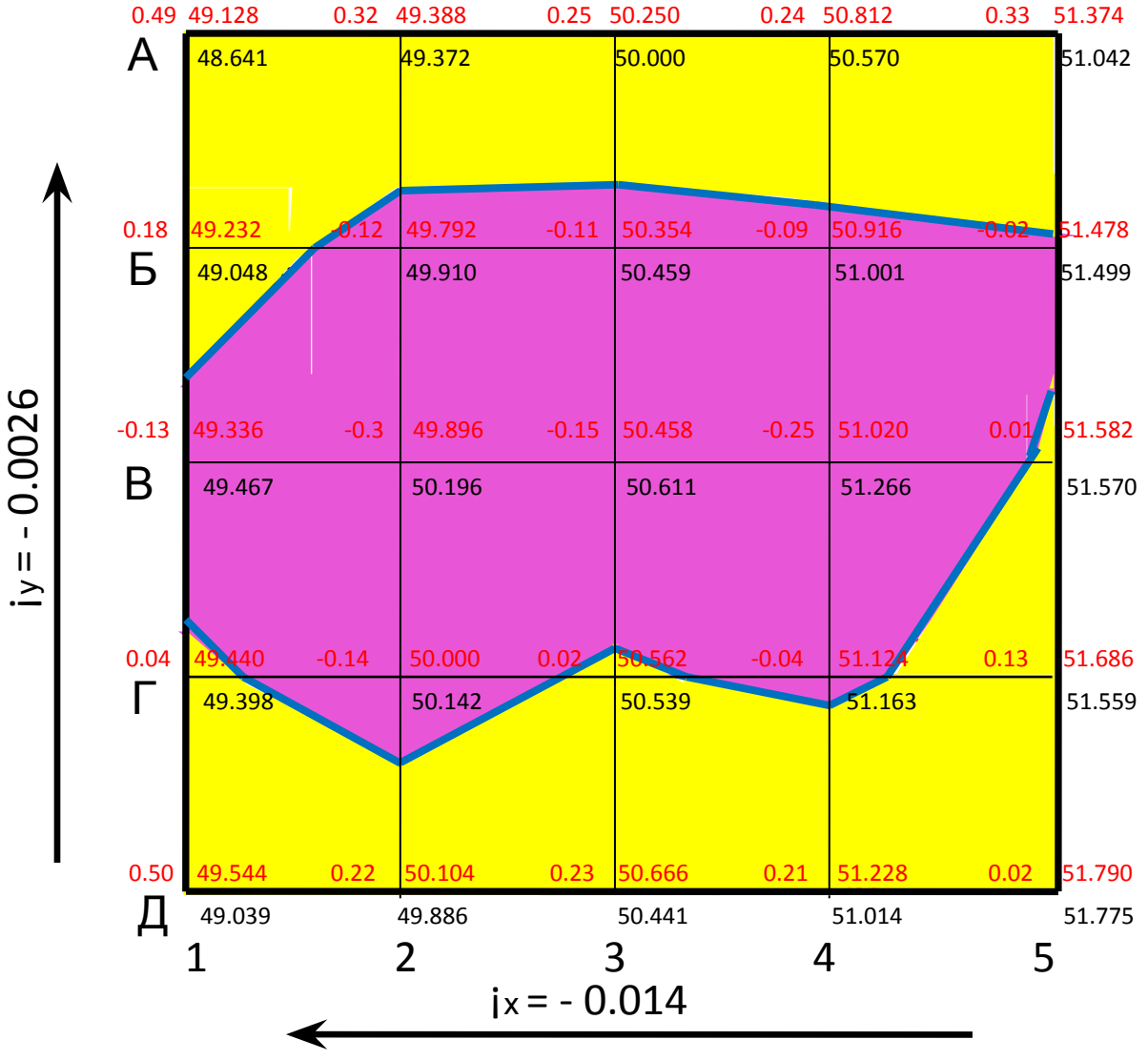

0.49 49.128 0.32 49.688 0.25 50.250 0.24 50.812 0.33 51.374
А
48.641 49.372 50.000 50.570 51.042
0.18 49.232 -0.12 49.792 -0.11 50.354 -0.09 50.916 -0.02 51.478
Б
49.048 49.910 50.459 51.001 51.499
-0.13 49.336 -0.30 49.896 -0.15 50.458 -0.25 51.020 0.01 51.582
В
49.467 50.196 50.611 51.266 51.570
0.04 49.440 -0.14 50.000 0.02 50.562 -0.04 51.124 0.13 51.686
Г
49.398 50.142 50.539 51.163 51.559
0.50 49.544 0.22 50.104 0.23 50.666 0.21 51.228 0.02 51.790
Д
49.039 49.886 50.441 51.014 51.775
1 2 3 4 5
iy = - 0.0026
ix = - 0.014

Линия нулевых работ разделила квадраты на ряд простых геометрических фигур. Выемка закрашивается розовым цветом, насып –желтым.




0.49 49.128 0.32 49.688 0.25 50.250 0.24 50.812 0.33 51.374
А
48.641 49.372 50.000 50.570 51.042
0.18 49.232 -0 51.478
Б
49.049 51.499
-0.13
В
51.582
51.570
0.04 0.13 51.686
Г
49.398 50.539 51.163 51.559
0.50 49.544 0.22 50.104 0.23 50.666 0.21 51.228 0.02 51.790
Д
49.039 49.886 50.441 51.014 51.775
1 2 3 4 5
iy = - 0.0026
ix = - 0.014


А
Б
В
Г
Д
1
2
3
4
5
iy = - 0.0026
ix = - 0.014


0.49 49.128 0.32 49.388 0.25 50.250 0.24 50.812 0.33 51.374
А
48.641 49.372 50.000 50.570 51.042
0.18 49.232 -0.12 49.792 -0.11 50.354 -0.09 50.916 -0.02 51.478
Б
49.048 49.910 50.459 51.001 51.499
-0.13 49.336 -0.3 49.896 -0.15 50.458 -0.25 51.020 0.01 51.582
В
49.467 50.196 50.611 51.266 51.570
0.04 49.440 -0.14 50.000 0.02 50.562 -0.04 51.124 0.13 51.686
Г
49.398 50.142 50.539 51.163 51.559
0.50 49.544 0.22 50.104 0.23 50.666 0.21 51.228 0.02 51.790
Д
49.039 49.886 50.441 51.014 51.775
1 2 3 4 5
iy = - 0.0026
ix = - 0.014

РАСЧЕТ БАЛАНСА ЗЕМЛЯНЫХ МАСС.

Для определения баланса земляных масс необходимо вычислить объем насыпей и выемок. Как было сказано раннее, линия нулевых работ делит квадраты на простые геометрические фигуры, площадь которых подсчитывается по геометрическим формулам. Основными фигурами, получившимися в результате проведения линии нулевых работ, являются треугольники, трапеции, пятиугольники и квадраты.

Площади фигур рассчитываются по следующим формулам:

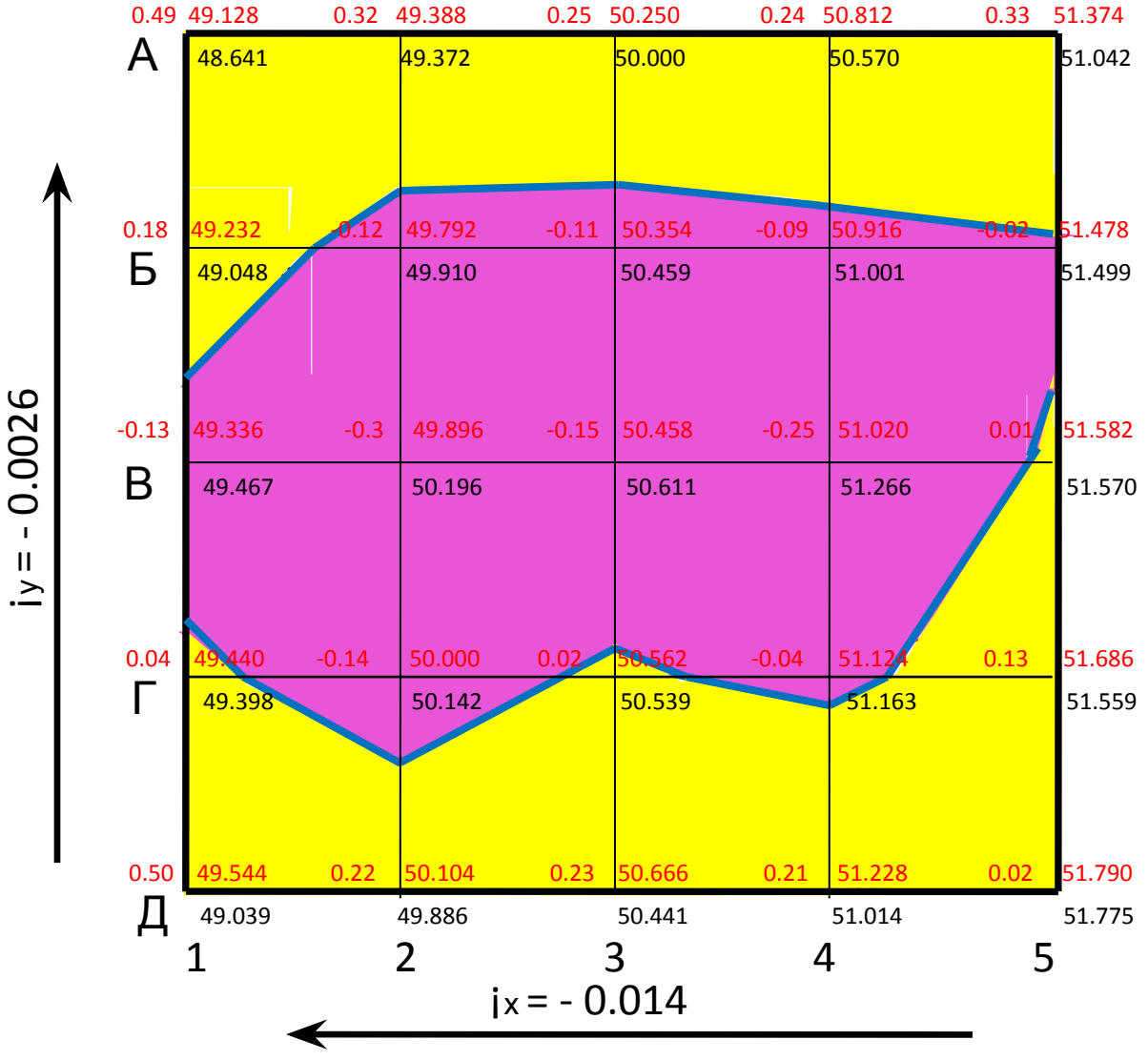
$S\Delta = a \cdot h/2$ – площадь треугольника равна, половине произведения, основания на высоту.

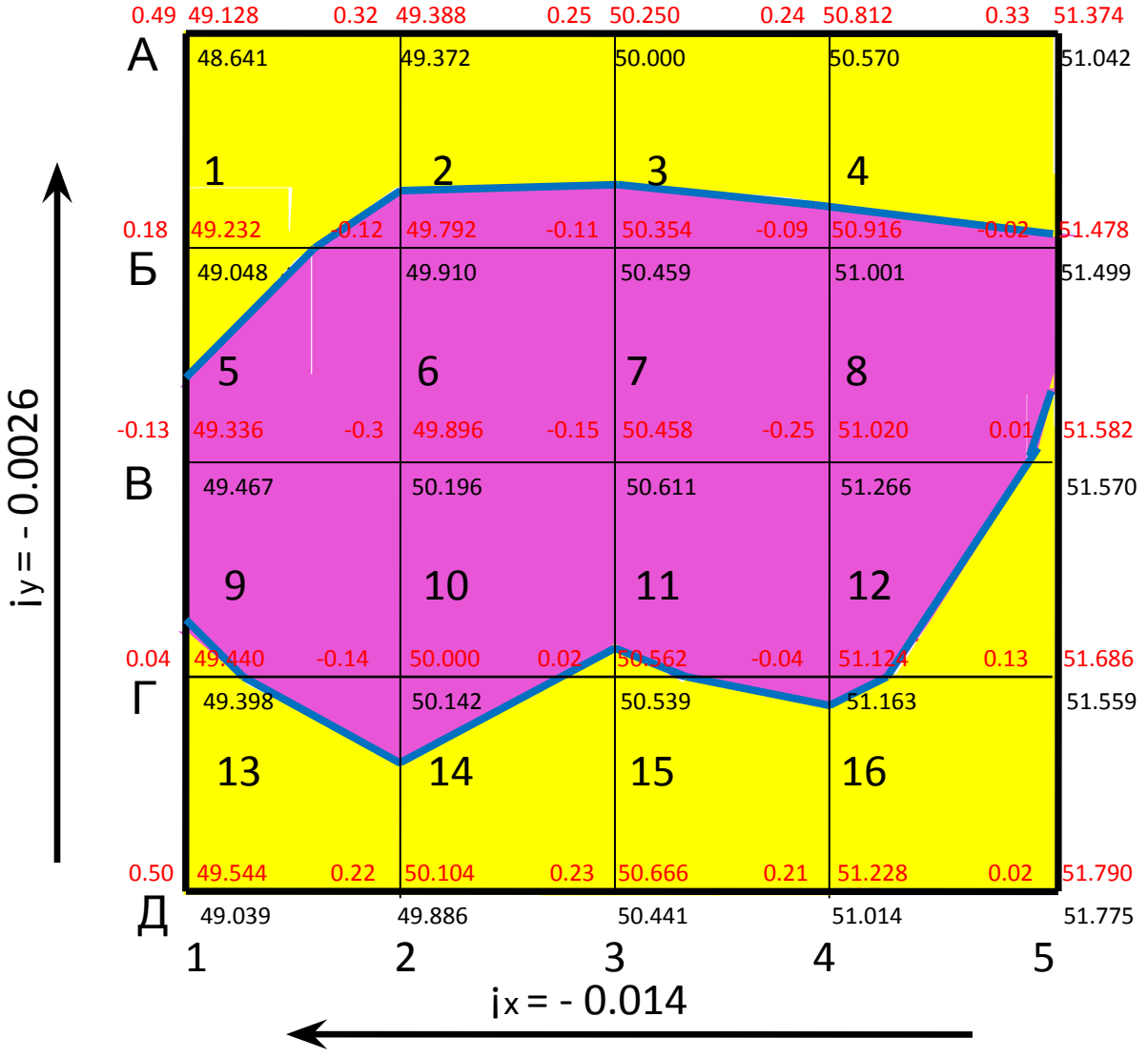
$S_{\text{▱}} = (a+b)/2 \cdot h$ - площадь трапеции равна: половине суммы оснований , умноженных на высоту.

$S_{\square} = a^2$ - площадь квадрата равна квадрату его стороны.

$S_{\text{⬠}} = S_{\square} - S\Delta$

Определяем площади фигур и вносим данные в таблицу №3. Предварительно пронумеровав квадраты.


0.49 49.128 0.32 49.388 0.25 50.250 0.24 50.812 0.33 51.374
А
48.641 49.372 50.000 50.570 51.042
0.18 49.232 -0.12 49.792 -0.11 50.354 -0.09 50.916 -0.02 51.478
Б
49.048 49.910 50.459 51.001 51.499
-0.13 49.336 -0.3 49.896 -0.15 50.458 -0.25 51.020 0.01 51.582
В
49.467 50.196 50.611 51.266 51.570
0.04 49.440 -0.14 50.000 0.02 50.562 -0.04 51.124 0.13 51.686
Г
49.398 50.142 50.539 51.163 51.559
0.50 49.544 0.22 50.104 0.23 50.666 0.21 51.228 0.02 51.790
Д
49.039 49.886 50.441 51.014 51.775
1 2 3 4 5
iy = - 0.0026
ix = - 0.014


0.49 49.128 0.32 49.388 0.25 50.250 0.24 50.812 0.33 51.374
А
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
1
2
3
4
0.18 49.232 -0.12 49.792 -0.11 50.354 -0.09 50.916 -0.02 51.478
Б
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
5
6
7
8
-0.13 49.336 -0.3 49.896 -0.15 50.458 -0.25 51.020 0.01 51.582
В
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
9
10
11
12
0.04 49.440 -0.14 50.000 0.02 50.562 -0.04 51.124 0.13 51.686
Г
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
13
14
15
16
0.50 49.544 0.22 50.104 0.23 50.666 0.21 51.228 0.02 51.790
Д
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1 2 3 4 5
jy = - 0.0026
jx = - 0.014

Ведомость вычисления объемов
Таблица №3

№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь		Средние рабочие отметки		Объем	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

Заполняем столбцы (Вид фигур). Н – насыпь,
В – выемка. Вносим значки фигур в графы с номерами квадратов.

Ведомость вычисления объемов
Таблица №3

№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь		Средние рабочие отметки		Объем	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

Ведомость вычисления объемов

Таблица №3

№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь		Средние рабочие отметки		Объем	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1								
2								
3								
4								
5								
6	-							
7	-							
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

Вычисляем площади фигур в каждом квадрате, данные вносим в таблицу №3. Например:

первый квадрат линией нулевых работ делится на пятиугольник (насыпь) и треугольник (выемка). Площадь полного квадрата равна

$S_{\square} = a^2 = 40 \cdot 40 = 1600$ м²

$S_{\Delta} = (a \cdot h)/2 = (16 \cdot 10.67)/2 = 85.36$ м²

$S_{\pentagon} = S_{\square} - S_{\Delta} = 1600 - 85.36 = 1514.64$ м²

Ведомость вычисления объемов
Таблица №3

№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь		Средние рабочие отметки		Объем	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1								
2								
3								
4								
5								
6	-							
7	-							
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

Ведомость вычисления объемов
Таблица №3

№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			1514.64	85.36				
2								
3								
4								
5								
6	-							
7	-							
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

Аналогичным способом вычисляем площади фигур в остальных квадратах и вносим их значения в таблицу №3.

Ведомость вычисления объемов

Таблица №3

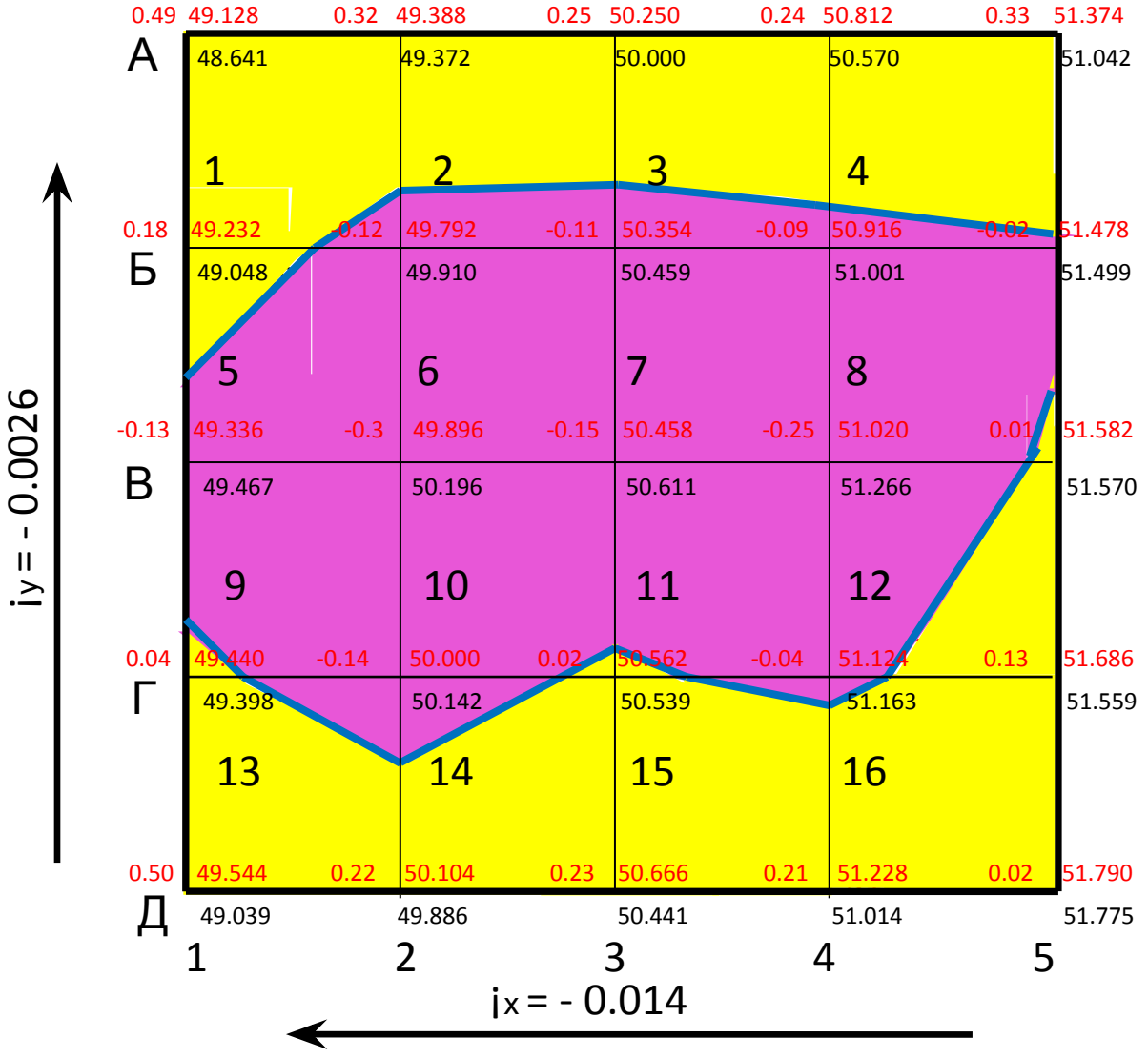
№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			1514.64	85.36				
2								
3								
4								
5								
6	-							
7	-							
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

Ведомость вычисления объемов
Таблица №3

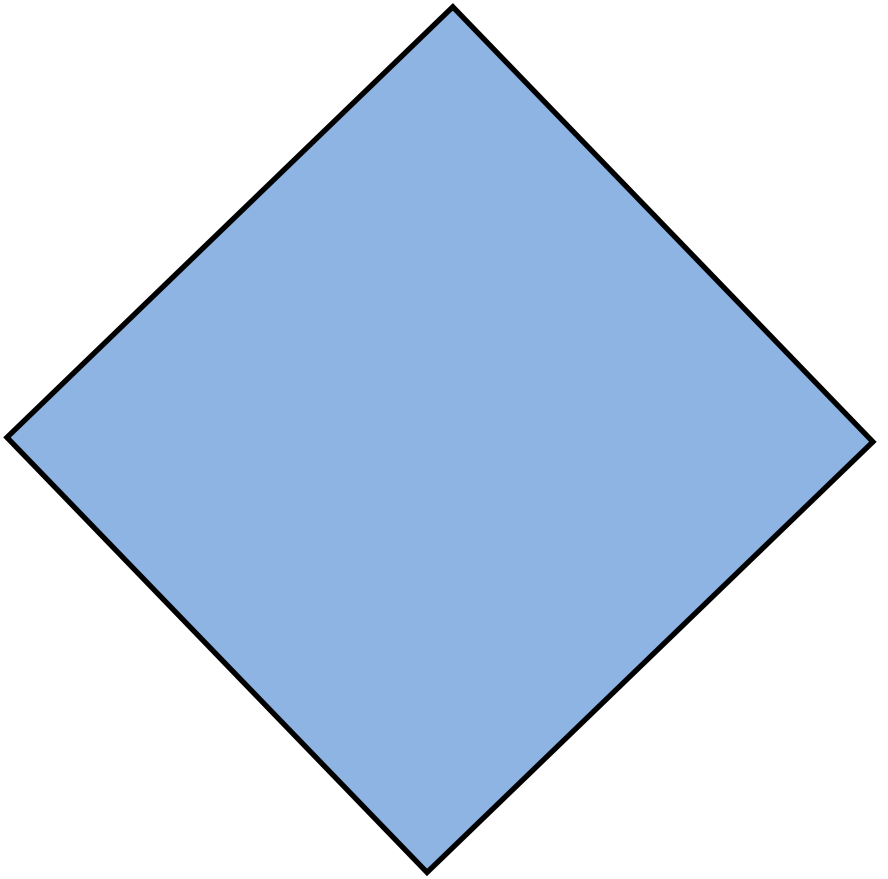
№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			1514.64	85.36				
2			1173.2	426.8				
3			1226.6	373.4				
4			1555	45				
5			35.61	1564.39				
6	-		-	1600				
7	-		-	1600				
8			20	1580				
9			83.66	1516.34				
10			23.5	1576.5				
11			31.33	1568.67				
12			642.8	957.2				
13			1358.2	241.8				
14			1327.7	272.3				
15			1429.31	170.69				
16			1539.84	60.16				

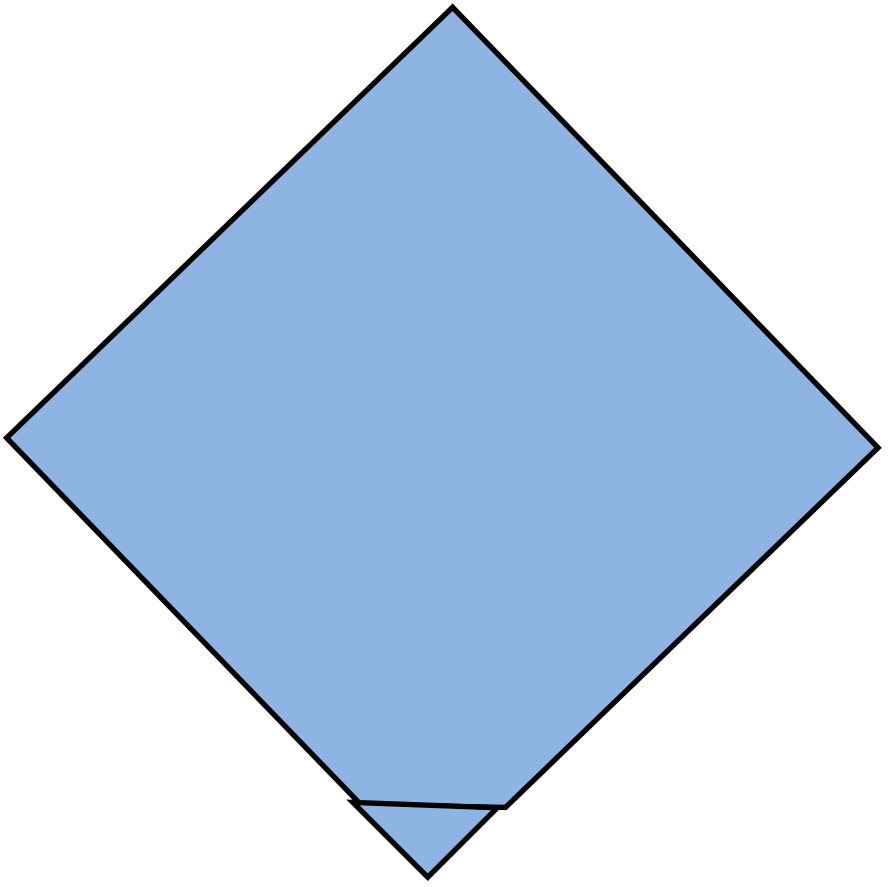
Вычисление средних рабочих отметок.

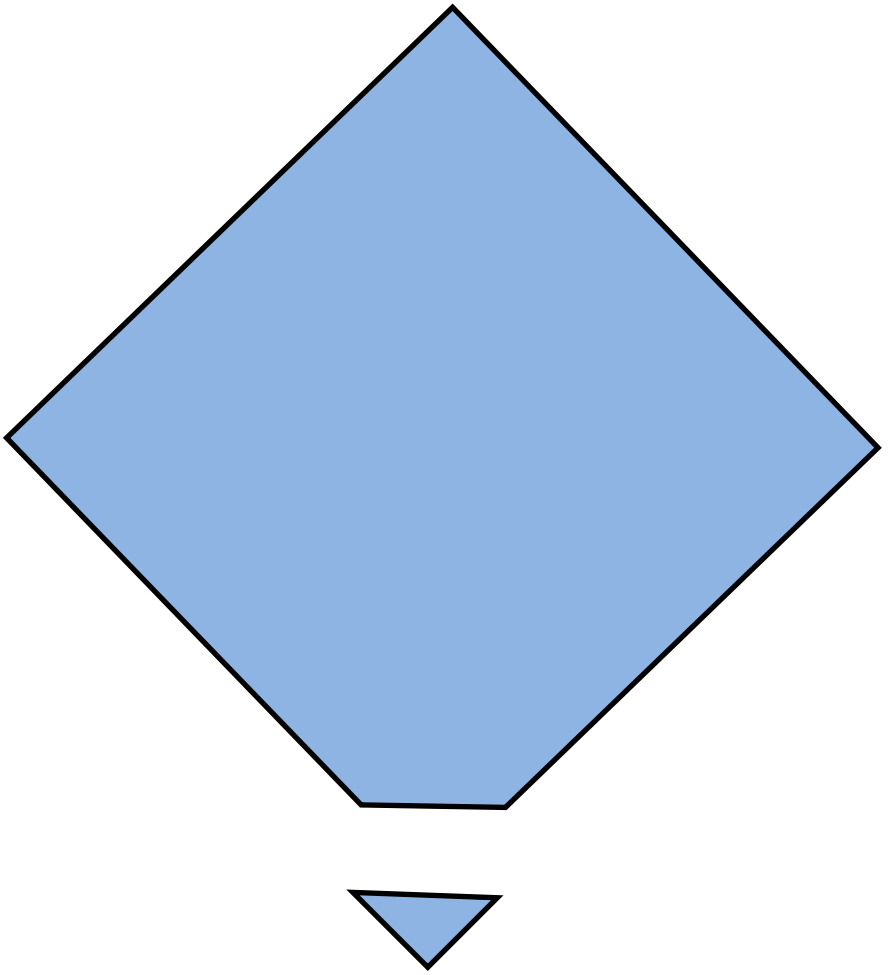
Для получения объема какой либо фигуры необходимо знать площадь этой фигуры и ее высоту. $V = S \cdot h$ За высоту, при расчете объемов земляных масс, принимается средняя рабочая отметка, которая вычисляется следующим образом. Для примера возьмем первый квадрат нашей площадки.


0.49 49.128 0.32 49.388 0.25 50.250 0.24 50.812 0.33 51.374
А
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
1
2
3
4
0.18 49.232 -0.12 49.792 -0.11 50.354 -0.09 50.916 -0.02 51.478
Б
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
5
6
7
8
-0.13 49.336 -0.3 49.896 -0.15 50.458 -0.25 51.020 0.01 51.582
В
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
9
10
11
12
0.04 49.440 -0.14 50.000 0.02 50.562 -0.04 51.124 0.13 51.686
Г
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
13
14
15
16
0.50 49.544 0.22 50.104 0.23 50.666 0.21 51.228 0.02 51.790
Д
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1 2 3 4 5
jy = - 0.0026
jx = - 0.014

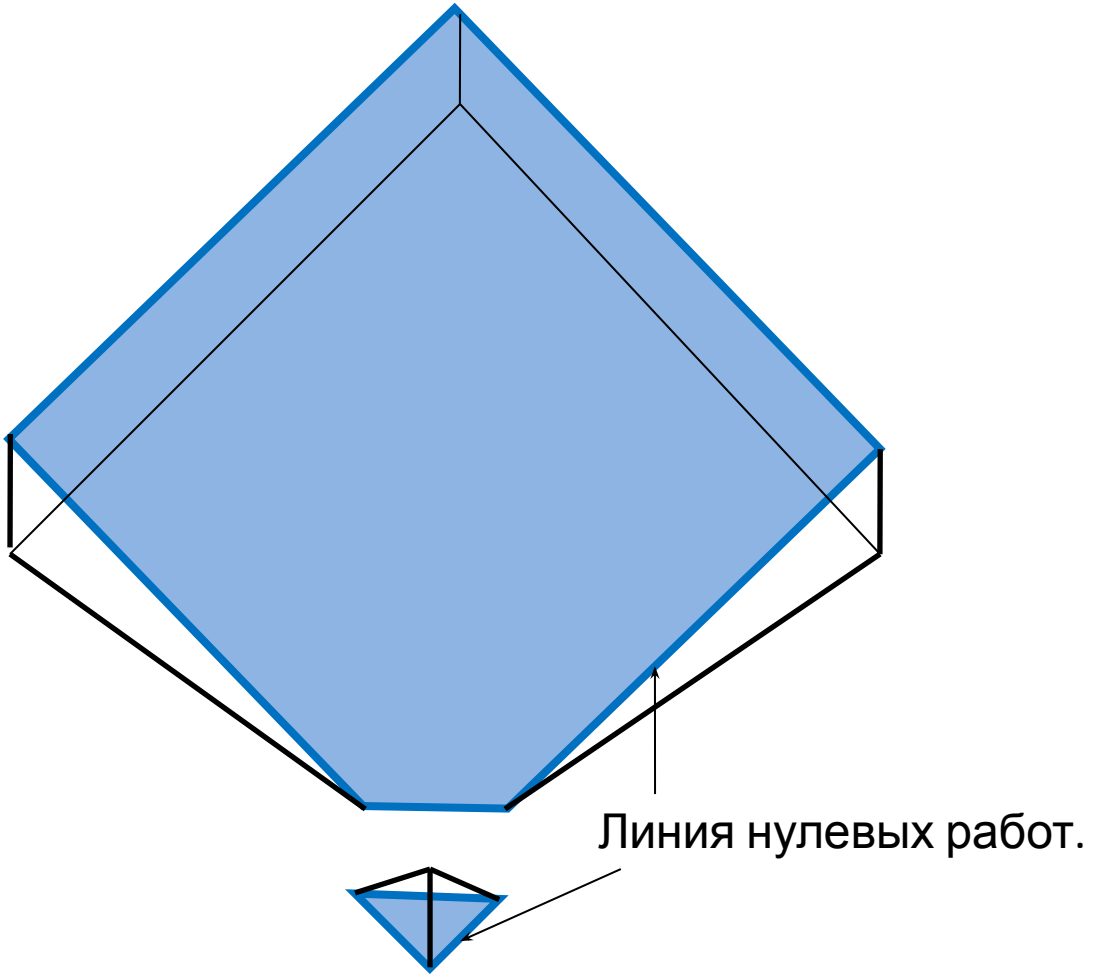
Как было сказано раннее первый квадрат линией нулевых работ разделен на треугольник и пятиугольник.





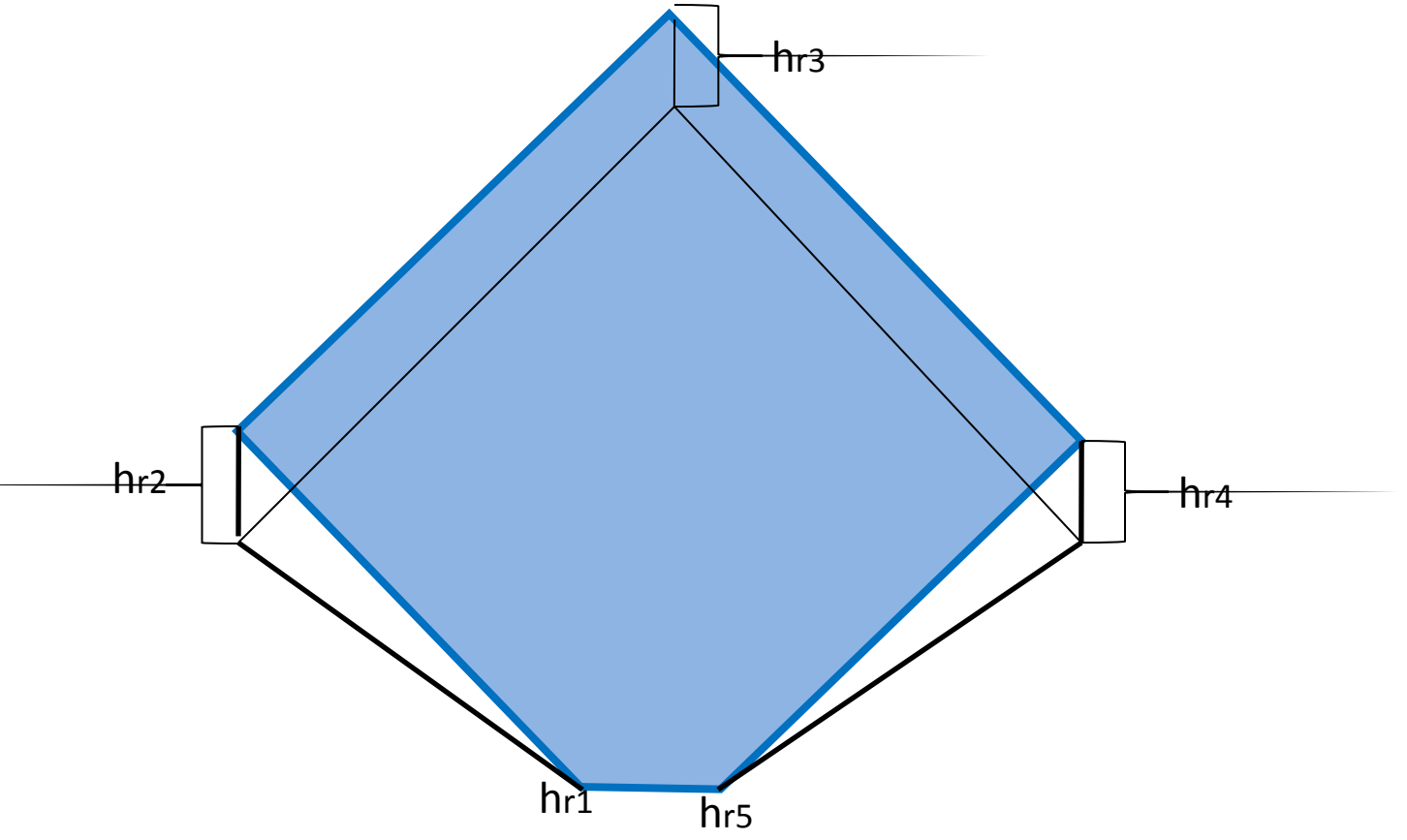


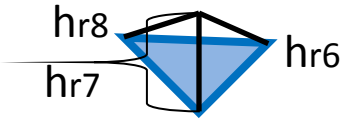
Как видно из рисунка, все точки земной поверхности в пятиугольнике, находятся ниже плоскости, проходящей через линию нулевых работ, а в треугольнике, выше этой плоскости.

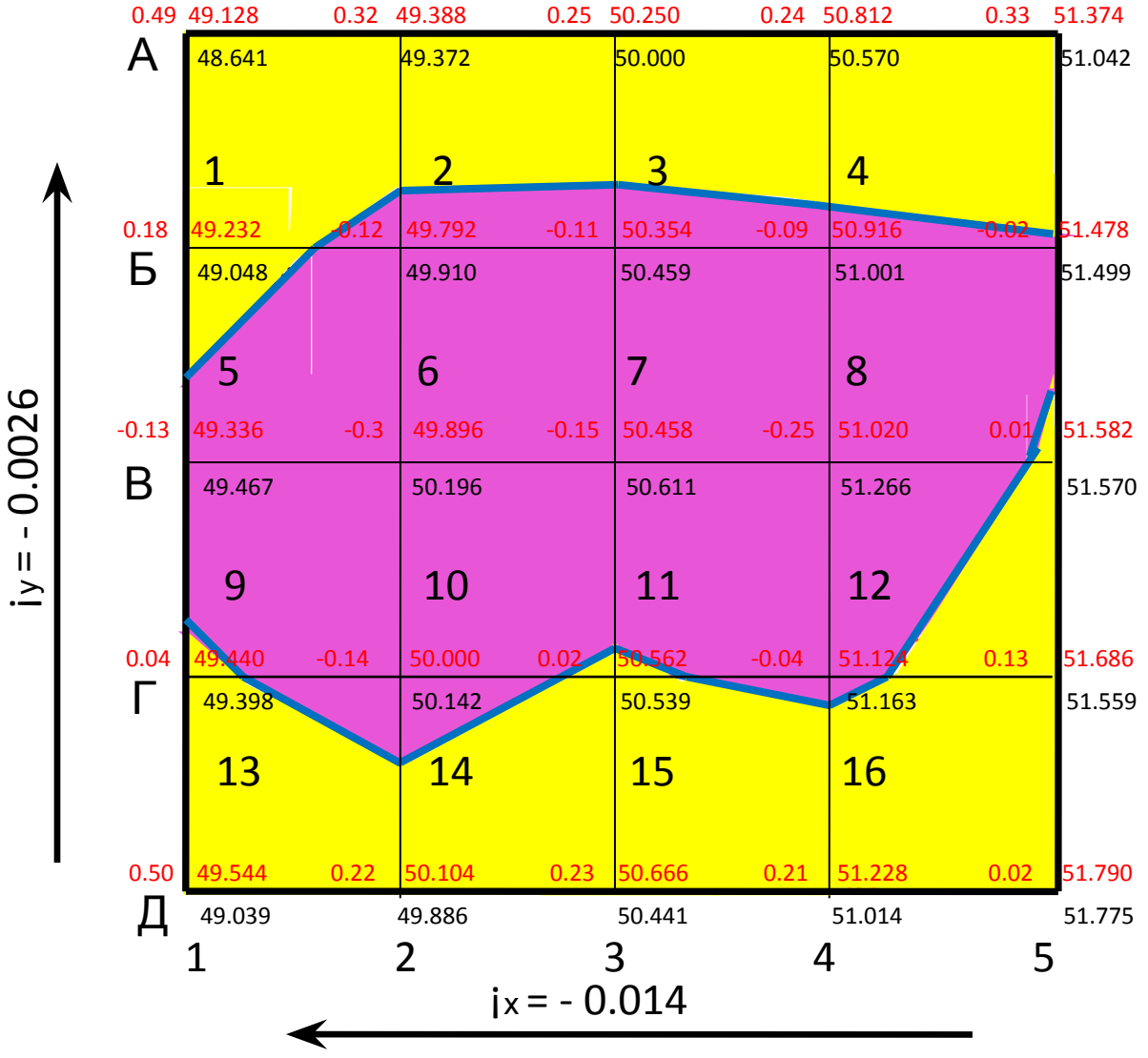


Средняя рабочая отметка в пятиугольнике находится по формуле:

$h_{rcp⬠} = (h_{r1}+h_{r2}+h_{r3}+h_{r4}+h_{r5})/5$



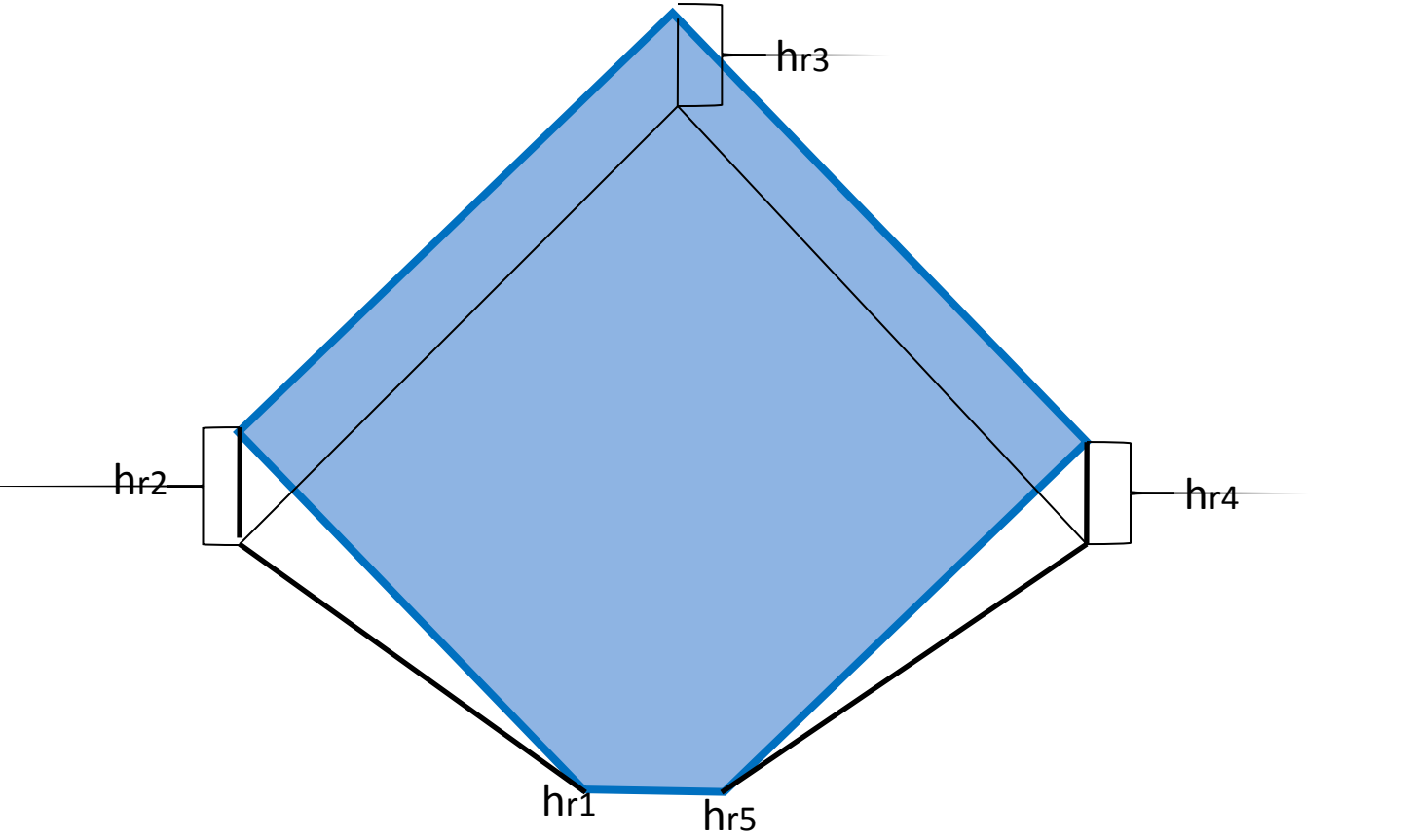


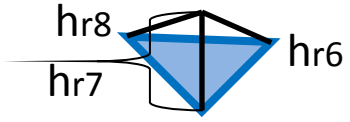

0.49 49.128 0.32 49.388 0.25 50.250 0.24 50.812 0.33 51.374
А
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
1
2
3
4
0.18 49.232 -0.12 49.792 -0.11 50.354 -0.09 50.916 -0.02 51.478
Б
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
5
6
7
8
-0.13 49.336 -0.3 49.896 -0.15 50.458 -0.25 51.020 0.01 51.582
В
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
9
10
11
12
0.04 49.440 -0.14 50.000 0.02 50.562 -0.04 51.124 0.13 51.686
Г
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
13
14
15
16
0.50 49.544 0.22 50.104 0.23 50.666 0.21 51.228 0.02 51.790
Д
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1 2 3 4 5
jy = - 0.0026
jx = - 0.014

h_{rcp} ⬠ = (h_{r1}+h_{r2}+h_{r3}+h_{r4}+h_{r5})/5=

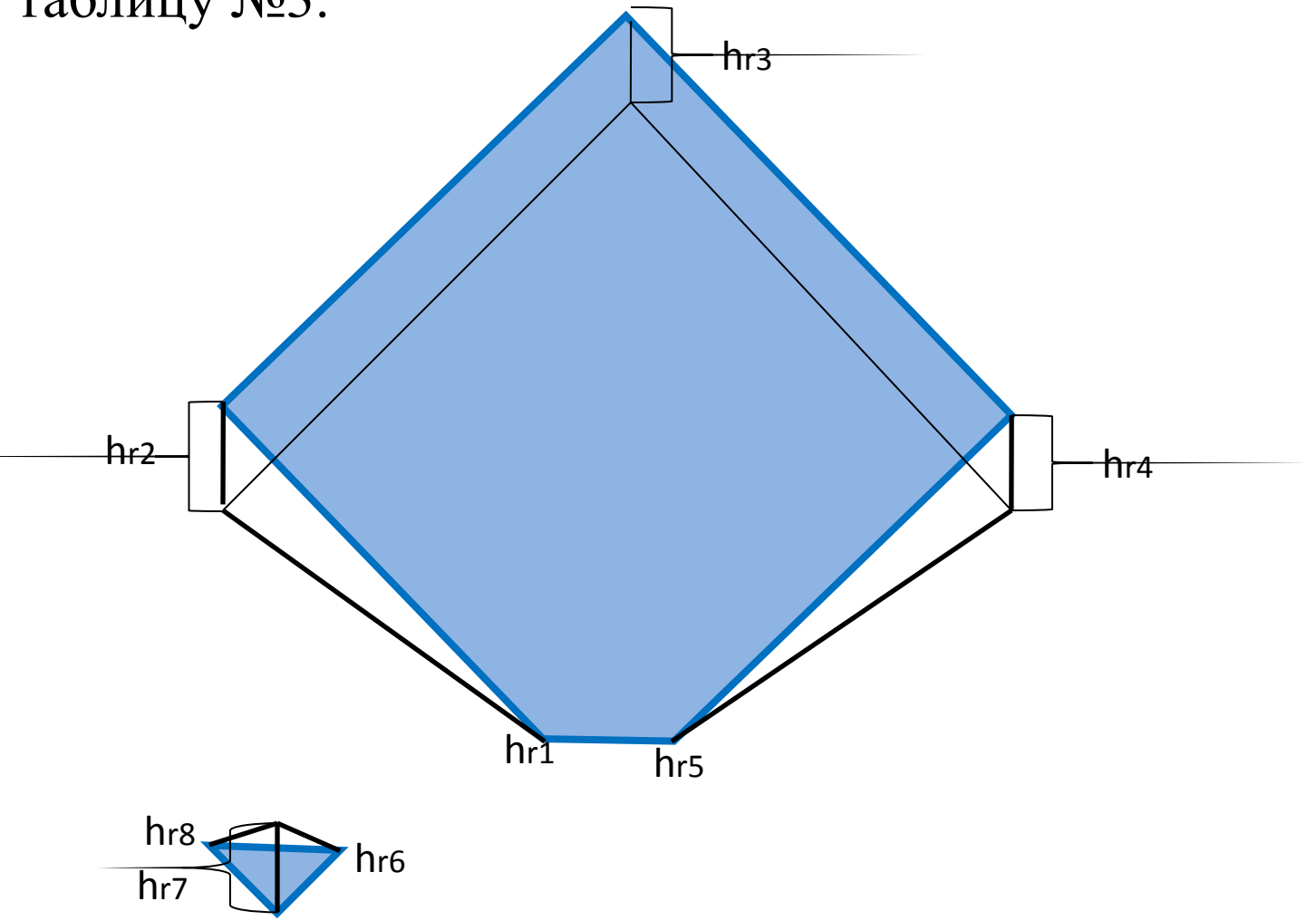
(0+0.18+0.49+0.32 +0) /5 = 0.198= 0.2 м.

Рабочие отметки точек, находящихся на линии нулевых работ (h_{r1} и h_{r5}), равны 0.





Средняя рабочая отметка треугольника равна $h_{rcp}\,\Delta = (h_{r6}+h_{r7}+h_{r8})/3 = (0+0.12+0)/3 = 0.04$ м. Рабочие отметки точек находящихся на линии нулевых работ (h_{r6} и h_{r8}) равны нулю. Вносим полученные значения в таблицу №3.



Ведомость вычисления объемов

Таблица №3

№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			1514.64	85.36				
2			1173.2	426.8				
3			1226.6	373.4				
4			1555	45				
5			35.61	1564.39				
6	-		-	1600				
7	-		-	1600				
8			20	1580				
9			83.66	1516.34				
10			23.5	1576.5				
11			31.33	1568.67				
12			642.8	957.2				
13			1358.2	241.8				
14			1327.7	272.3				
15			1429.31	170.69				
16			1539.84	60.16				

Ведомость вычисления объемов

Таблица №3

№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			1514.64	85.36	0.2	0.04		
2			1173.2	426.8				
3			1226.6	373.4				
4			1555	45				
5			35.61	1564.39				
6	-		-	1600				
7	-		-	1600				
8			20	1580				
9			83.66	1516.34				
10			23.5	1576.5				
11			31.33	1568.67				
12			642.8	957.2				
13			1358.2	241.8				
14			1327.7	272.3				
15			1429.31	170.69				
16			1539.84	60.16				

Определяем средние рабочие отметки остальных фигур и вносим их в таблицу №3

h_{rcp} □ = (hr1 +hr2+hr3+hr4)/4

h_{rcp} Δ = (hr1 +hr2+hr3+hr4)/4

Ведомость вычисления объемов

Таблица №3

№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			1514.64	85.36	0.2	0.04		
2			1173.2	426.8				
3			1226.6	373.4				
4			1555	45				
5			35.61	1564.39				
6	-		-	1600				
7	-		-	1600				
8			20	1580				
9			83.66	1516.34				
10			23.5	1576.5				
11			31.33	1568.67				
12			642.8	957.2				
13			1358.2	241.8				
14			1327.7	272.3				
15			1429.31	170.69				
16			1539.84	60.16				

Ведомость вычисления объемов

Таблица №3

№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			1514.64	85.36	0.2	0.04		
2			1173.2	426.8	0.14	0.06		
3			1226.6	373.4	0.12	0.05		
4			1555	45	0.14	0.03		
5			35.61	1564.39	0.06	0.11		
6	-		-	1600	0	0.17		
7	-		-	1600	0	0.15		
8			20	1580	0.003	0.07		
9			83.66	1516.34	0.013	0.114		
10			23.5	1576.5	0.007	0.065		
11			31.33	1568.67	0.007	0.088		
12			642.8	957.2	0.035	0.07		
13			1358.2	241.8	0.15	0.047		
14			1327.7	272.3	0.094	0.047		
15			1429.31	170.69	0.092	0.013		
16			1539.84	60.16	0.072	0.013		

По формуле: $V = S \cdot hrcp$. Находим объемы насыпи и выемки в каждом квадрате.

Например, объем насыпи в первом квадрате равен

$V_Н = 1514.64 \cdot 0.2 = 302.93$ м³

Объем выемки в этом квадрате равен:

$V_В = 85.36 \cdot 0.04 = 3.41$ м³

Рассчитываем объемы во всех квадратах и вносим их в таблицу №3.

Ведомость вычисления объемов

Таблица №3

№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			1514.64	85.36	0.2	0.04		
2			1173.2	426.8	0.14	0.06		
3			1226.6	373.4	0.12	0.05		
4			1555	45	0.14	0.03		
5			35.61	1564.39	0.06	0.11		
6	-		-	1600	0	0.17		
7	-		-	1600	0	0.15		
8			20	1580	0.003	0.07		
9			83.66	1516.34	0.013	0.114		
10			23.5	1576.5	0.007	0.065		
11			31.33	1568.67	0.007	0.088		
12			642.8	957.2	0.035	0.07		
13			1358.2	241.8	0.15	0.047		
14			1327.7	272.3	0.094	0.047		
15			1429.31	170.69	0.092	0.013		
16			1539.84	60.16	0.072	0.013		

Ведомость вычисления объемов
Таблица №3

№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			1514.64	85.36	0.2	0.04	302.93	3.41
2			1173.2	426.8	0.14	0.06		
3			1226.6	373.4	0.12	0.05		
4			1555	45	0.14	0.03		
5			35.61	1564.39	0.06	0.11		
6	-		-	1600	0	0.17		
7	-		-	1600	0	0.15		
8			20	1580	0.003	0.07		
9			83.66	1516.34	0.013	0.114		
10			23.5	1576.5	0.007	0.065		
11			31.33	1568.67	0.007	0.088		
12			642.8	957.2	0.035	0.07		
13			1358.2	241.8	0.15	0.047		
14			1327.7	272.3	0.094	0.047		
15			1429.31	170.69	0.092	0.013		
16			1539.84	60.16	0.072	0.013		

Ведомость вычисления объемов

Таблица №3

№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			1514.64	85.36	0.2	0.04	302.93	3.41
2			1173.2	426.8	0.14	0.06	164.25	25.61
3			1226.6	373.4	0.12	0.05	147.19	18.67
4			1555	45	0.14	0.03	217.7	1.35
5			35.61	1564.39	0.06	0.11	2.14	172.08
6	-		-	1600	0	0.17	-	272.0
7	-		-	1600	0	0.15	-	240.0
8			20	1580	0.003	0.07	0.06	110.6
9			83.66	1516.34	0.013	0.114	1.09	172.86
10			23.5	1576.5	0.007	0.065	0.16	102.47
11			31.33	1568.67	0.007	0.088	0.22	138.04
12			642.8	957.2	0.035	0.07	22.50	67.00
13			1358.2	241.8	0.15	0.047	203.73	11.36
14			1327.7	272.3	0.094	0.047	124.80	12.80
15			1429.31	170.69	0.092	0.013	131.49	2.22
16			1539.84	60.16	0.072	0.013	110.87	0.78

Подведение баланса земляных работ.

Для подведения баланса земляных работ находим суммы объемов насыпей и выемок для всех граф таблицы №3.

Ведомость вычисления объемов

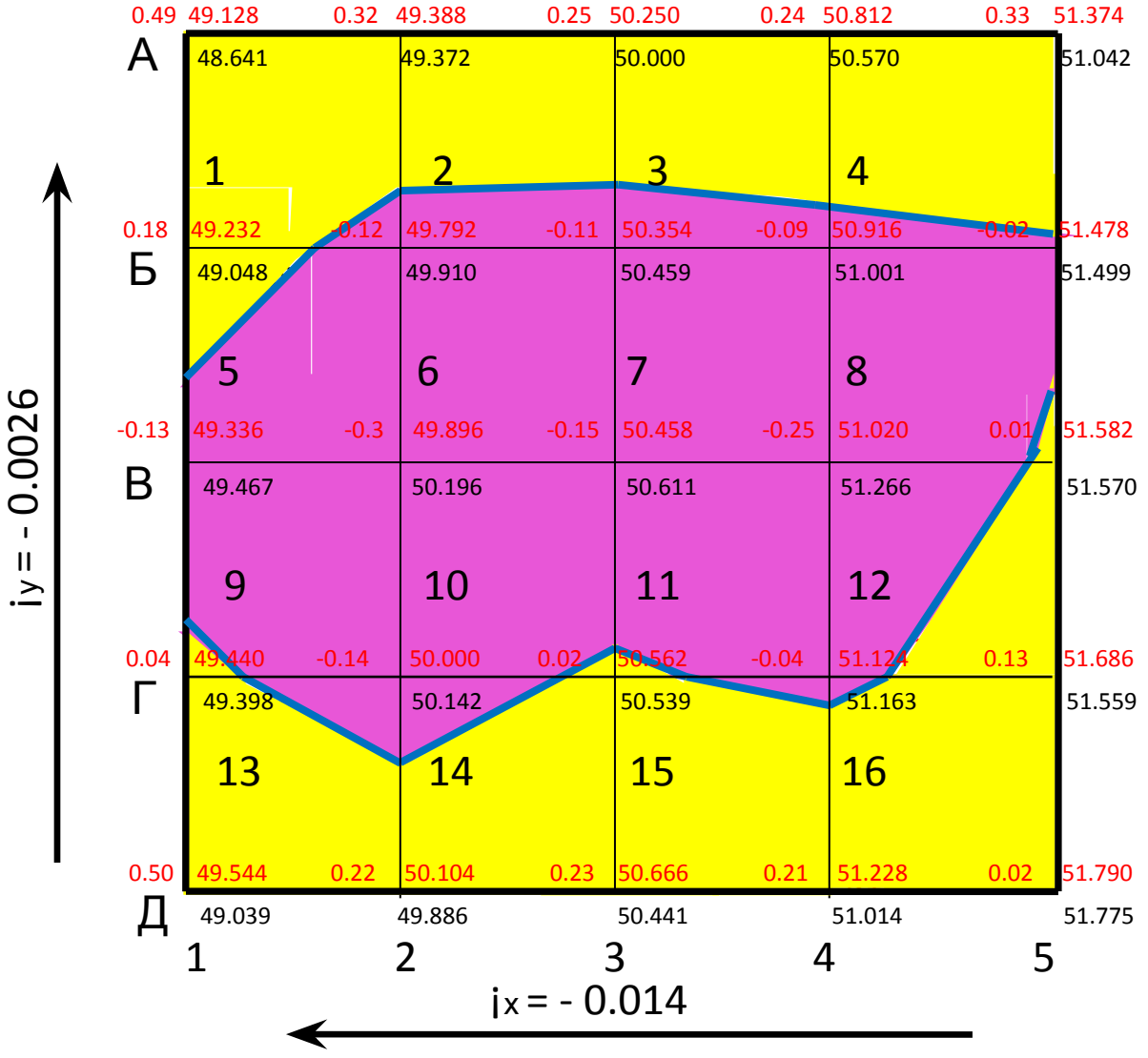
Таблица №3

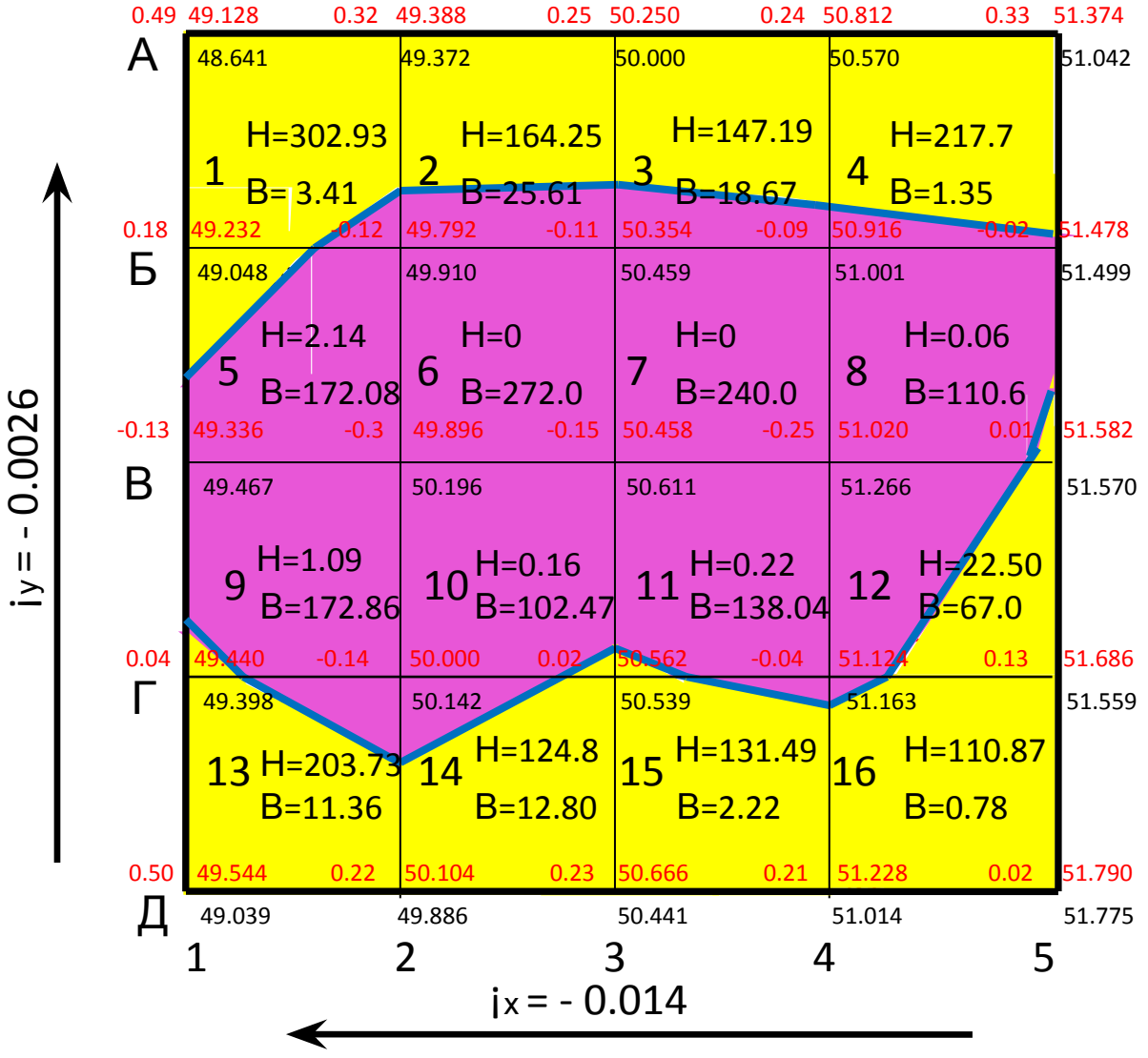
№ Квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			1514.64	85.36	0.2	0.04	302.93	3.41
2			1173.2	426.8	0.14	0.06	164.25	25.61
3			1226.6	373.4	0.12	0.05	147.19	18.67
4			1555	45	0.14	0.03	217.7	1.35
5			35.61	1564.39	0.06	0.11	2.14	172.08
6	-		-	1600	0	0.17	-	272.0
7	-		-	1600	0	0.15	-	240.0
8			20	1580	0.003	0.07	0.06	110.6
9			83.66	1516.34	0.013	0.114	1.09	172.86
10			23.5	1576.5	0.007	0.065	0.16	102.47
11			31.33	1568.67	0.007	0.088	0.22	138.04
12			642.8	957.2	0.035	0.07	22.50	67.00
13			1358.2	241.8	0.15	0.047	203.73	11.36
14			1327.7	272.3	0.094	0.047	124.80	12.80
15			1429.31	170.69	0.092	0.013	131.49	2.22
16			1539.84	60.16	0.072	0.013	110.87	0.78
							ΣV_H =1429.13	ΣV_B = 1351.25

Подводим баланс земляных работ по формуле:

$$m = \frac{\Sigma V_H - \Sigma V_B}{\Sigma V_H + \Sigma V_B} \cdot 100\% = 2.8\% < 5\%$$

Если $m < 5\%$, то баланс земляных работ подведен правильно.
Вносим значения объемов в каждый квадрат нашей площадки.


0.49 49.128 0.32 49.388 0.25 50.250 0.24 50.812 0.33 51.374
А
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
1
2
3
4
0.18 49.232 -0.12 49.792 -0.11 50.354 -0.09 50.916 -0.02 51.478
Б
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
5
6
7
8
-0.13 49.336 -0.3 49.896 -0.15 50.458 -0.25 51.020 0.01 51.582
В
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
9
10
11
12
0.04 49.440 -0.14 50.000 0.02 50.562 -0.04 51.124 0.13 51.686
Г
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
13
14
15
16
0.50 49.544 0.22 50.104 0.23 50.666 0.21 51.228 0.02 51.790
Д
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1 2 3 4 5
jy = - 0.0026
jx = - 0.014


0.49 49.128 0.32 49.388 0.25 50.250 0.24 50.812 0.33 51.374
А
48.641
49.372
50.000
50.570
51.042
1 H=302.93 B= 3.41
2 H=164.25 B=25.61
3 H=147.19 B=18.67
4 H=217.7 B=1.35
0.18 49.232 0.12 49.792 -0.11 50.354 -0.09 50.916 -0.02 51.478
Б
49.048
49.910
50.459
51.001
51.499
5 H=2.14 B=172.08
6 H=0 B=272.0
7 H=0 B=240.0
8 H=0.06 B=110.6
-0.13 49.336 -0.3 49.896 -0.15 50.458 -0.25 51.020 0.01 51.582
В
49.467
50.196
50.611
51.266
51.570
9 H=1.09 B=172.86
10 H=0.16 B=102.47
11 H=0.22 B=138.04
12 H=22.50 B=67.0
0.04 49.440 -0.14 50.000 0.02 50.562 -0.04 51.124 0.13 51.686
Г
49.398
50.142
50.539
51.163
51.559
13 H=203.73 B=11.36
14 H=124.8 B=12.80
15 H=131.49 B=2.22
16 H=110.87 B=0.78
0.50 49.544 0.22 50.104 0.23 50.666 0.21 51.228 0.02 51.790
Д
49.039
49.886
50.441
51.014
51.775
1 2 3 4 5
iy = - 0.0026
ix = - 0.014

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАКЛОННОЙ ОФОРМЛЯЮЩЕЙ ПЛОСКОСТИ С УКЛОНОМ В ОДНОМ НАПРАВЛЕНИИ.

Вариант №2.

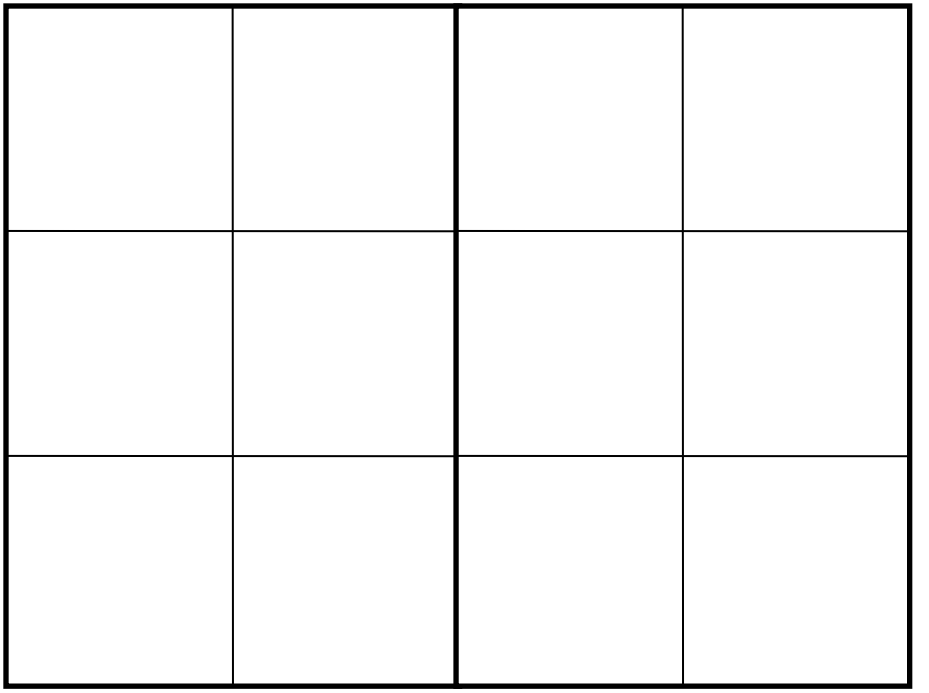
Как и в варианте №1, проектирование начинается с нивелирования площадки, которая в отличие от первого варианта, разделена на 12 квадратов, с длиной стороны каждого 20 метров.

Подробно, нивелирование площадки рассмотрено в РГР№1(для строительных специальностей). Поэтому в данной работе оно не рассматривается. В результате нивелирования была получена площадка состоящая из 12 квадратов. Вычисление абсолютных отметок вершин квадратов приведено в РГР№1.

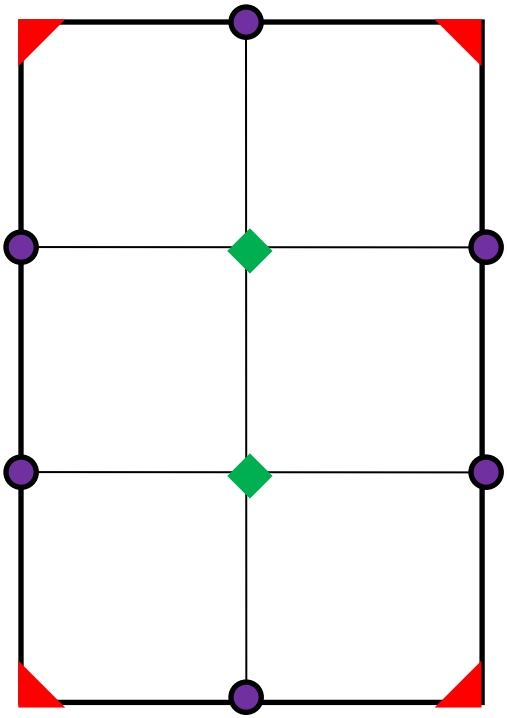
51.325	51.632	52.535	53.320	54.802
51.11	52.246	53.085	53.801	54.687
51.197	52.364	53.200	53.871	54.294
51.101	52.207	52.711	53.406	54.189

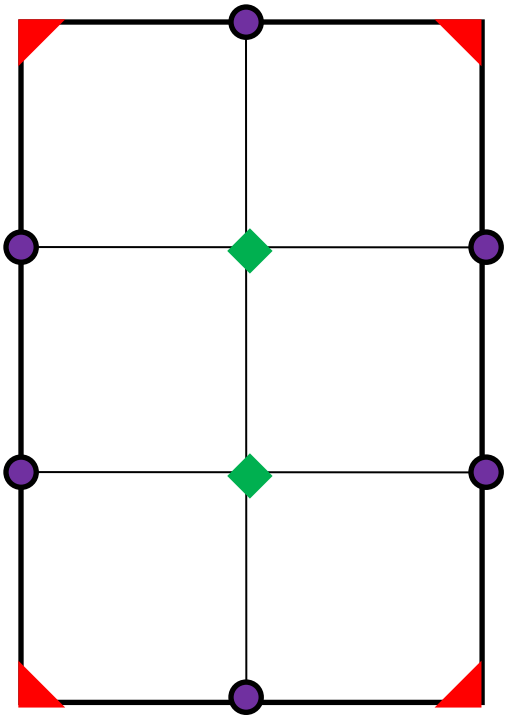
Определяем центры тяжести половинок площадки предварительно разделив ее пополам, по вертикали.

51.325	51.632	52.535	53.320	54.802
51.11	52.246	53.085	53.801	54.687
51.197	52.364	53.200	53.871	54.294
51.101	52.207	52.711	53.406	54.189



Определяем центры тяжести двух половинок площадки.



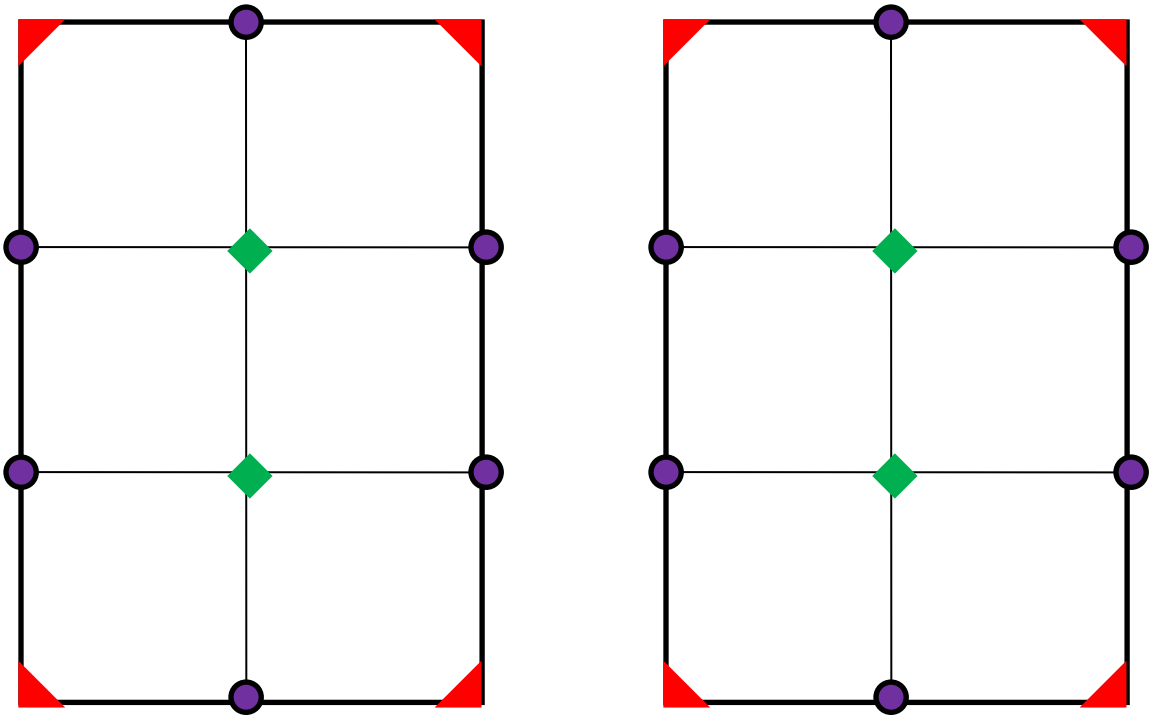


$Hx' = (\Sigma H1 + 2\Sigma H2 + 4\Sigma H4)/4n$, где H1 – отметки вершин, которые принадлежат одному квадрату,

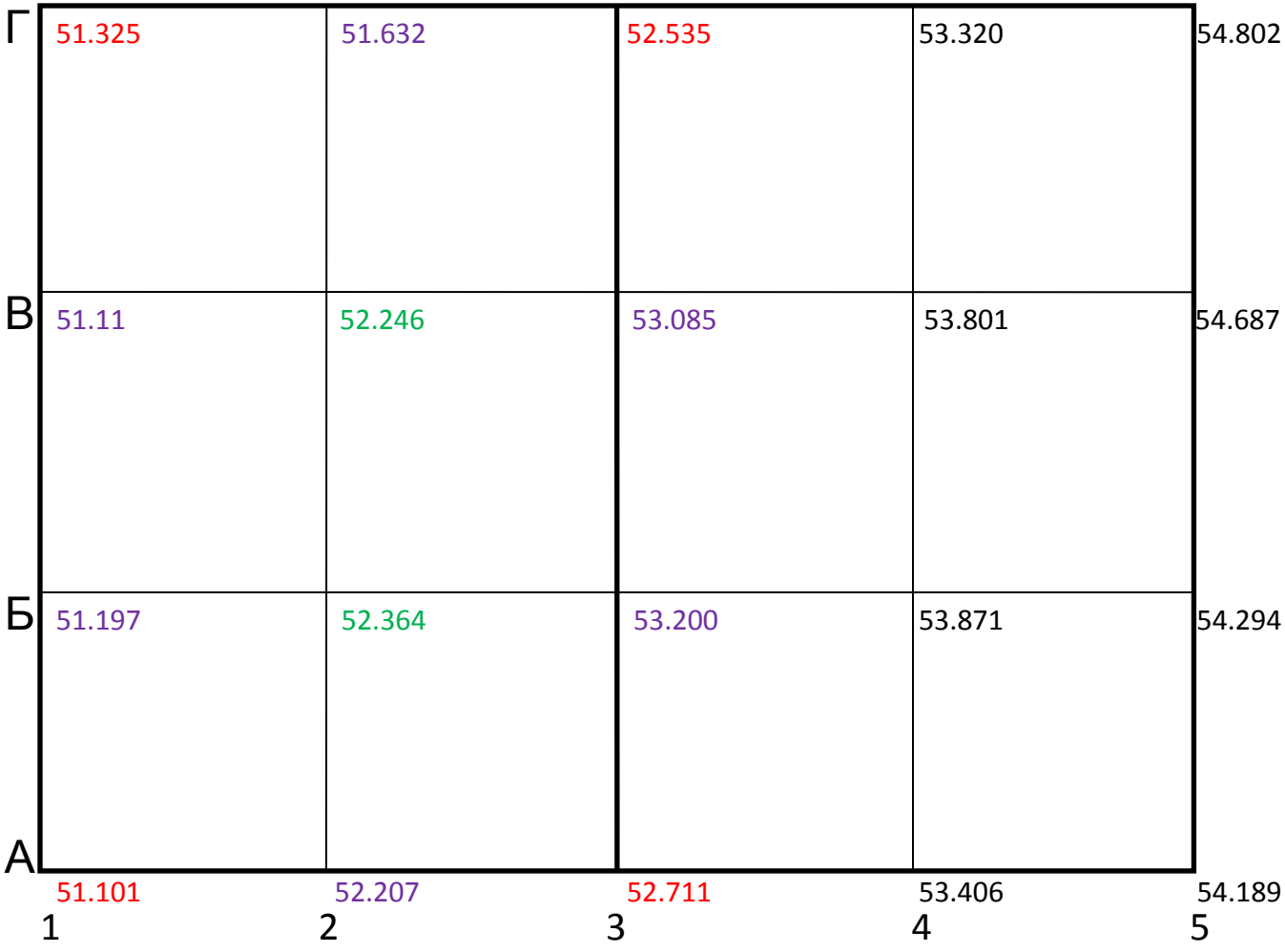
H2 - отметки вершин в которых сходятся два квадрата,

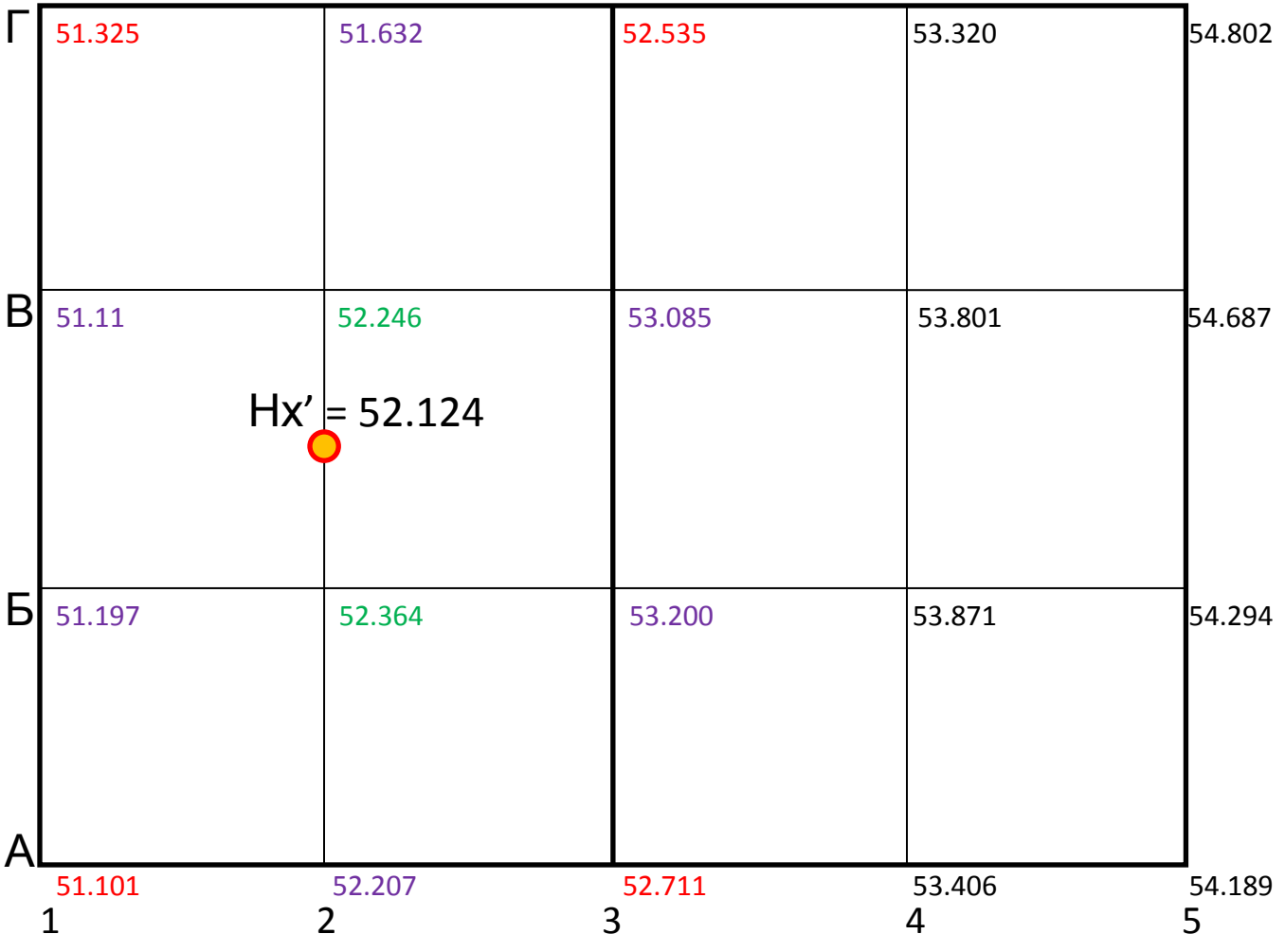
H3 – отметки вершин в которых сходятся четыре квадрата,

n = 6 – число квадратов половины площадки.

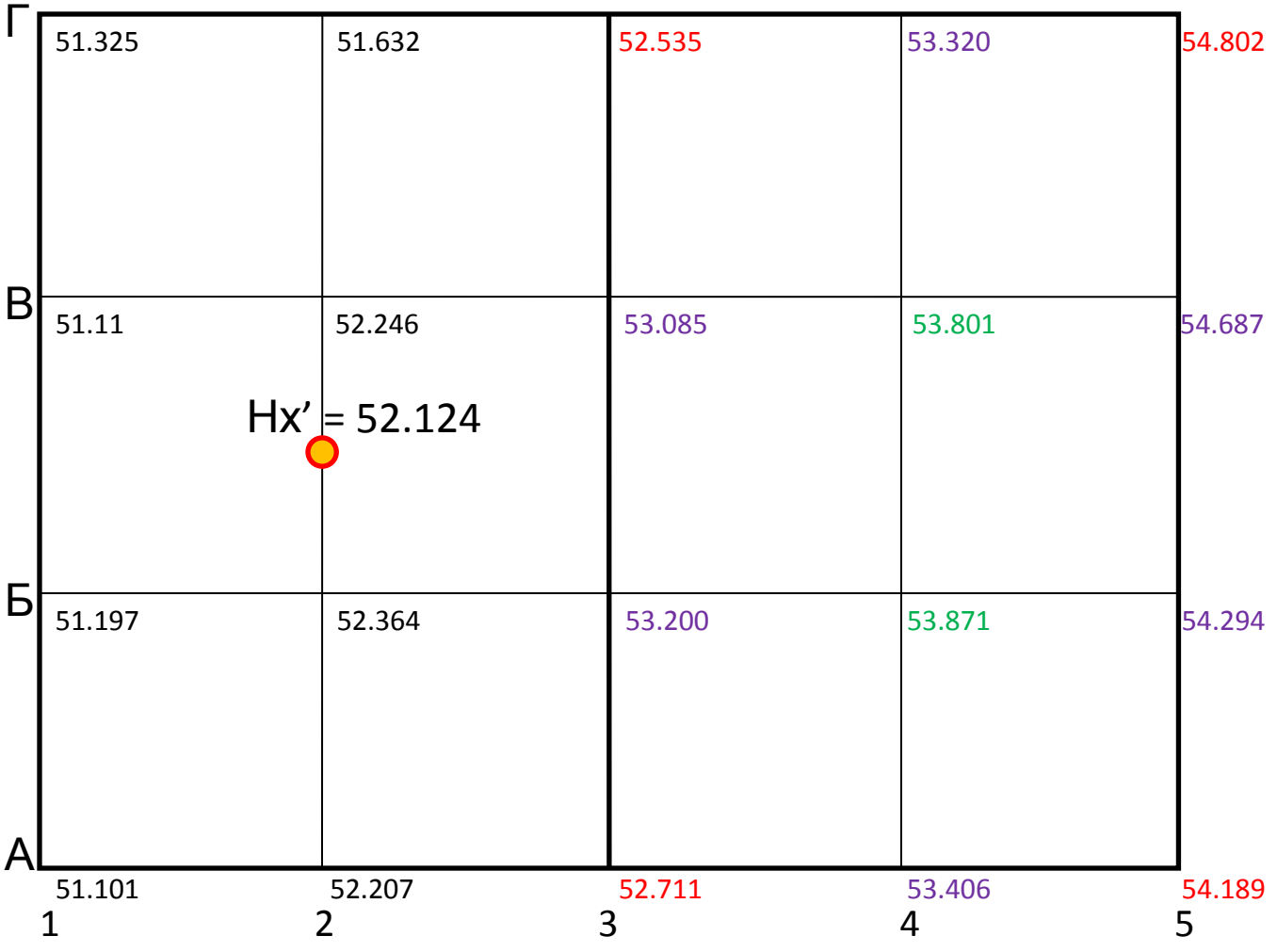


Hx’ = (207.672 + 624.862 + 418.44)/24 = 52.124 м.

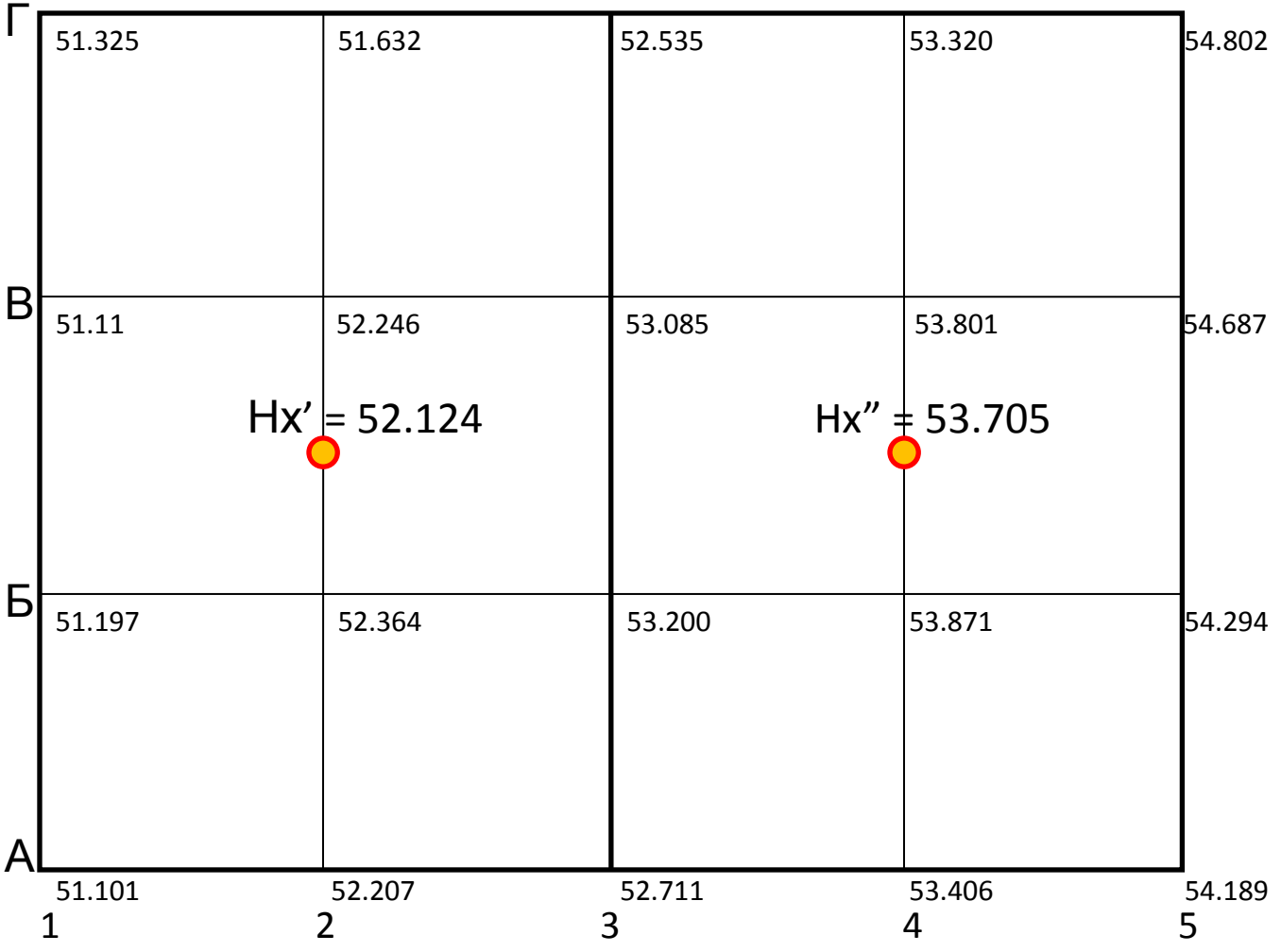



Г
51.325
51.632
52.535
53.320
54.802
В
51.11
52.246
53.085
53.801
54.687
Hx’ = 52.124
Б
51.197
52.364
53.200
53.871
54.294
А
51.101
52.207
52.711
53.406
54.189
1
2
3
4
5

Hx” = (214.237 + 643.984 + 430.688)/24 = 53.705 м.

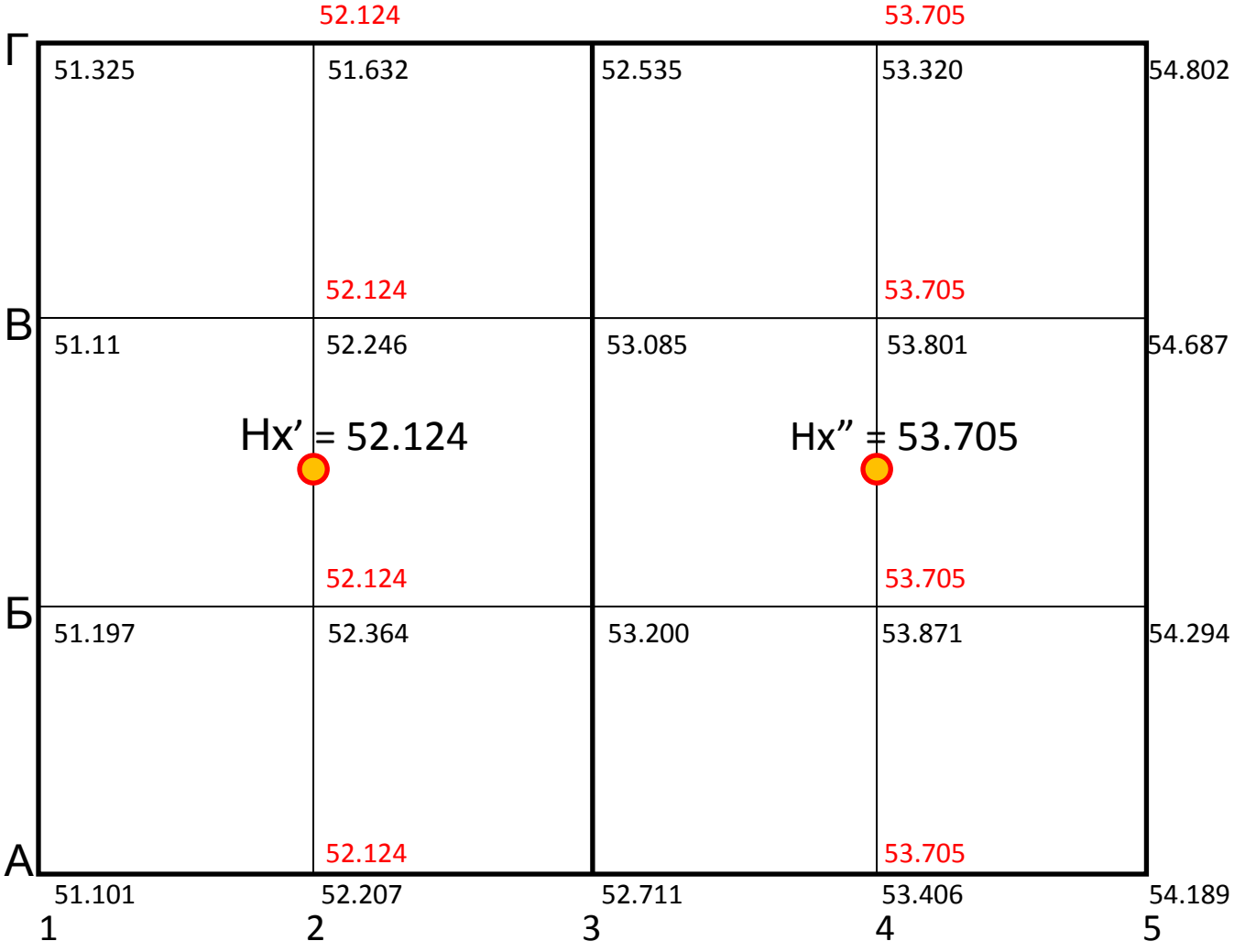


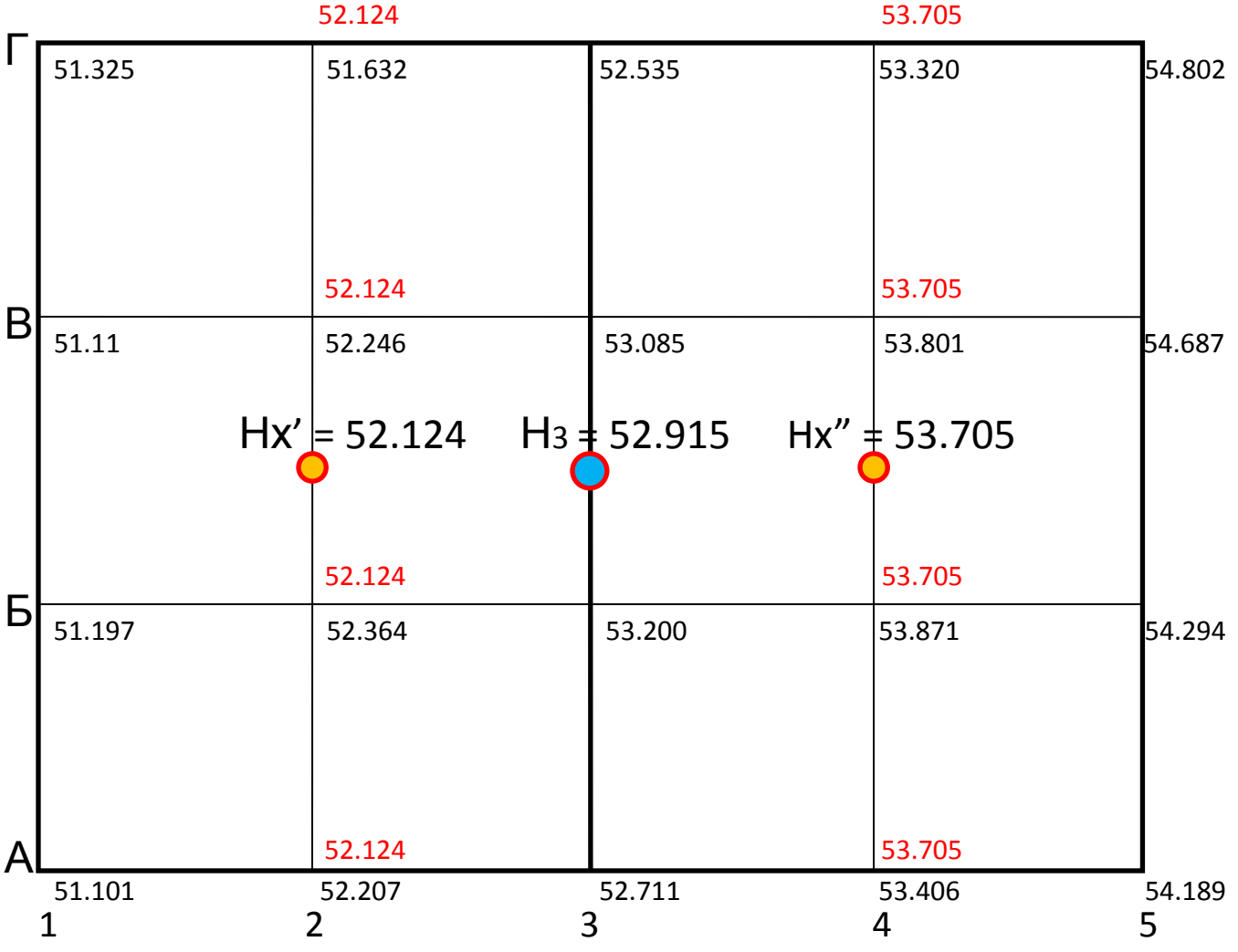
Все проектные отметки по линии 2 равны Hx’, а по линии 4 равны Hx”. Подписываем их красным цветом, выше разделительной горизонтальной линии каждого квадрата, над абсолютными отметками

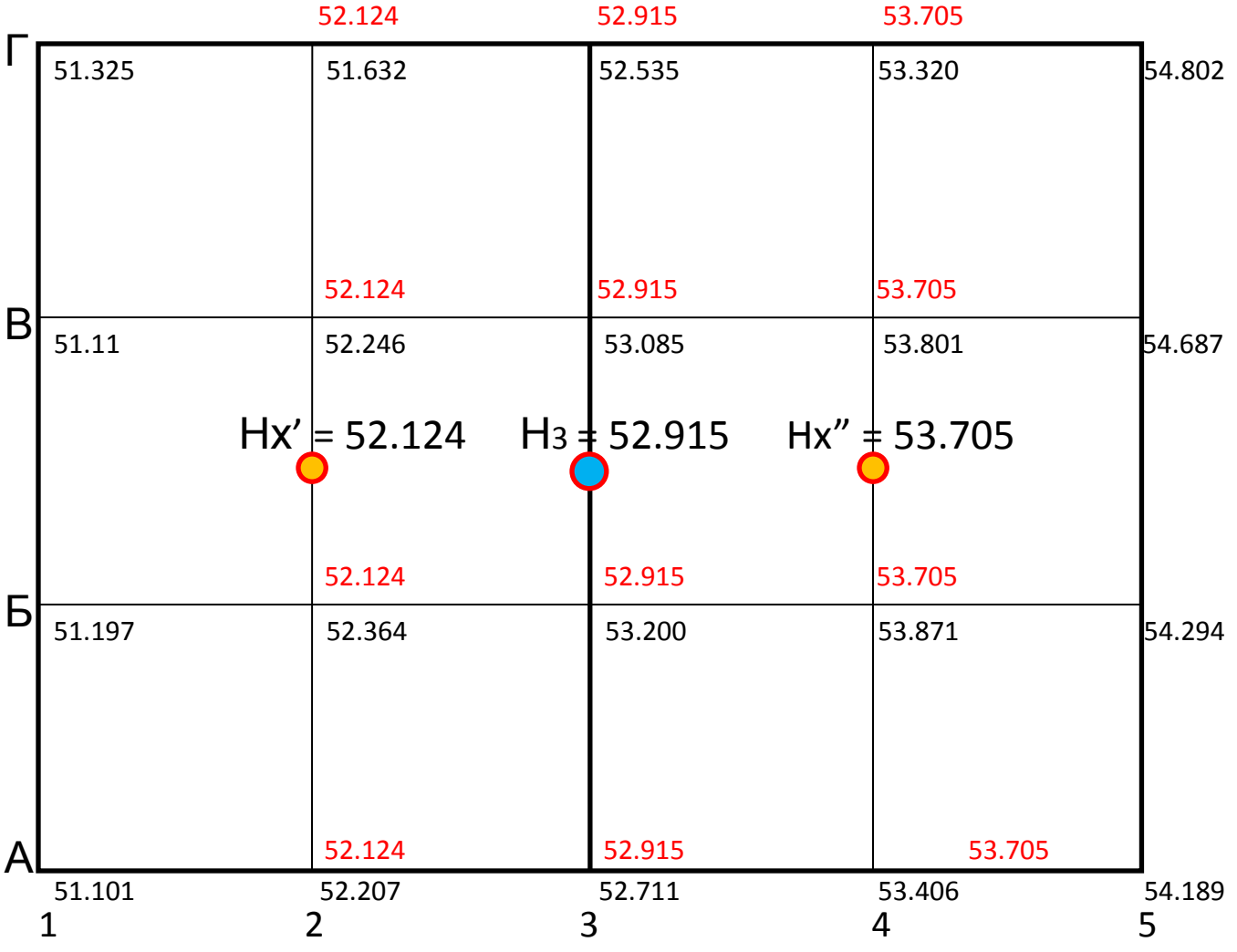


Находим отметку H_3 по линии 3,

$H_3 = (Hx' + Hx'')/2 = (52.124 + 53.705)/2 = 52.915$



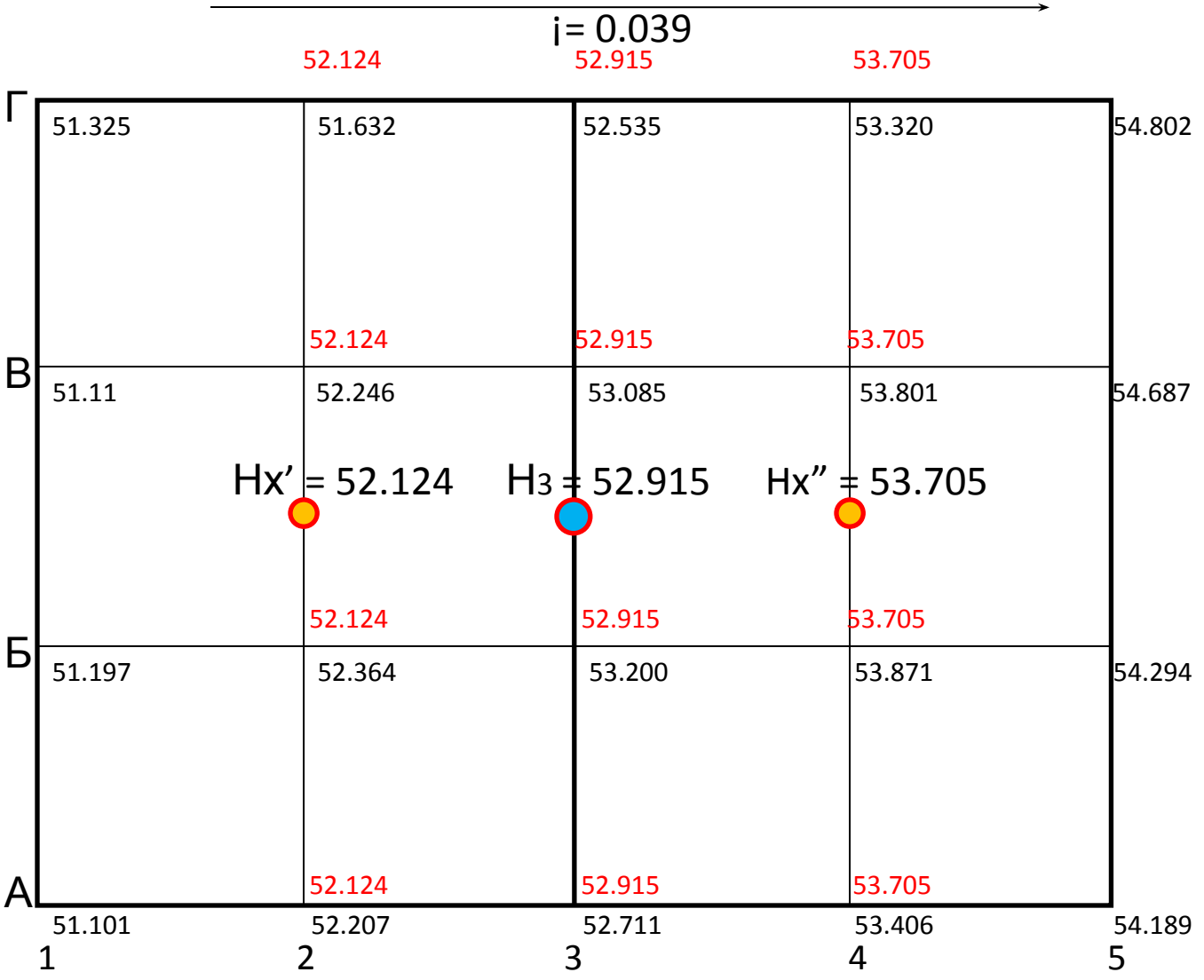

52.124
53.705
Г
51.325
51.632
52.535
53.320
54.802
52.124
53.705
В
51.11
52.246
53.085
53.801
54.687
Hx' = 52.124
H3 = 52.915
Hx" = 53.705
52.124
53.705
Б
51.197
52.364
53.200
53.871
54.294
52.124
53.705
А
51.101
52.207
52.711
53.406
54.189
1
2
3
4
5

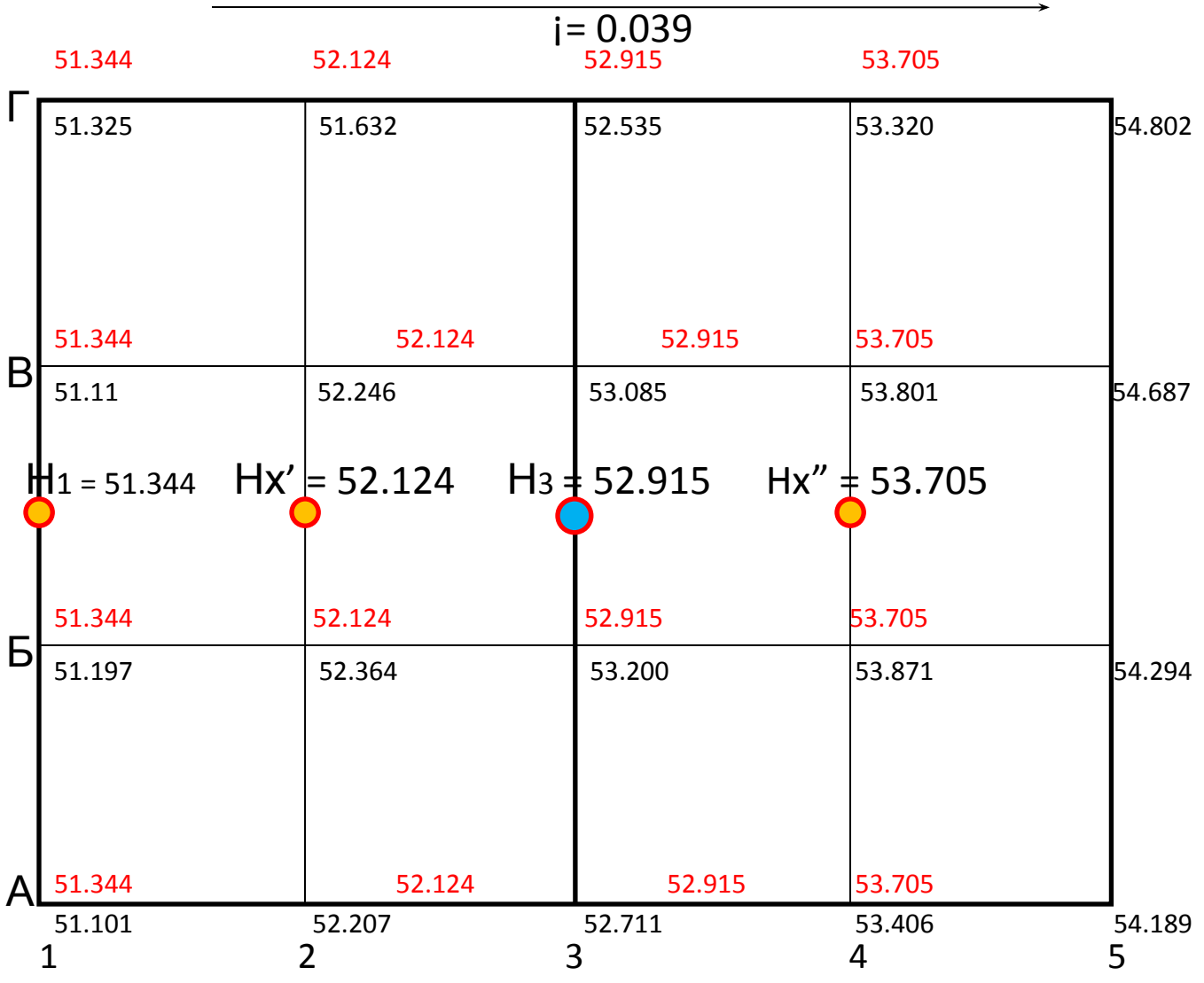

52.124
52.915
53.705
Г
51.325
51.632
52.535
53.320
54.802
52.124
52.915
53.705
В
51.11
52.246
53.085
53.801
54.687
Hx' = 52.124
H3 = 52.915
Hx" = 53.705
52.124
52.915
53.705
Б
51.197
52.364
53.200
53.871
54.294
52.124
52.915
53.705
А
51.101
52.207
52.711
53.406
54.189
1
2
3
4
5

Определяем уклон по линии Нх’ – Нх” по формуле:
¡ = (Нх” – Нх’)/ 2d = 53.705 – 52.124/40 = 0.039.
Где d = 20 метрам.

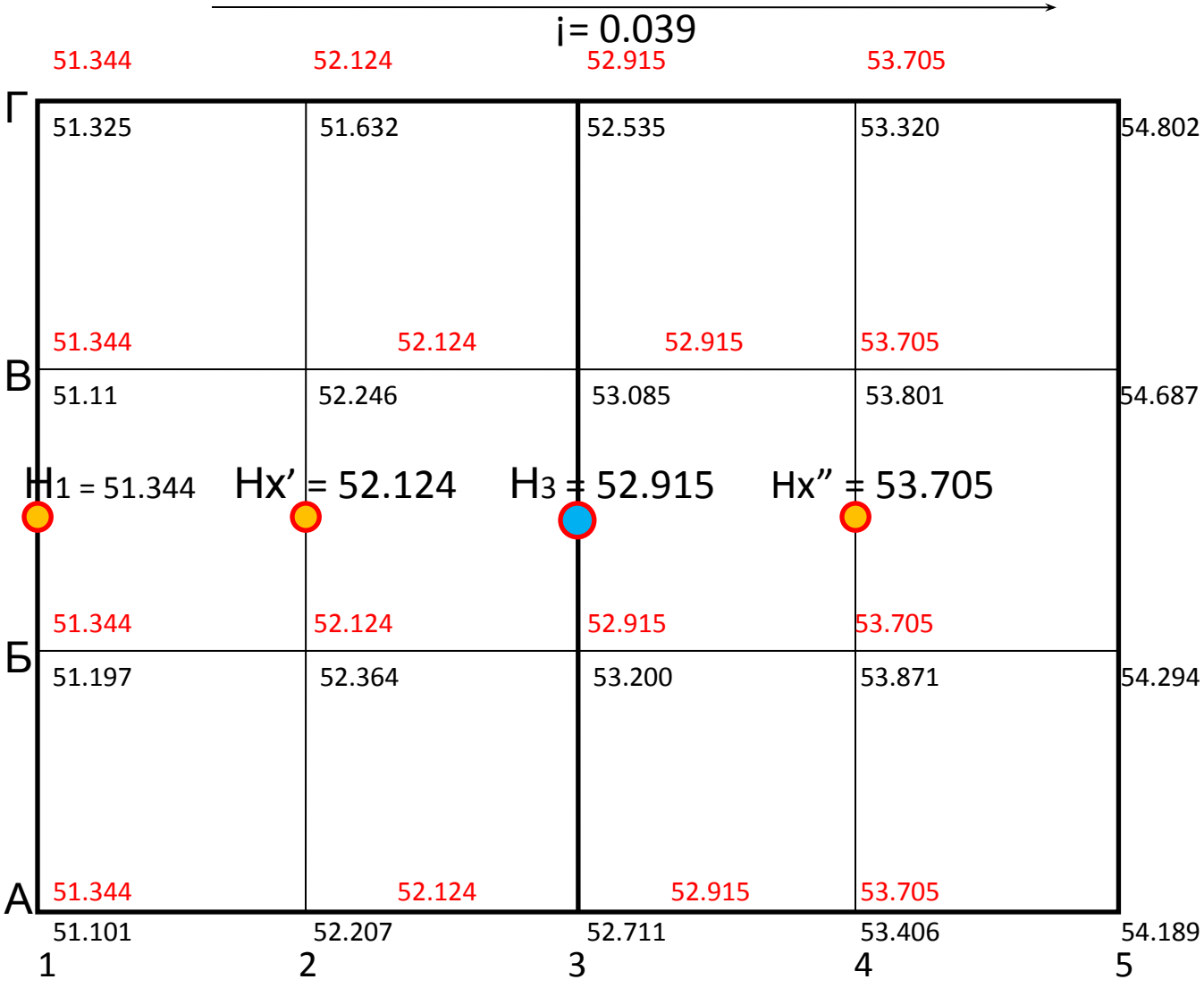
Определяем проектные отметки по линиям 1 и 5.

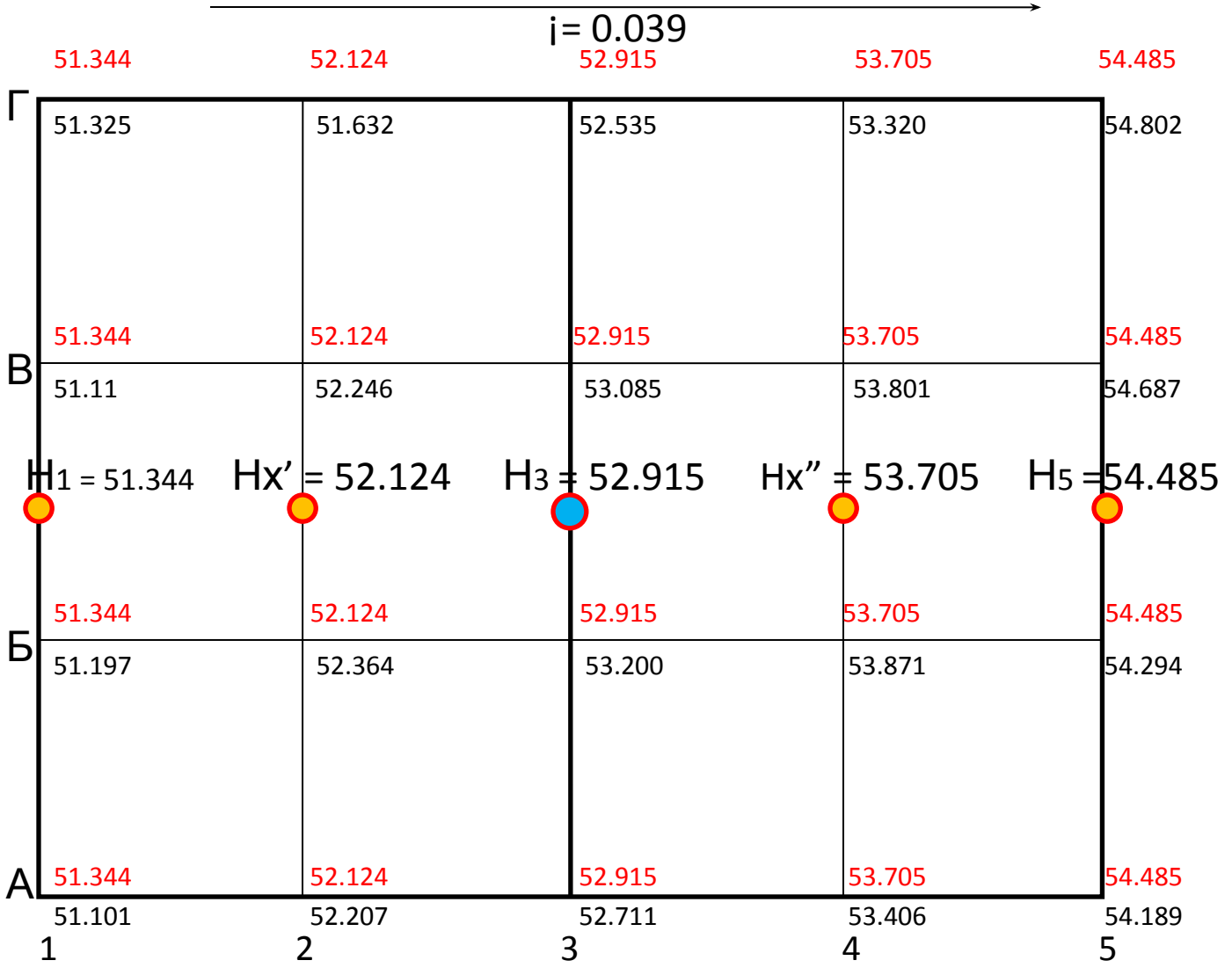
$H1 = Hx' - (¡ \cdot d) = 52.124 - (0.039 \cdot 20) = 51.344$ м.



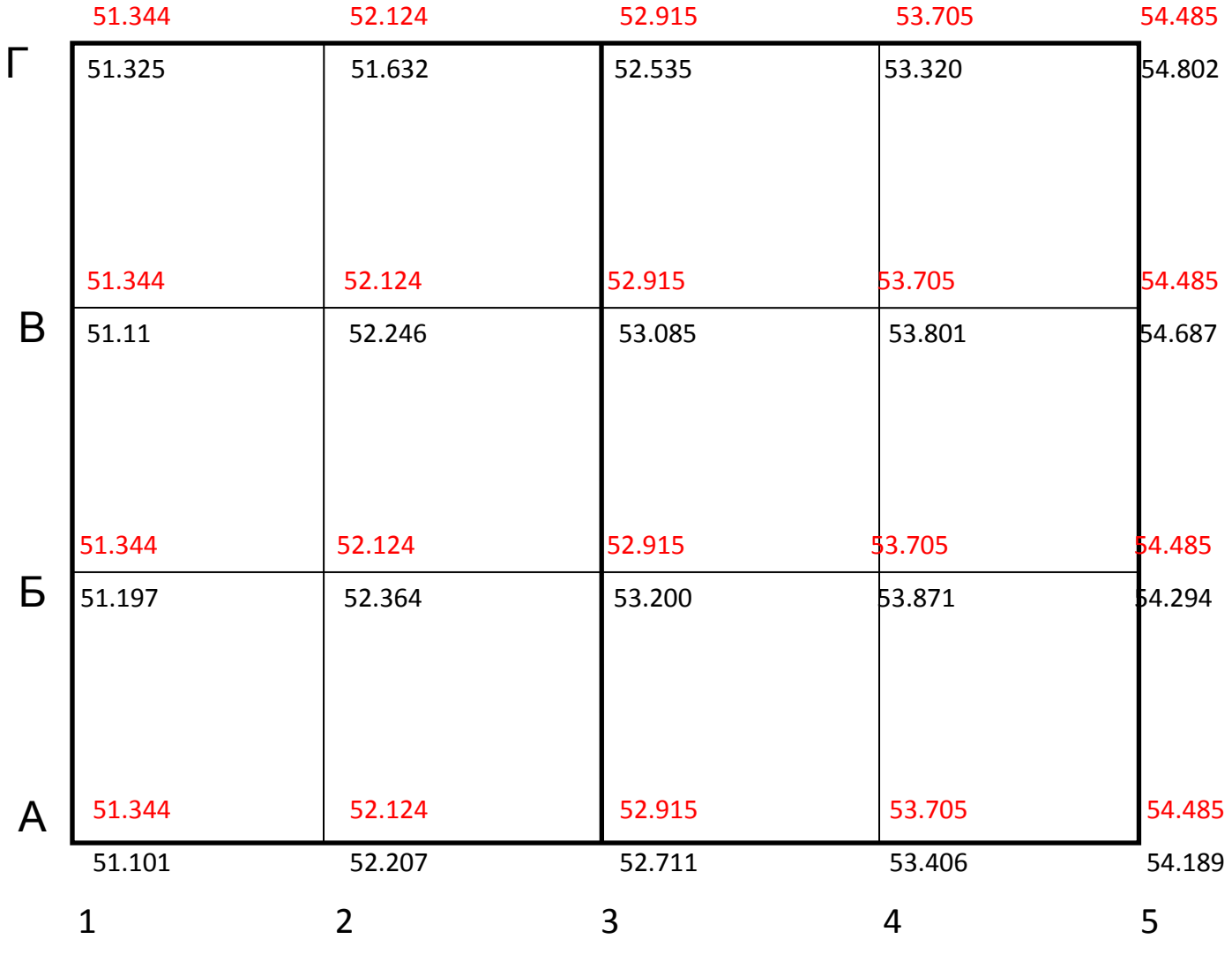

i= 0.039
51.344
52.124
52.915
53.705
Г
51.325
51.632
52.535
53.320
54.802
51.344
52.124
52.915
53.705
В
51.11
52.246
53.085
53.801
54.687
H1 = 51.344
Hx' = 52.124
H3 = 52.915
Hx" = 53.705
51.344
52.124
52.915
53.705
Б
51.197
52.364
53.200
53.871
54.294
51.344
52.124
52.915
53.705
А
51.101
52.207
52.711
53.406
54.189
1
2
3
4
5

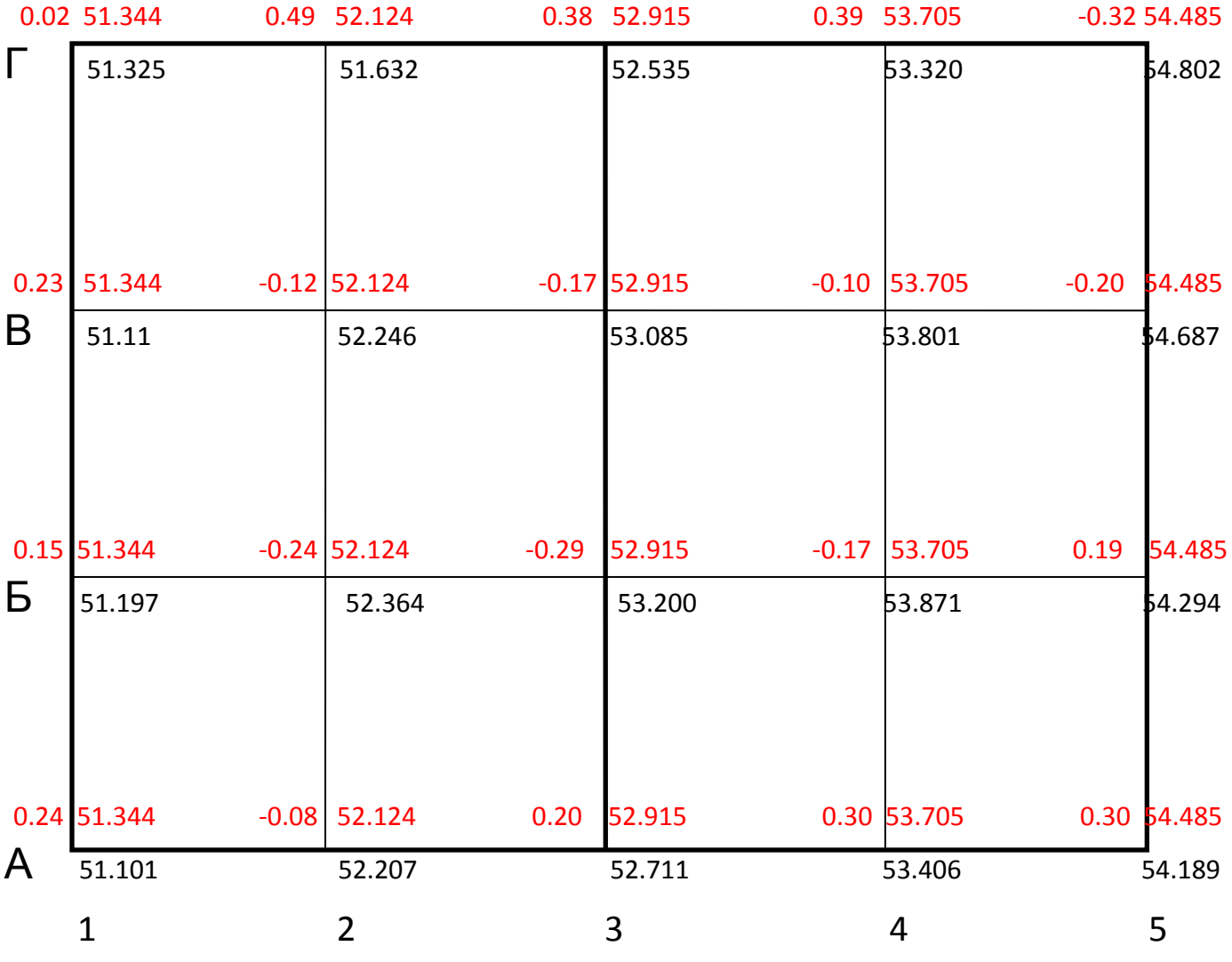
$$H_5 = Hx'' + ¡ \cdot d = 53.705 + (0.039 \cdot 20) = 54.485 \text{ м.}$$

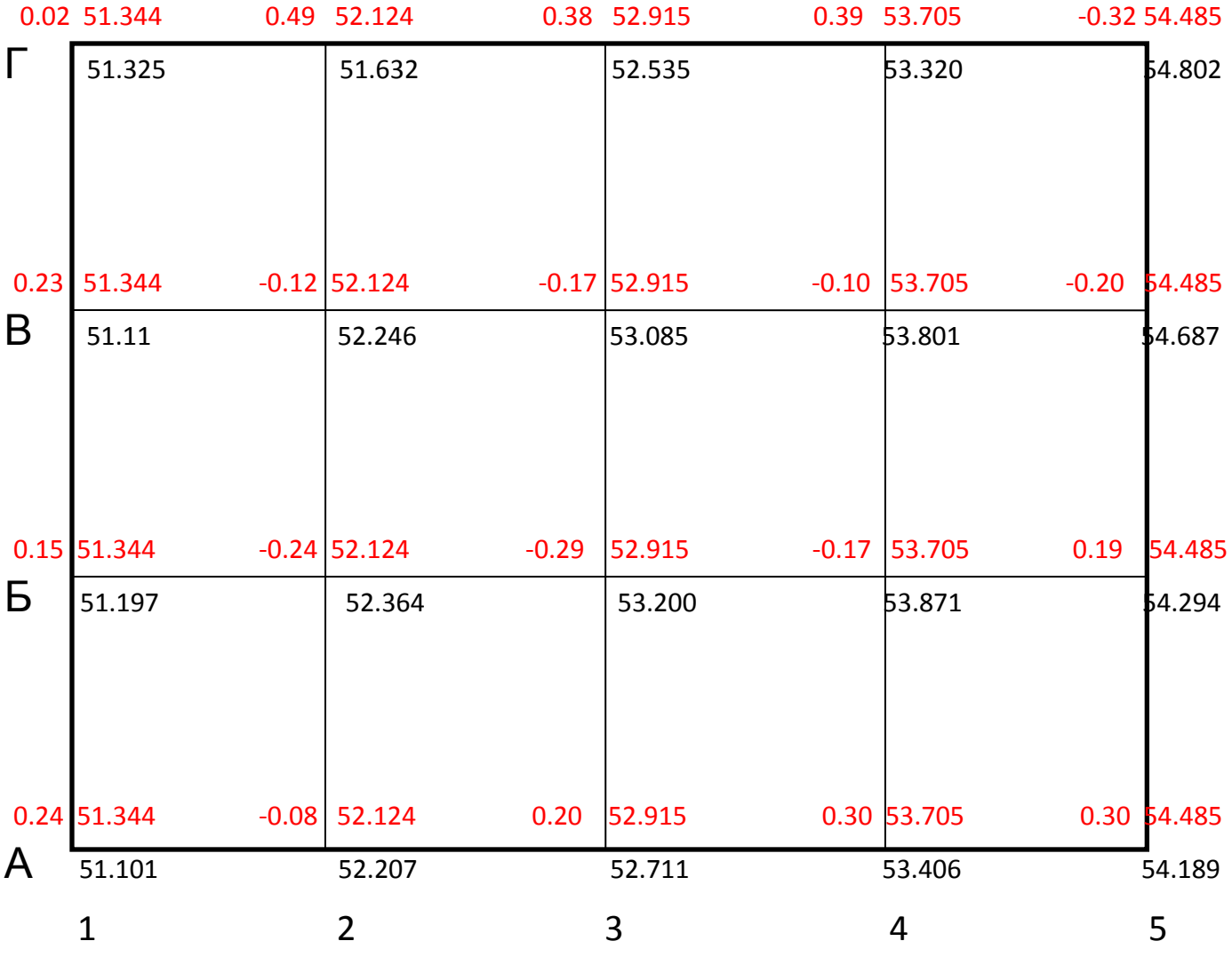



i= 0.039
51.344
52.124
52.915
53.705
54.485
Г
51.325
51.632
52.535
53.320
54.802
51.344
52.124
52.915
53.705
54.485
В
51.11
52.246
53.085
53.801
54.687
H1 = 51.344
Hx' = 52.124
H3 = 52.915
Hx" = 53.705
H5 = 54.485
51.344
52.124
52.915
53.705
54.485
Б
51.197
52.364
53.200
53.871
54.294
51.344
52.124
52.915
53.705
54.485
А
51.101
52.207
52.711
53.406
54.189
1
2
3
4
5

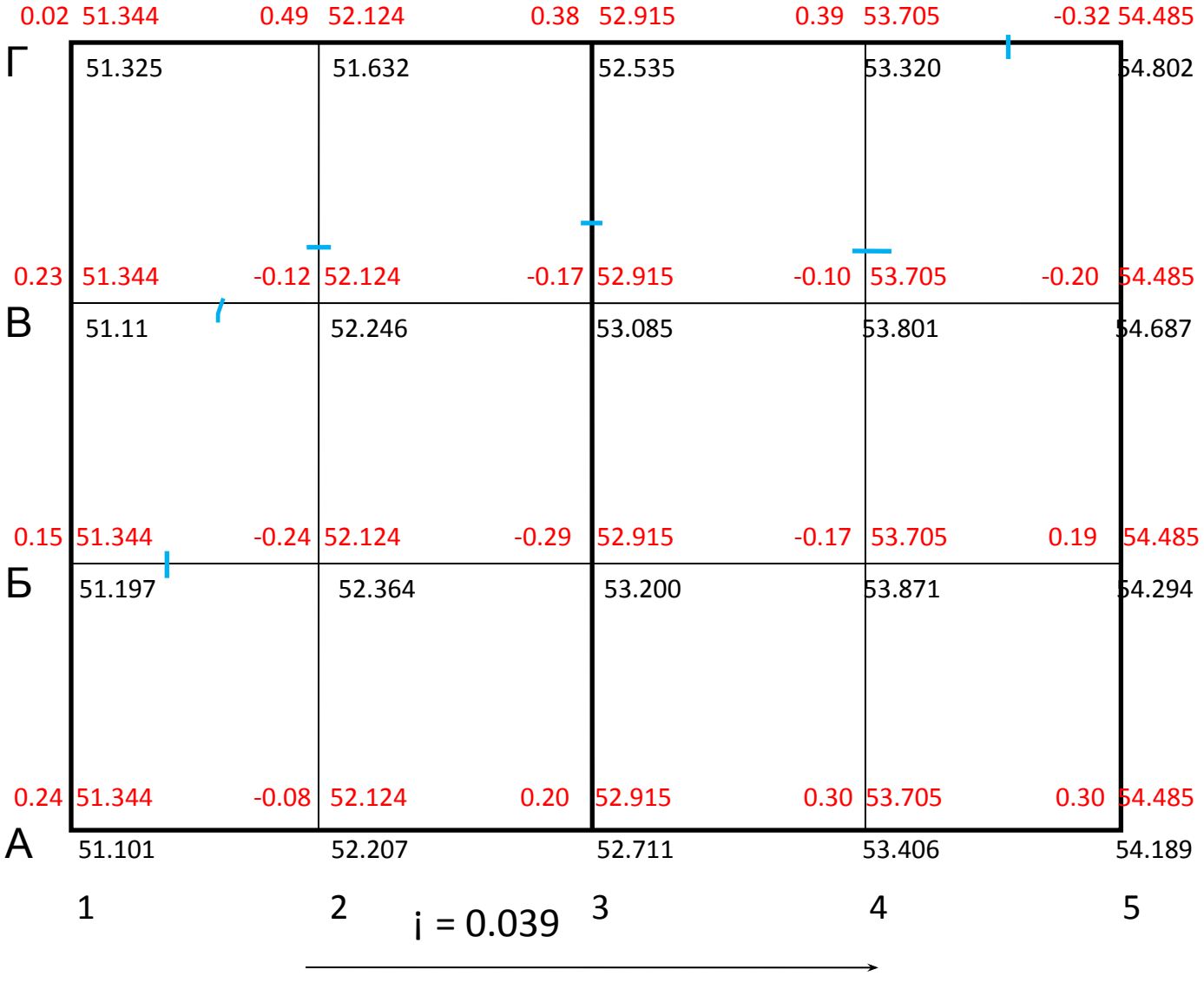
Определяем рабочие отметки, аналогично тому, как это сделано в варианте №1.

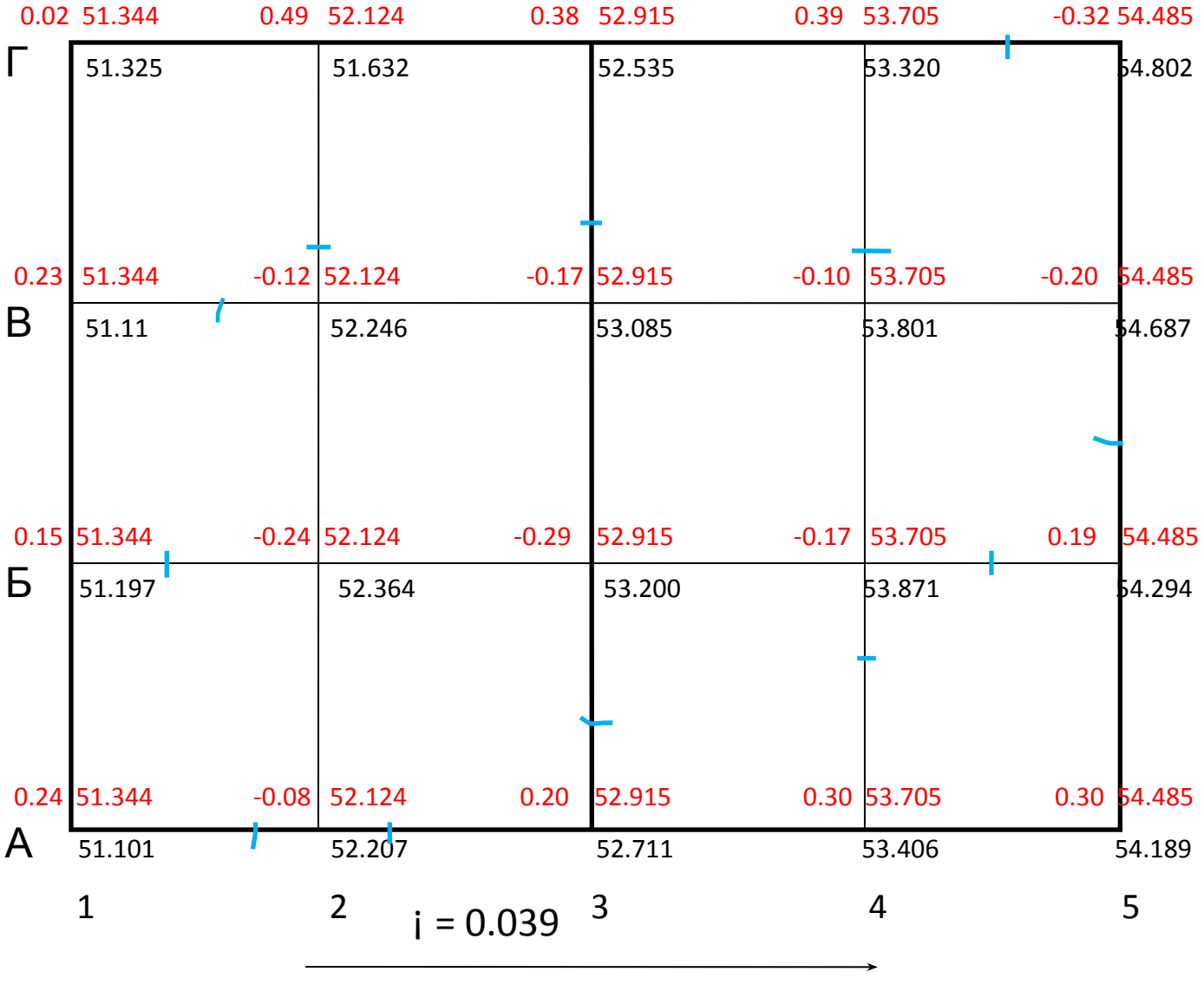

51.344
52.124
52.915
53.705
54.485
Г
51.325
51.632
52.535
53.320
54.802
51.344
52.124
52.915
53.705
54.485
В
51.11
52.246
53.085
53.801
54.687
51.344
52.124
52.915
53.705
54.485
Б
51.197
52.364
53.200
53.871
54.294
А
51.344
52.124
52.915
53.705
54.485
51.101
52.207
52.711
53.406
54.189
1
2
3
4
5

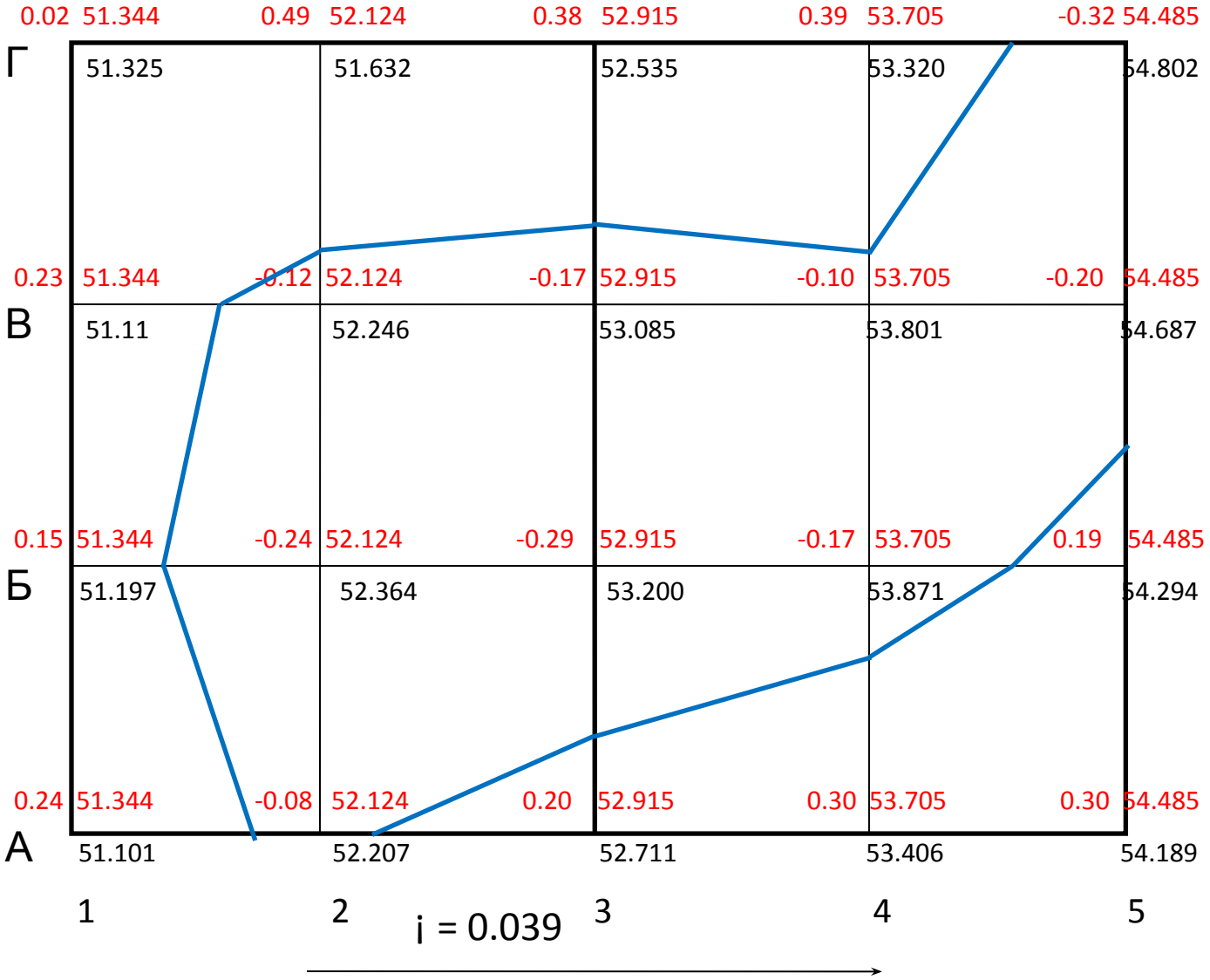

0.02 51.344 0.49 52.124 0.38 52.915 0.39 53.705 -0.32 54.485
Г
51.325
51.632
52.535
53.320
4.802
0.23 51.344 -0.12 52.124 -0.17 52.915 -0.10 53.705 -0.20 54.485
В
51.11
52.246
53.085
3.801
4.687
0.15 51.344 -0.24 52.124 -0.29 52.915 -0.17 53.705 0.19 54.485
Б
51.197
52.364
53.200
3.871
4.294
0.24 51.344 -0.08 52.124 0.20 52.915 0.30 53.705 0.30 54.485
А
51.101
52.207
52.711
53.406
54.189
1
2
3
4
5


0.02 51.344 0.49 52.124 0.38 52.915 0.39 53.705 -0.32 54.485
Г
51.325
51.632
52.535
53.320
54.802
0.23 51.344 -0.12 52.124 -0.17 52.915 -0.10 53.705 -0.20 54.485
В
51.11
52.246
53.085
53.801
54.687
0.15 51.344 -0.24 52.124 -0.29 52.915 -0.17 53.705 0.19 54.485
Б
51.197
52.364
53.200
53.871
54.294
0.24 51.344 -0.08 52.124 0.20 52.915 0.30 53.705 0.30 54.485
А
51.101
52.207
52.711
53.406
54.189
1
2
3
4
5

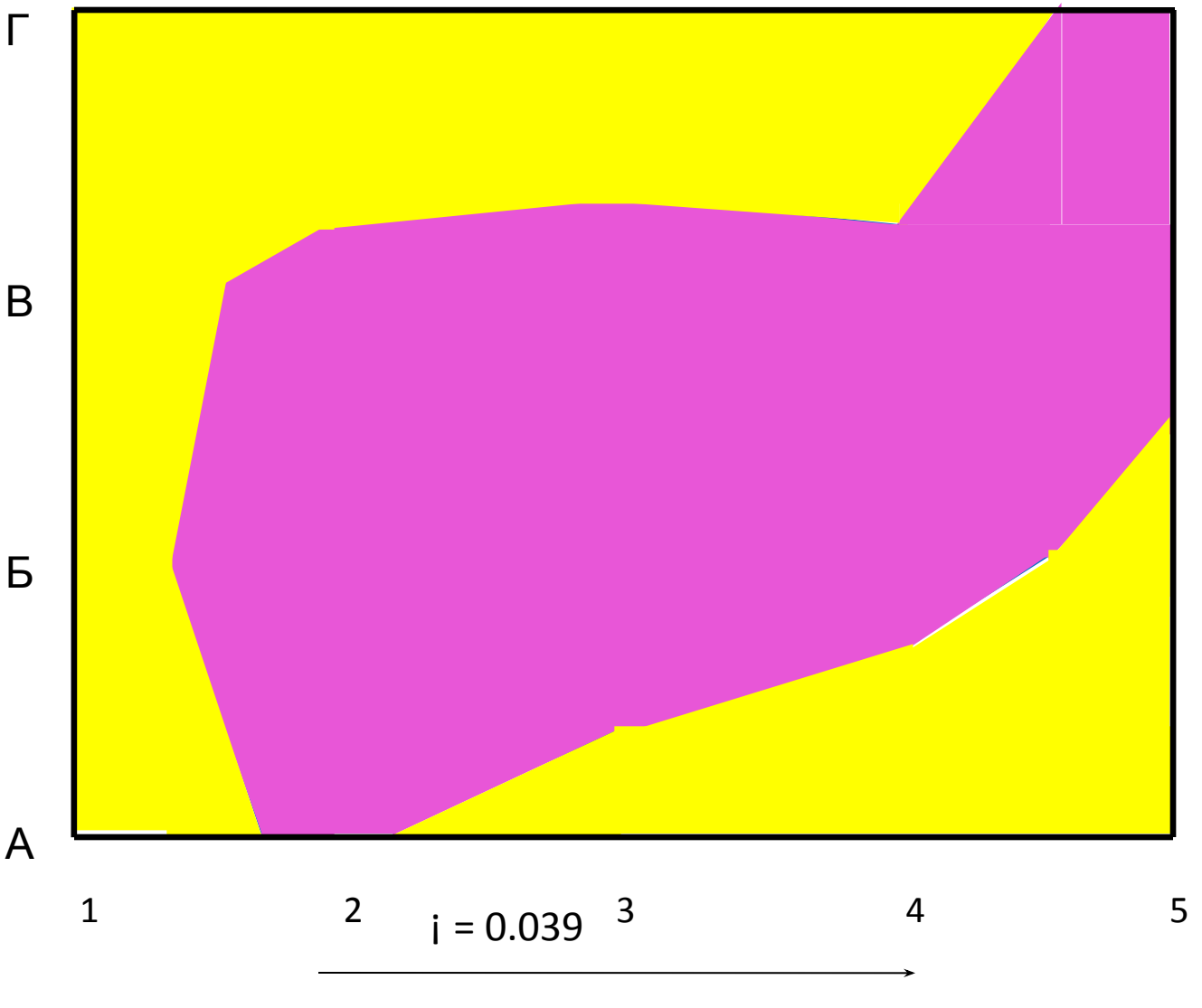
Проводим линию нулевых работ аналогично тому, как это сделано в варианте №1.

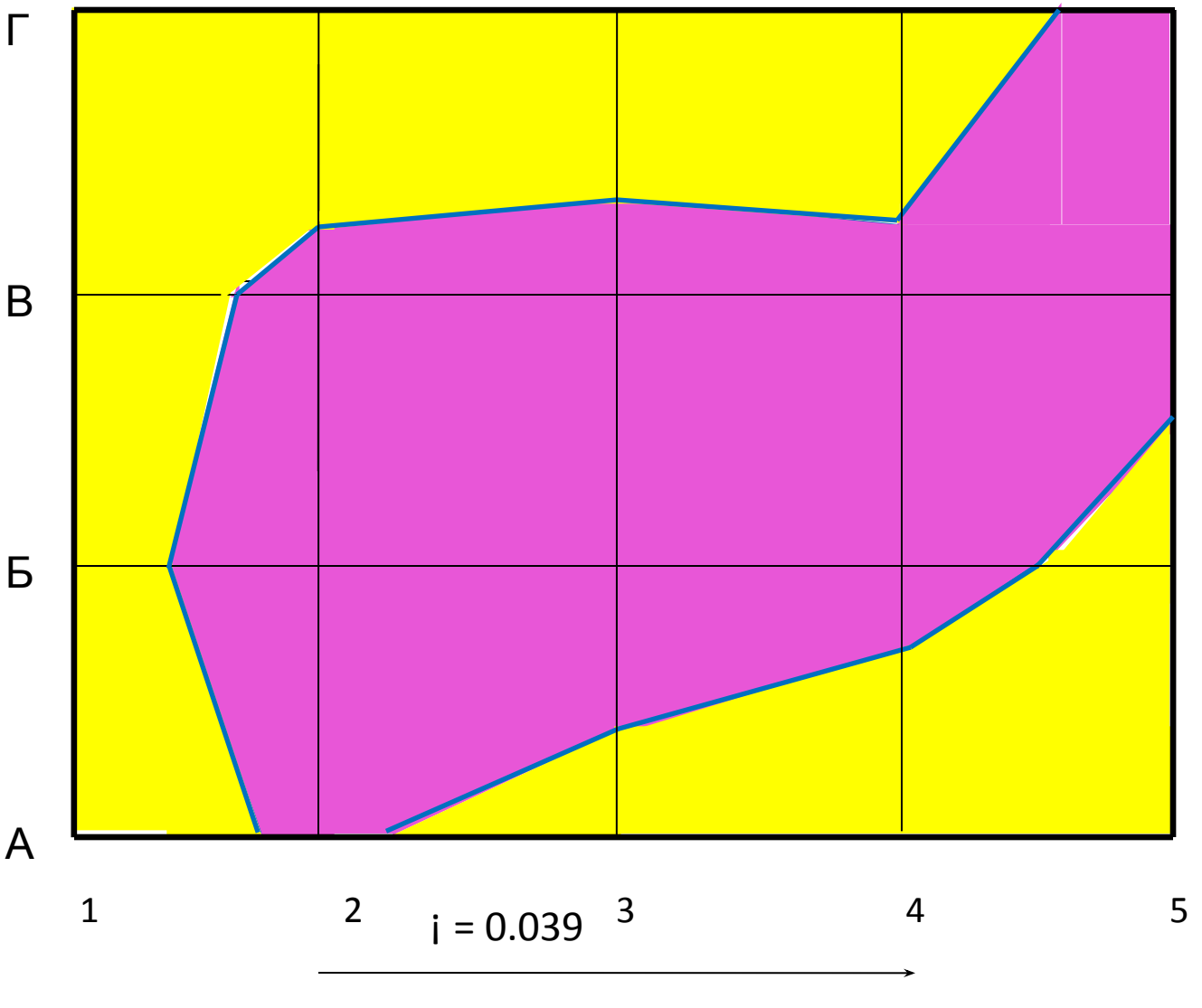



0.02 51.344 0.49 52.124 0.38 52.915 0.39 53.705 -0.32 54.485
Г
51.325
51.632
52.535
53.320
54.802
0.23 51.344 -0.12 52.124 -0.17 52.915 -0.10 53.705 -0.20 54.485
В
51.11
52.246
53.085
53.801
54.687
0.15 51.344 -0.24 52.124 -0.29 52.915 -0.17 53.705 0.19 54.485
Б
51.197
52.364
53.200
53.871
54.294
0.24 51.344 -0.08 52.124 0.20 52.915 0.30 53.705 0.30 54.485
А
51.101
52.207
52.711
53.406
54.189
1
2
3
4
5
i = 0.039

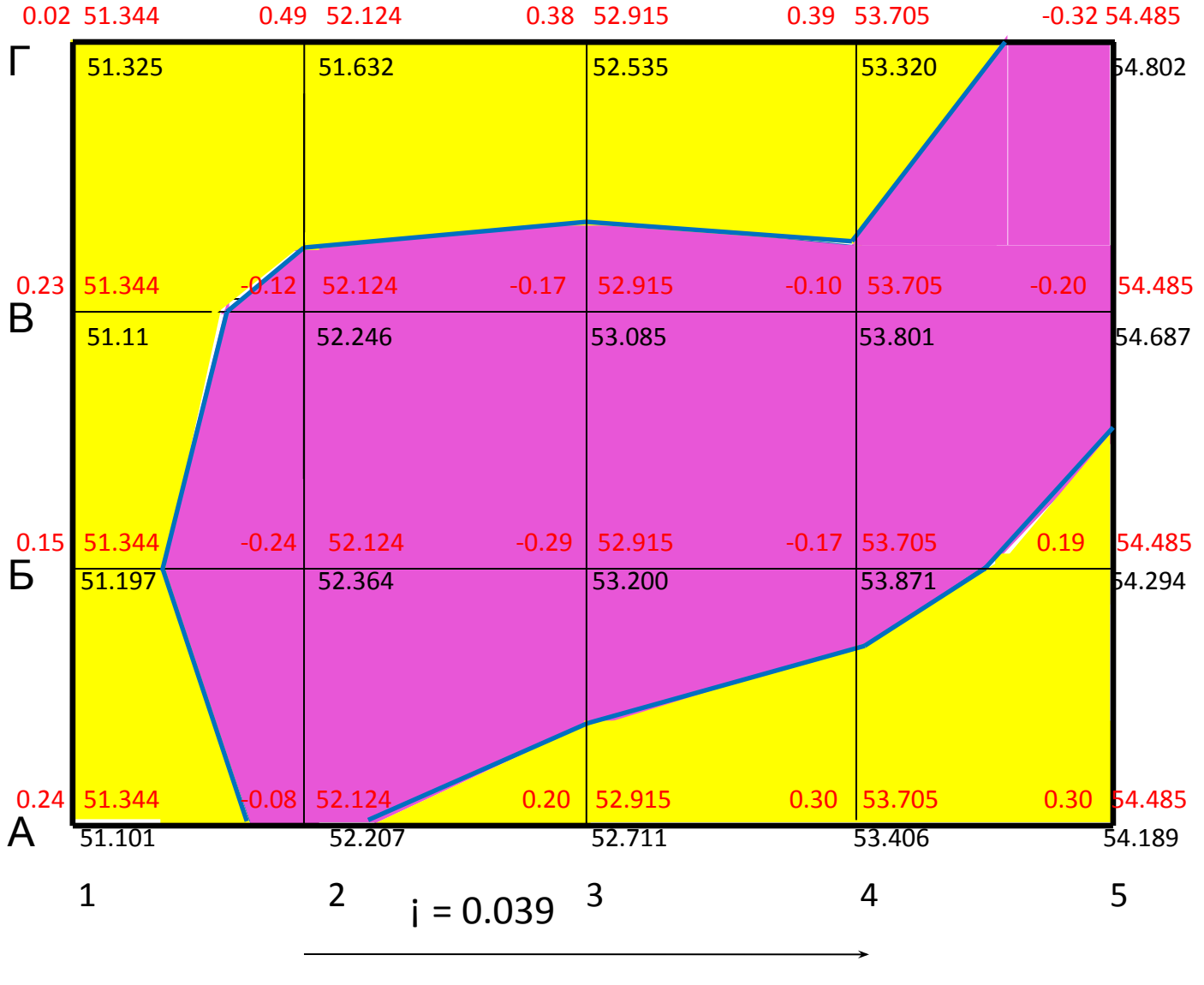

0.02 51.344 0.49 52.124 0.38 52.915 0.39 53.705 -0.32 54.485
Г
51.325
51.632
52.535
53.320
54.802
0.23 51.344 -0.12 52.124 -0.17 52.915 -0.10 53.705 -0.20 54.485
В
51.11
52.246
53.085
53.801
54.687
0.15 51.344 -0.24 52.124 -0.29 52.915 -0.17 53.705 0.19 54.485
Б
51.197
52.364
53.200
53.871
54.294
0.24 51.344 -0.08 52.124 0.20 52.915 0.30 53.705 0.30 54.485
А
51.101
52.207
52.711
53.406
54.189
1
2
3
4
5
i = 0.039

Насыпь закрашиваем желтым цветом, а выемку розовым.

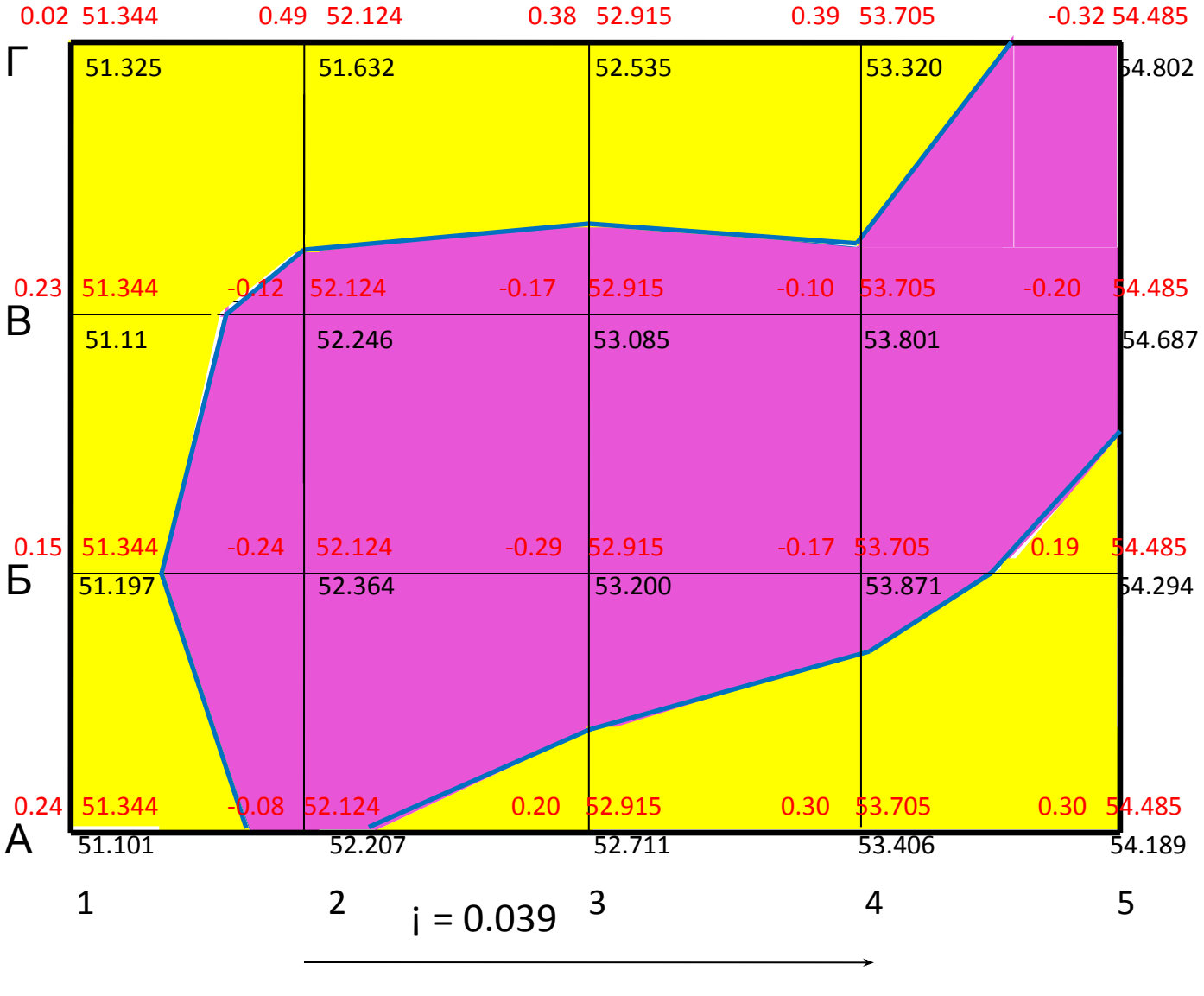


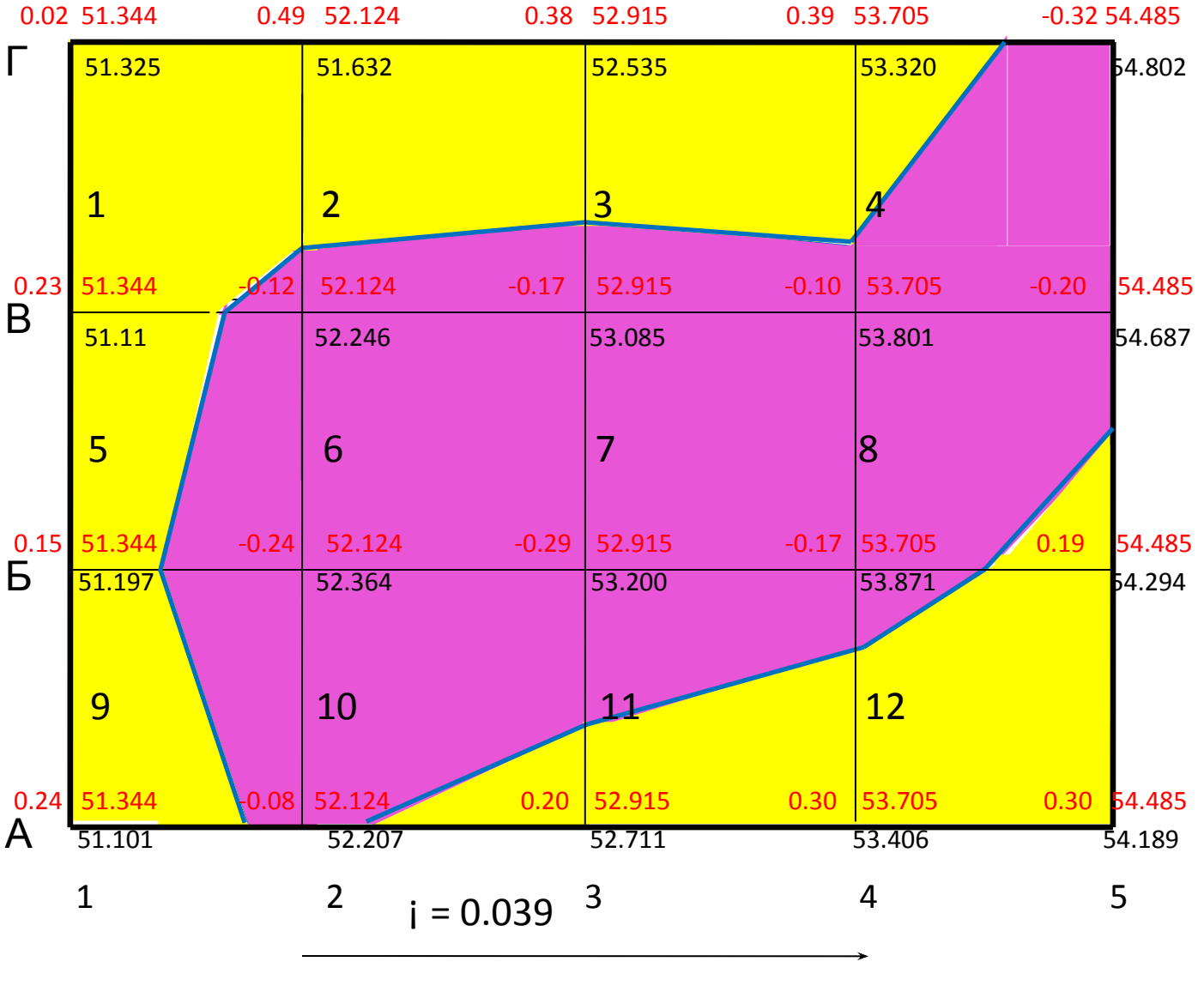

Г
В
Б
А
1
2
3
4
5
i = 0.039

Как и в варианте №1, линия нулевых работ разделила квадраты на простые геометрические фигуры, в которых также вычисляются S, $h_{ср}$ и V.



Предварительно пронумеруем квадраты.




0.02 51.344 0.49 52.124 0.38 52.915 0.39 53.705 -0.32 54.485
Г
51.325
51.632
52.535
53.320
54.802
1
2
3
4
0.23 51.344 -0.12 52.124 -0.17 52.915 -0.10 53.705 -0.20 54.485
В
51.11
52.246
53.085
53.801
54.687
5
6
7
8
0.15 51.344 -0.24 52.124 -0.29 52.915 -0.17 53.705 0.19 54.485
Б
51.197
52.364
53.200
53.871
54.294
9
10
11
12
0.24 51.344 -0.08 52.124 0.20 52.915 0.30 53.705 0.30 54.485
А
51.101
52.207
52.711
53.406
54.189
1
2
3
4
5
i = 0.039

Все эти величины рассчитываются также, как и варианте №1. Одновременно заполняется таблица №4 для варианта №2.

ВЕДОМОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ

Таблица №4

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м).		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1								
2								
3								
4								
5								
6	-							
7	-							
8								
9								
10								
11								
12								

Вычисляем площади полученных фигур (см. вариант №1).

Таблица №4.

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м).		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1								
2								
3								
4								
5								
6	-							
7	-							
8								
9								
10								
11								
12								

Таблица №4

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м).		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			386.62	13.38				
2			306.3	93.7				
3			297.4	102.6				
4			88.47	311.53				
5			208.3	191.7				
6	-		-	400				
7	-		-	400				
8			51.43	348.57				
9			226.9	173.1				
10			58.30	341.7				
11			209.3	190.7				
12			365.87	34.13				

Вычисляем средние рабочие отметки, аналогично варианту №1

Таблица №4

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м).		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			386.62	13.38				
2			306.3	93.7				
3			297.4	102.6				
4			88.47	311.53				
5			208.3	191.7				
6	-		-	400				
7	-		-	400				
8			51.43	348.57				
9			226.9	173.1				
10			58.30	341.7				
11			209.3	190.7				
12			365.87	34.13				

Таблица №4

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м).		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			386.62	13.38	0.15	0.04		
2			306.3	93.7	0.22	0.07		
3			297.4	102.6	0.19	0.07		
4			88.47	311.53	0.13	0.12		
5			208.3	191.7	0.10	0.09		
6	-		0	400	0	0.21		
7	-		0	400	0	0.18		
8			51.43	348.57	0.06	0.094		
9			226.9	173.1	0.10	0.08		
10			58.30	341.7	0.07	0.12		
11			209.3	190.7	0.13	0.12		
12			365.87	34.13	0.16	0.06		

Вычисляем объемы по формуле: $V = S \cdot h_{ср.}$

Таблица №4

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м).		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			386.62	13.38	0.15	0.04		
2			306.3	93.7	0.22	0.07		
3			297.4	102.6	0.19	0.07		
4			88.47	311.53	0.13	0.12		
5			208.3	191.7	0.10	0.09		
6	-		0	400	0	0.21		
7	-		0	400	0	0.18		
8			51.43	348.57	0.06	0.094		
9			226.9	173.1	0.10	0.08		
10			58.30	341.7	0.07	0.12		
11			209.3	190.7	0.13	0.12		
12			365.87	34.13	0.16	0.06		

Таблица №4

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м).		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			386.62	13.38	0.15	0.04	57.99	0.54
2			306.3	93.7	0.22	0.07	67.39	6.56
3			297.4	102.6	0.19	0.07	56.51	7.18
4			88.47	311.53	0.13	0.12	11.50	37.38
5			208.3	191.7	0.10	0.09	20.8	17.25
6	-		0	400	0	0.21	0	84.0
7	-		0	400	0	0.18	0	72.0
8			51.43	348.57	0.06	0.094	3.09	32.77
9			226.9	173.1	0.10	0.08	22.69	13.85
10			58.30	341.7	0.07	0.12	4.08	41.00
11			209.3	190.7	0.13	0.12	27.21	22.88
12			365.87	34.13	0.16	0.06	58.54	2.05

Находим суммы объемов насыпей и выемки.

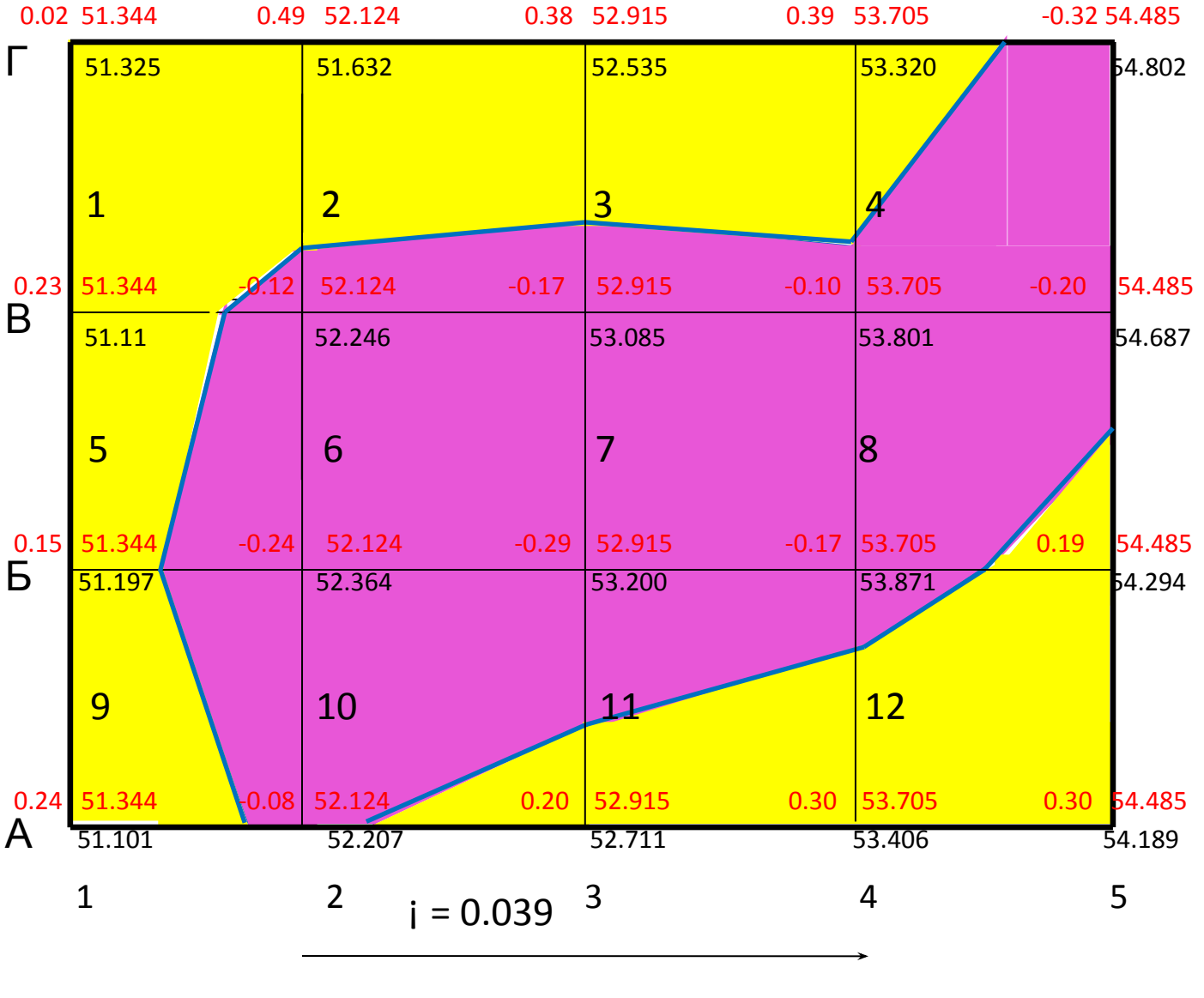
Таблица №4.

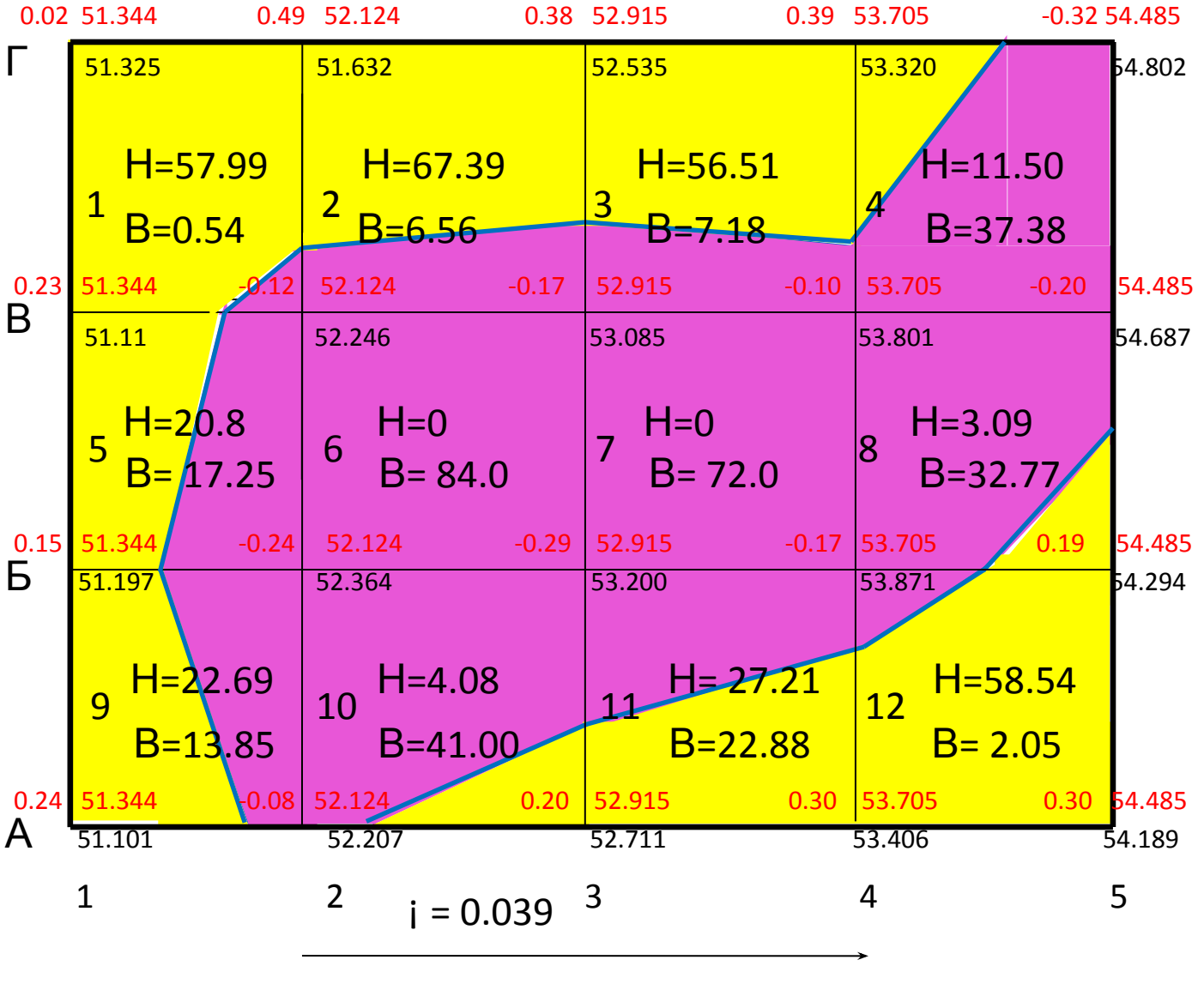
№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м).		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1			386.62	13.38	0.15	0.04	57.99	0.54
2			306.3	93.7	0.22	0.07	67.39	6.56
3			297.4	102.6	0.19	0.07	56.51	7.18
4			88.47	311.53	0.13	0.12	11.50	37.38
5			208.3	191.7	0.10	0.09	20.8	17.25
6	-		0	400	0	0.21	0	84.0
7	-		0	400	0	0.18	0	72.0
8			51.43	348.57	0.06	0.094	3.09	32.77
9			226.9	173.1	0.10	0.08	22.69	13.85
10			58.30	341.7	0.07	0.12	4.08	41.00
11			209.3	190.7	0.13	0.12	27.21	22.88
12			365.87	34.13	0.16	0.06	58.54	2.05
							ΣН	ΣВ
							329.8	337.46

Подводим баланс земляных работ по формуле:

$$m = \frac{\Sigma H - \Sigma B}{\Sigma H + \Sigma B} \cdot 100\% = \frac{329.8 - 337.46}{329.8 + 337.46} \cdot 100\% = 1.15\% < 5\%$$

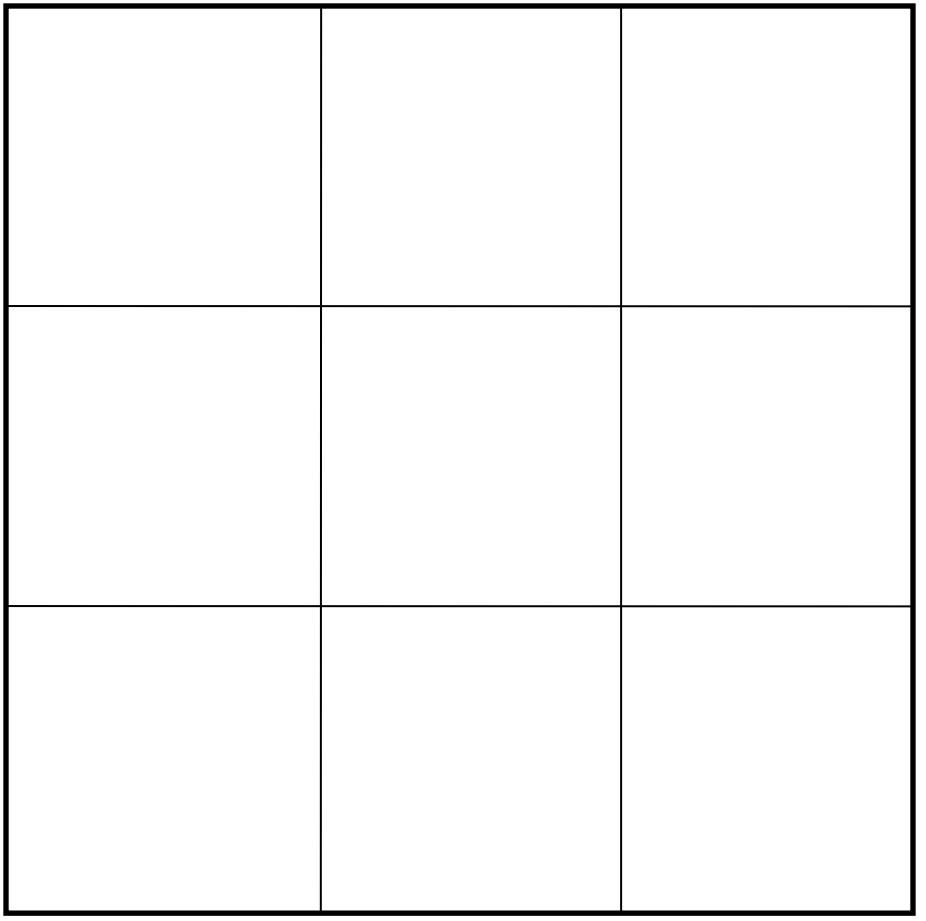
Вносим значения объемов насыпей и выемок во все квадраты площадки.


0.02 51.344 0.49 52.124 0.38 52.915 0.39 53.705 -0.32 54.485
Г
51.325
51.632
52.535
53.320
54.802
1
2
3
4
0.23 51.344 -0.12 52.124 -0.17 52.915 -0.10 53.705 -0.20 54.485
В
51.11
52.246
53.085
53.801
54.687
5
6
7
8
0.15 51.344 -0.24 52.124 -0.29 52.915 -0.17 53.705 0.19 54.485
Б
51.197
52.364
53.200
53.871
54.294
9
10
11
12
0.24 51.344 -0.08 52.124 0.20 52.915 0.30 53.705 0.30 54.485
А
51.101
52.207
52.711
53.406
54.189
1
2
3
4
5
i = 0.039

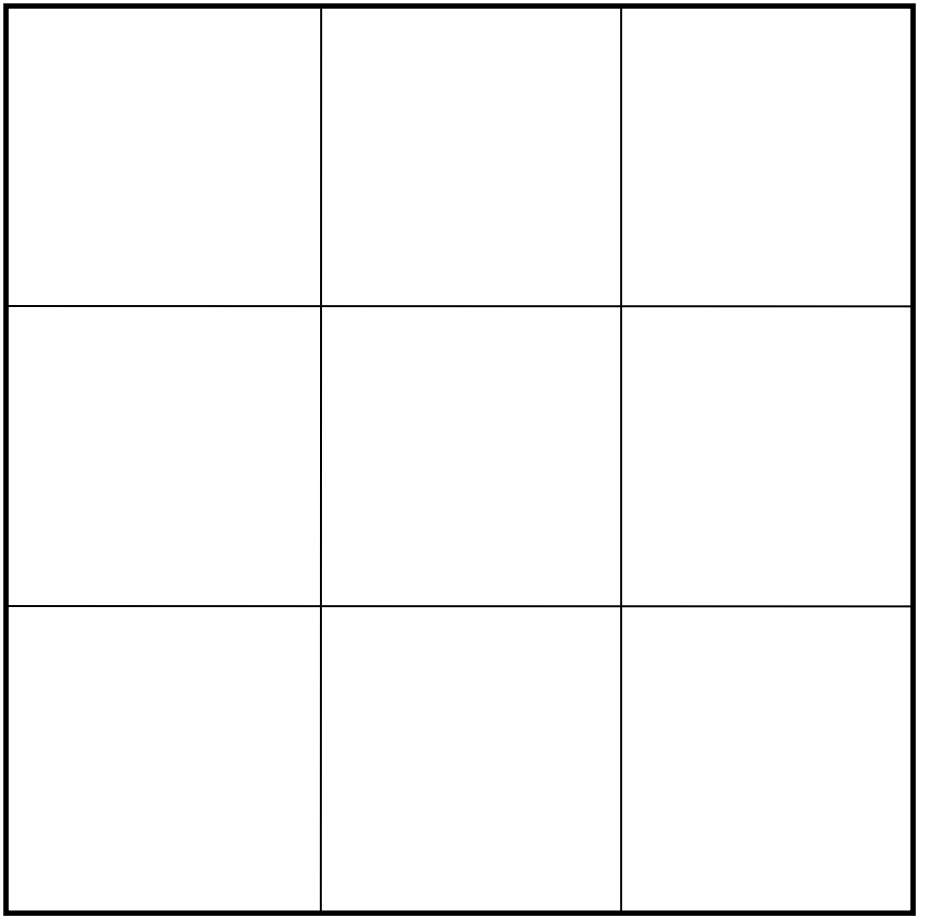

0.02 51.344 0.49 52.124 0.38 52.915 0.39 53.705 -0.32 54.485
Г
51.325
H=57.99
1
B=0.54
51.632
H=67.39
2
B=6.56
52.535
H=56.51
3
B=7.18
53.320
H=11.50
4
B=37.38
54.802
0.23 51.344 -0.12 52.124 -0.17 52.915 -0.10 53.705 -0.20 54.485
В
51.11
H=20.8
5
B= 17.25
52.246
H=0
6
B= 84.0
53.085
H=0
7
B= 72.0
53.801
H=3.09
8
B=32.77
54.687
0.15 51.344 -0.24 52.124 -0.29 52.915 -0.17 53.705 0.19 54.485
Б
51.197
H=22.69
9
B=13.85
52.364
H=4.08
10
B=41.00
53.200
H= 27.21
11
B=22.88
53.871
H=58.54
12
B= 2.05
54.294
0.24 51.344 -0.08 52.124 0.20 52.915 0.30 53.705 0.30 54.485
А
51.101 52.207 52.711 53.406 54.189
1 2 3 4 5
¡ = 0.039

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОФОРМЛЯЮЩЕЙ ПЛОСКОСТИ.

Проектирование горизонтальной площадки выполняется студентами в процессе учебно-геодезической практики. Задается площадка, состоящая из 9 квадратов с длиной стороны каждого 10 метров. Нивелирование площадки производится таким же образом, как и вариантах №1 и №2.



В результате нивелирования получилась площадка со следующими отметками вершин квадратов.



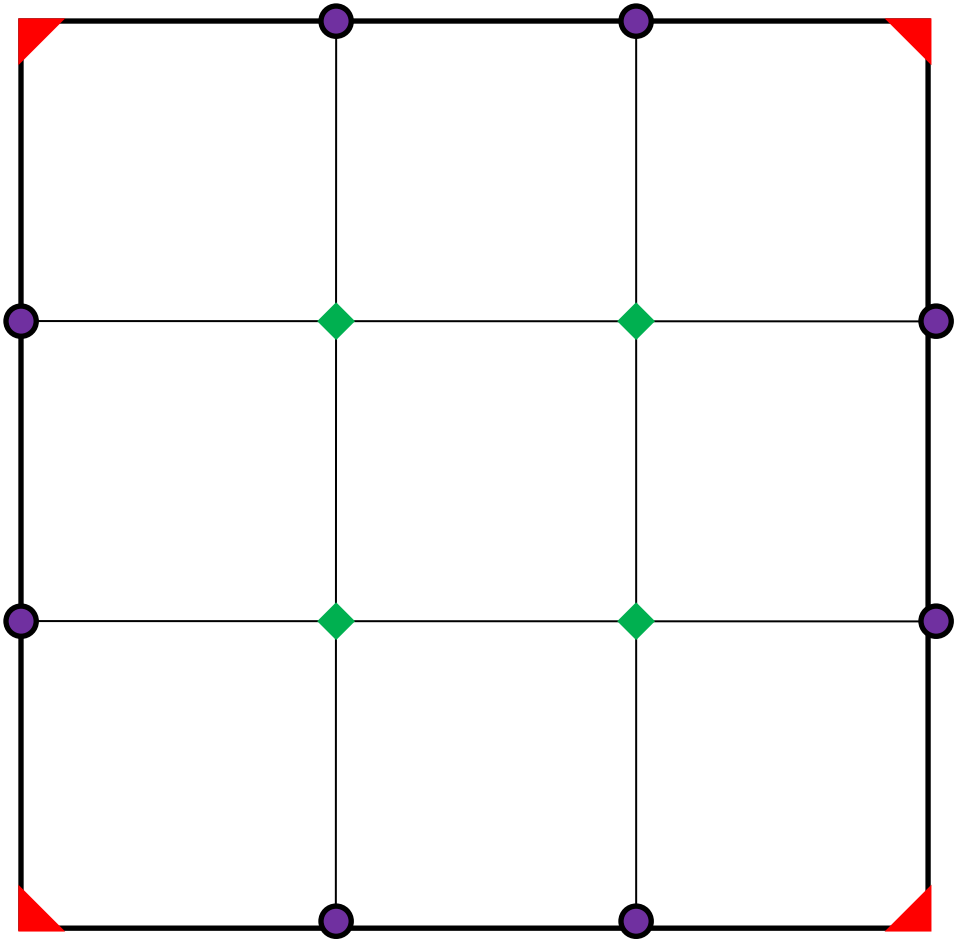
51.325	51.632	52.535	53.320
51.11	52.246	53.085	53.801
51.197	52.364	53.200	53.871
51.101	52.207	52.711	53.406

Определяем центр тяжести площадки, но в отличии от вариантов №1 и №2 площадка на половинки не делится.

Средняя отметка площадки (центр тяжести) рассчитывается по формуле:

$$H_0 = \frac{\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 4\Sigma H_4}{4n}$$

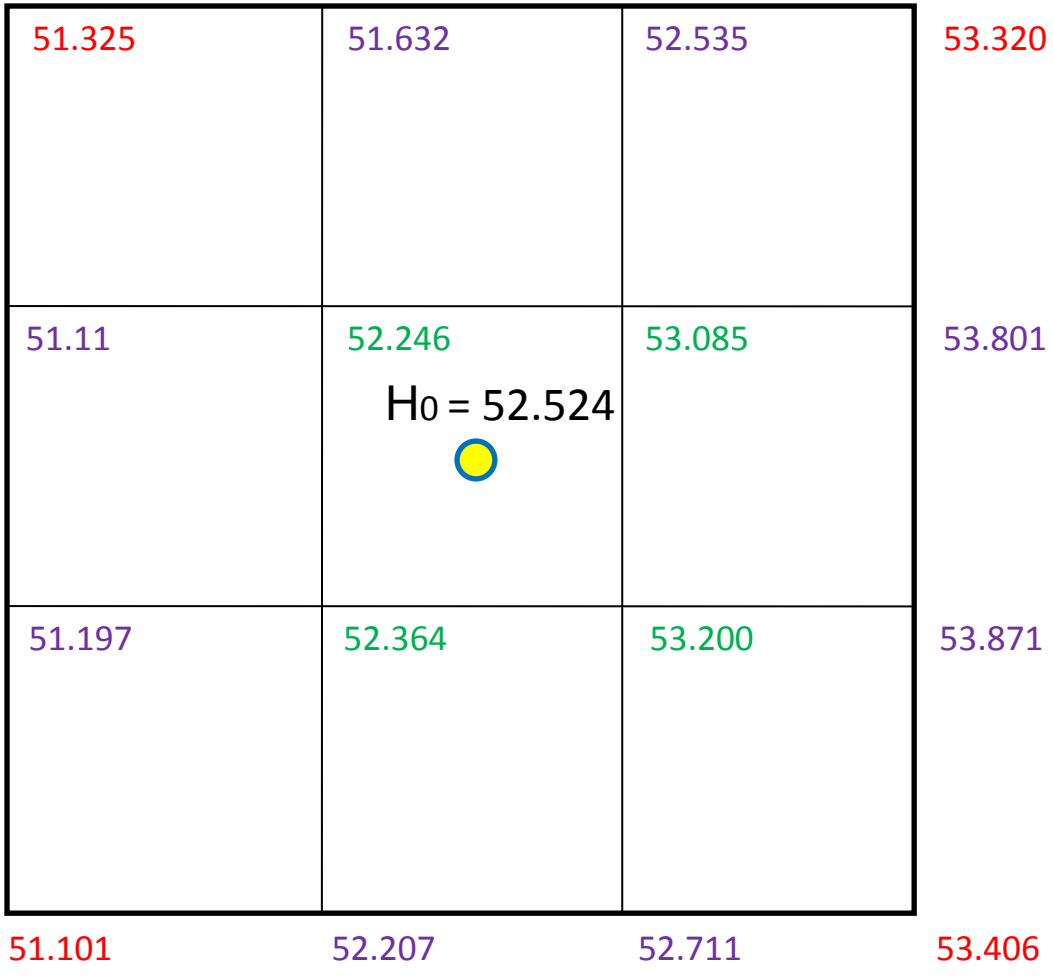
, где ◢ H_1, ● H_2, ◆ H_4, n=9



$$H_0 = (209.152 + 838.128 + 843.58)/36 = 52.524$$

51.325	51.632	52.535	53.320
51.11	52.246	53.085	53.801
51.197	52.364	53.200	53.871
51.101	52.207	52.711	53.406

Полученная отметка является проектной отметкой всех вершин квадратов.



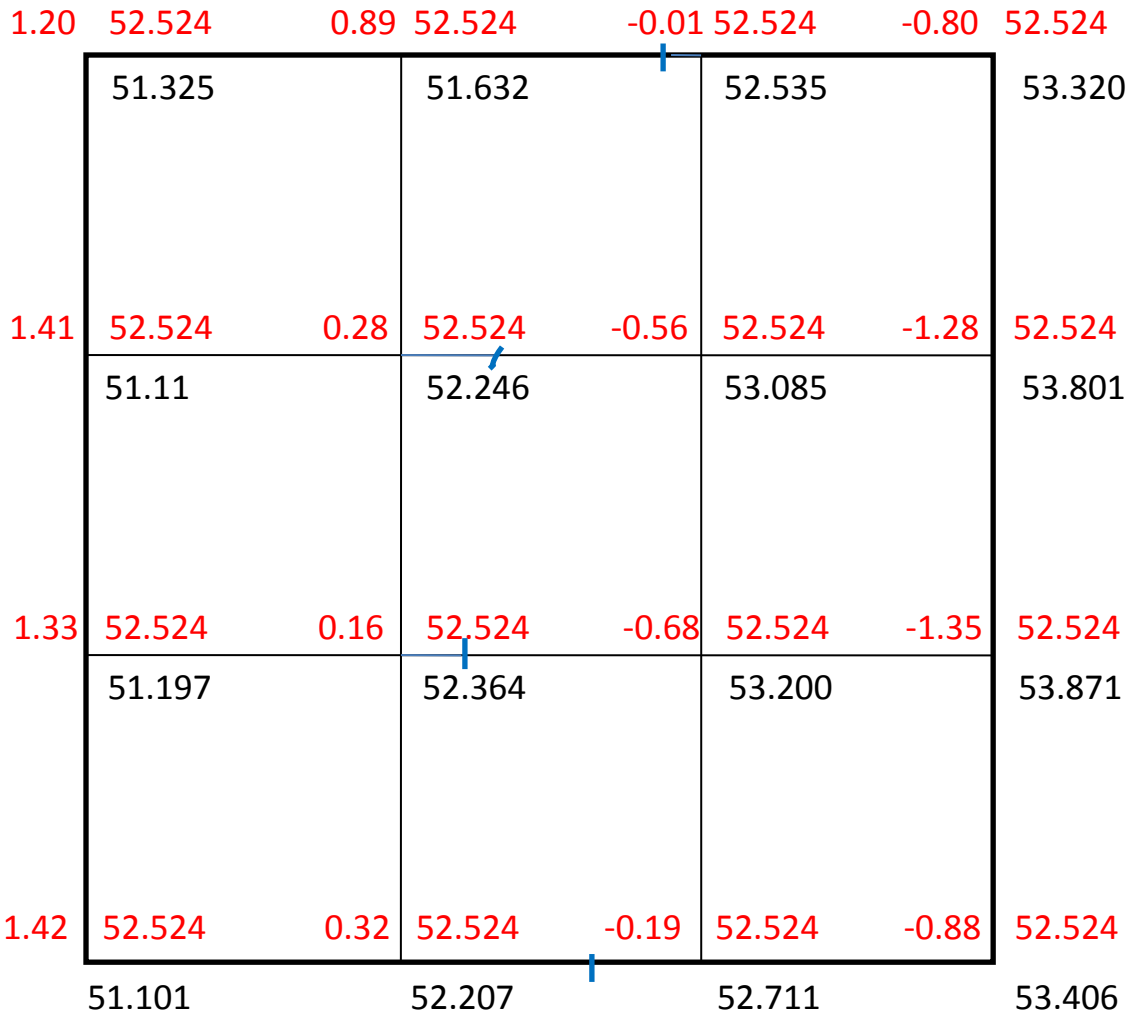
Определяем рабочие отметки на вершинах квадратов.

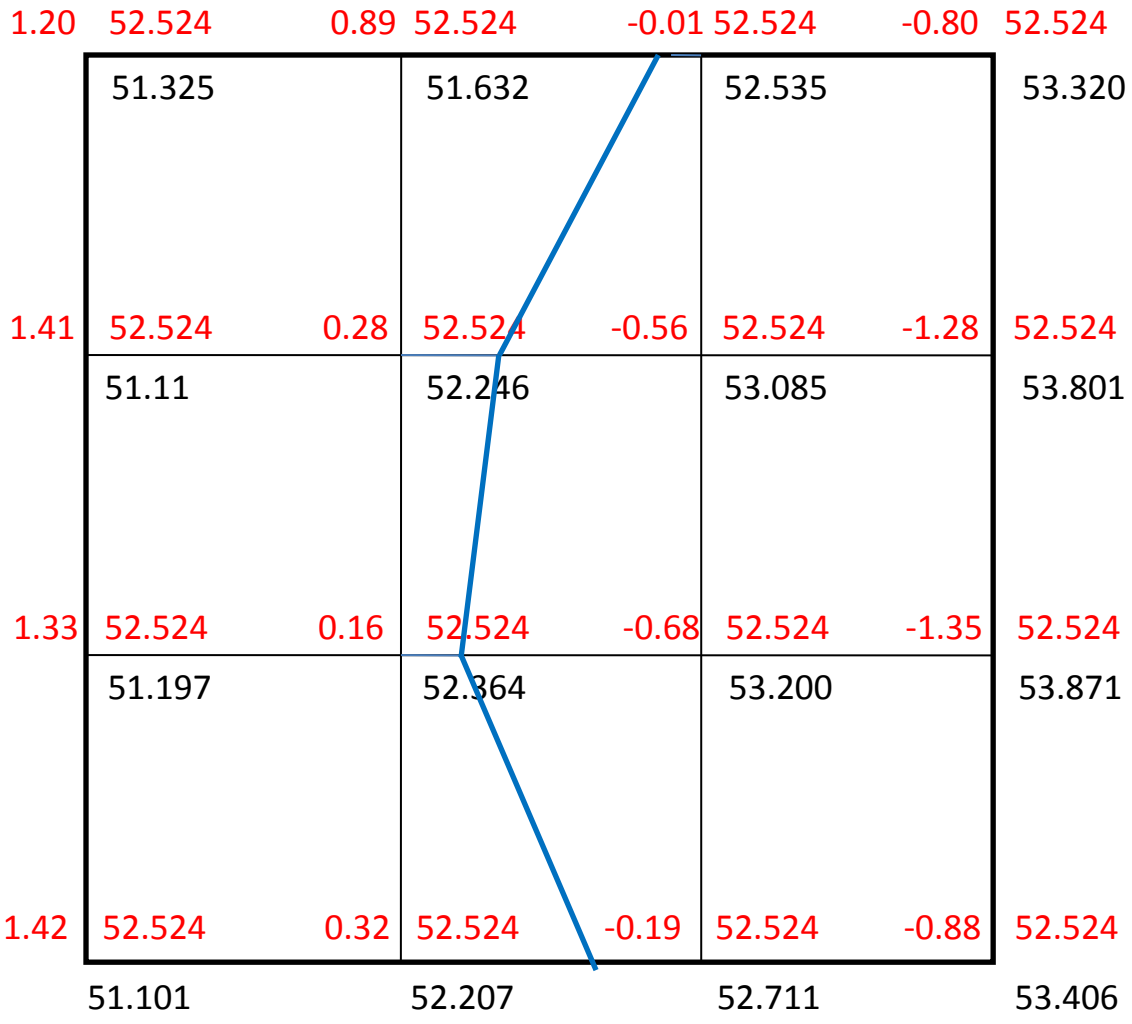
52.524	52.524	52.524	52.524
51.325	51.632	52.535	53.320
52.524	52.524	52.524	52.524
51.11	52.246	53.085	53.801
52.524	52.524	52.524	52.524
51.197	52.364	53.200	53.871
52.524	52.524	52.524	52.524
51.101	52.207	52.711	53.406

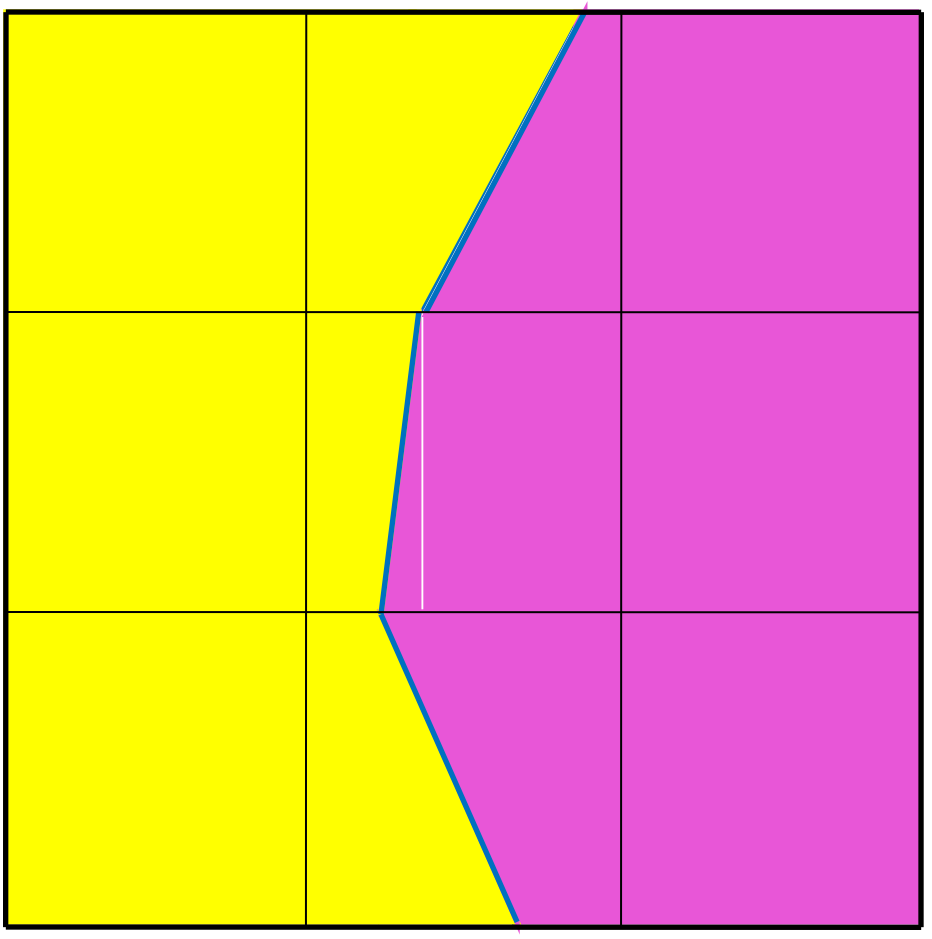
Проводим линию нулевых работ.

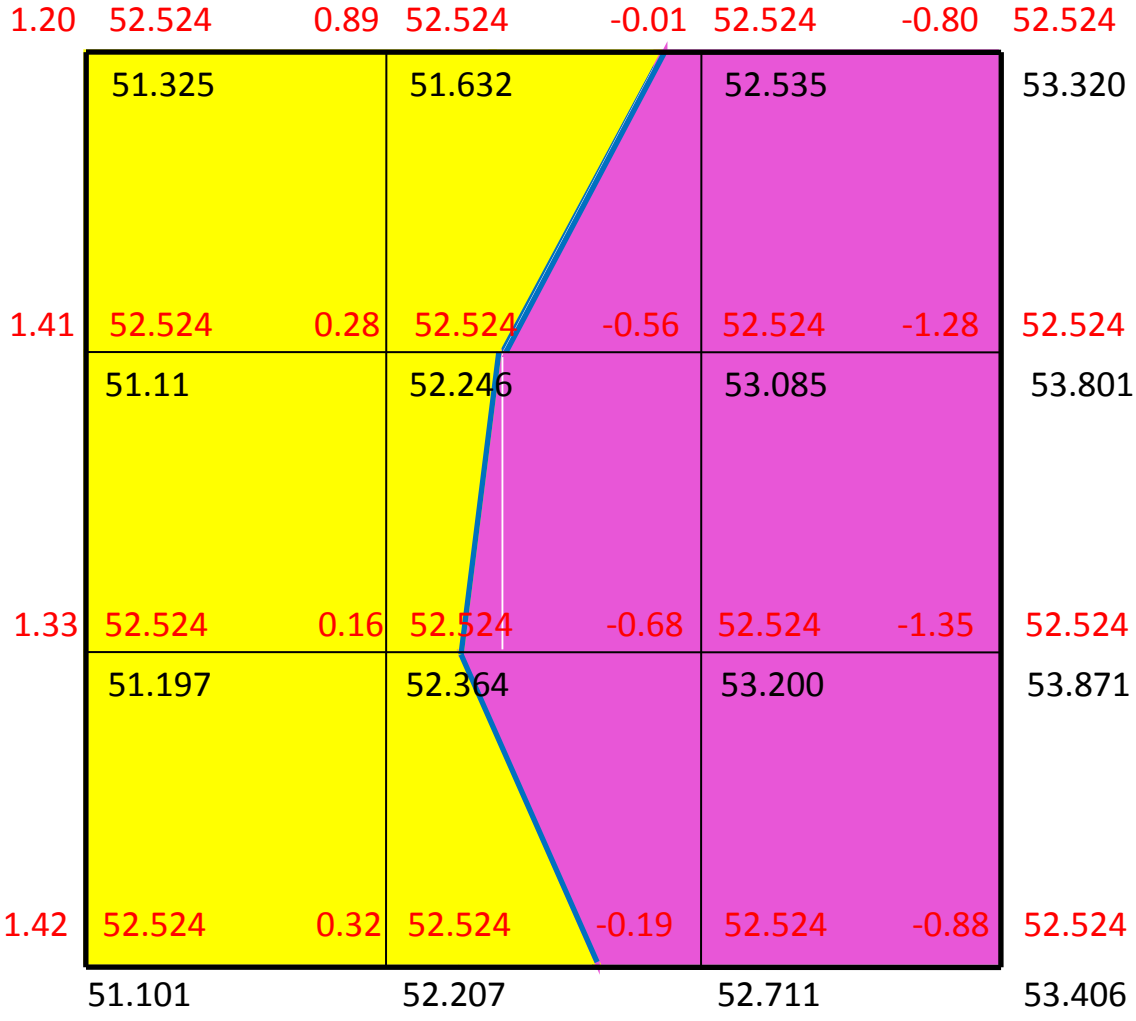
1.20	52.524	0.89	52.524	-0.01	52.524	-0.80	52.524
	51.325		51.632		52.535		53.320
1.41	52.524	0.28	52.524	-0.56	52.524	-1.28	52.524
	51.11		52.246		53.085		53.801
1.33	52.524	0.16	52.524	-0.68	52.524	-1.35	52.524
	51.197		52.364		53.200		53.871
1.42	52.524	0.32	52.524	-0.19	52.524	-0.88	52.524
	51.101		52.207		52.711		53.406

Проводим линию нулевых работ.

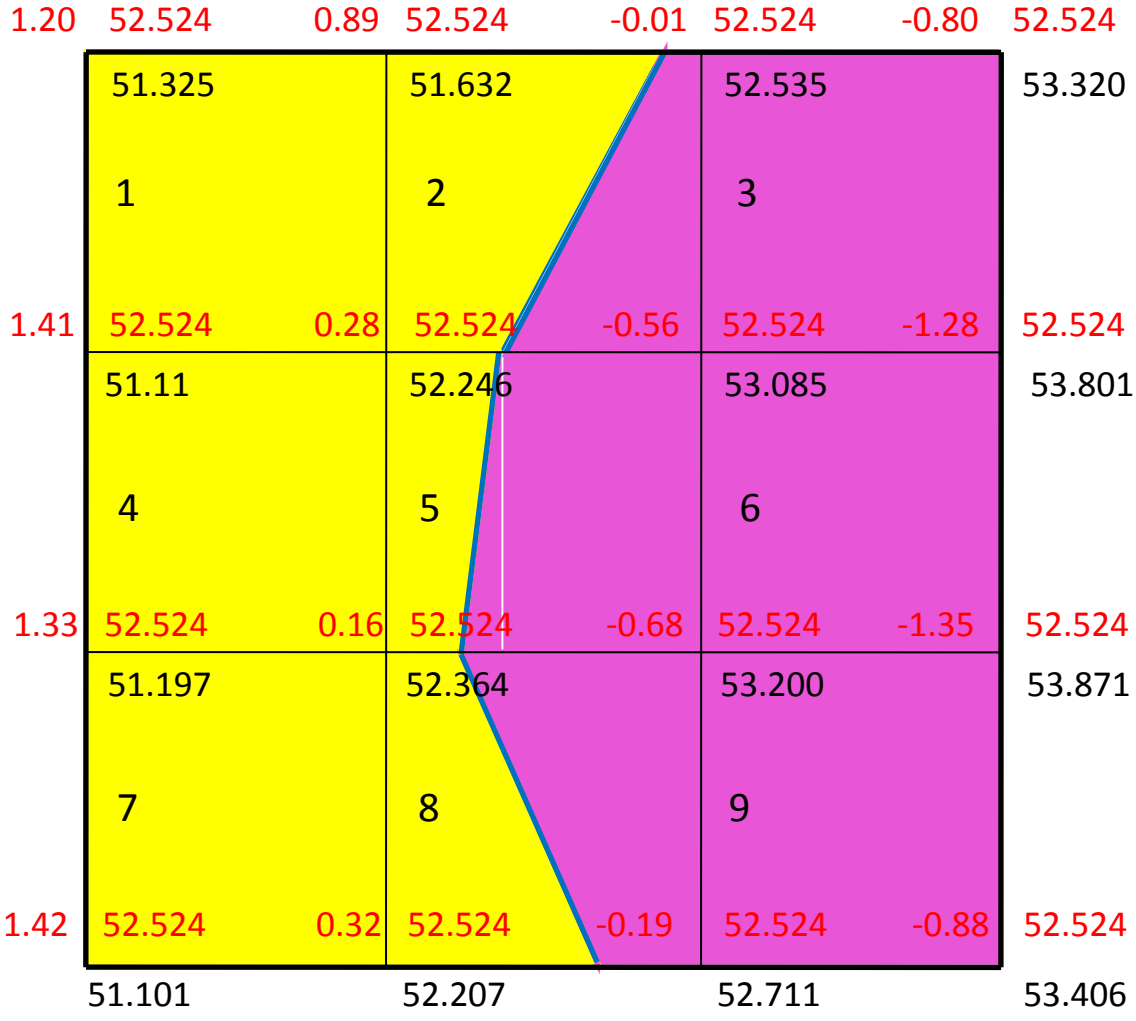



1.20 52.524 0.89 52.524 -0.01 52.524 -0.80 52.524
51.325 51.632 52.535 53.320
1.41 52.524 0.28 52.524 -0.56 52.524 -1.28 52.524
51.11 52.246 53.085 53.801
1.33 52.524 0.16 52.524 -0.68 52.524 -1.35 52.524
51.197 52.364 53.200 53.871
1.42 52.524 0.32 52.524 -0.19 52.524 -0.88 52.524
51.101 52.207 52.711 53.406




1.20
52.524
0.89
52.524
-0.01
52.524
-0.80
52.524
51.325
51.632
52.535
53.320
1.41
52.524
0.28
52.524
-0.56
52.524
-1.28
52.524
51.11
52.246
53.085
53.801
1.33
52.524
0.16
52.524
-0.68
52.524
-1.35
52.524
51.197
52.364
53.200
53.871
1.42
52.524
0.32
52.524
-0.19
52.524
-0.88
52.524
51.101
52.207
52.711
53.406

Вычисляем объемы насыпей и выемок в каждом квадрате, предварительно пронумеровав их, аналогично вариантам №1 и №2. Одновременно заполняем таблицу №5.


1.20 52.524 0.89 52.524 -0.01 52.524 -0.80 52.524
51.325
1
51.632
2
52.535
3
53.320
1.41 52.524 0.28 52.524 -0.56 52.524 -1.28 52.524
51.11
4
52.246
5
53.085
6
53.801
1.33 52.524 0.16 52.524 -0.68 52.524 -1.35 52.524
51.197
7
52.364
8
53.200
9
53.871
1.42 52.524 0.32 52.524 -0.19 52.524 -0.88 52.524
51.101
52.207
52.711
53.406

Ведомость вычисления объемов.

Таблица №5

Определяем площади фигур.

Таблица №5

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1		-						
2								
3	-							
4		-						
5								
6	-							
7		-						
8								
9	-							

Ведомость вычисления объемов.

Таблица №5

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1		-	100	0				
2			66.15	33.85				
3	-		0	100				
4		-	100	0				
5			26.15	73.85				
6	-		0	100				
7		-	100	0				
8			40.85	59.15				
9	-		0	100				

Определяем средние рабочие отметки.

Таблица №5

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1		-	100	0				
2			66.15	33.85				
3	-		0	100				
4		-	100	0				
5			26.15	73.85				
6	-		0	100				
7		-	100	0				
8			40.85	59.15				
9	-		0	100				

Таблица №5

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1		-	100	0	0.95	0		
2			66.15	33.85	0.29	0.14		
3	-		0	100	0	0.66		
4		-	100	0	0.80	0		
5			26.15	73.85	0.11	0.31		
6	-		0	100	0	0.97		
7		-	100	0	0.81	0		
8			40.85	59.15	0.12	0.22		
9	-		0	100	0	0.78		

Определяем объемы насыпей и выемок в каждом квадрате.

Таблица №5

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1		-	100	0	0.95	0		
2			66.15	33.85	0.29	0.14		
3	-		0	100	0	0.66		
4		-	100	0	0.80	0		
5			26.15	73.85	0.11	0.31		
6	-		0	100	0	0.97		
7		-	100	0	0.81	0		
8			40.85	59.15	0.12	0.22		
9	-		0	100	0	0.78		

Определяем объемы насыпей и выемок в каждом квадрате.

Таблица №5

№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1		-	100	0	0.95	0	95.0	0
2			66.15	33.85	0.29	0.14	19.18	4.74
3	-		0	100	0	0.66	0	66.0
4		-	100	0	0.80	0	80.0	0
5			26.15	73.85	0.11	0.31	2.88	22.89
6	-		0	100	0	0.97	0	97.0
7		-	100	0	0.81	0	81.0	0
8			40.85	59.15	0.12	0.22	4.90	13.00
9	-		0	100	0	0.78	0	78

Определяем суммы объемов насыпей и выемок всей площадки.

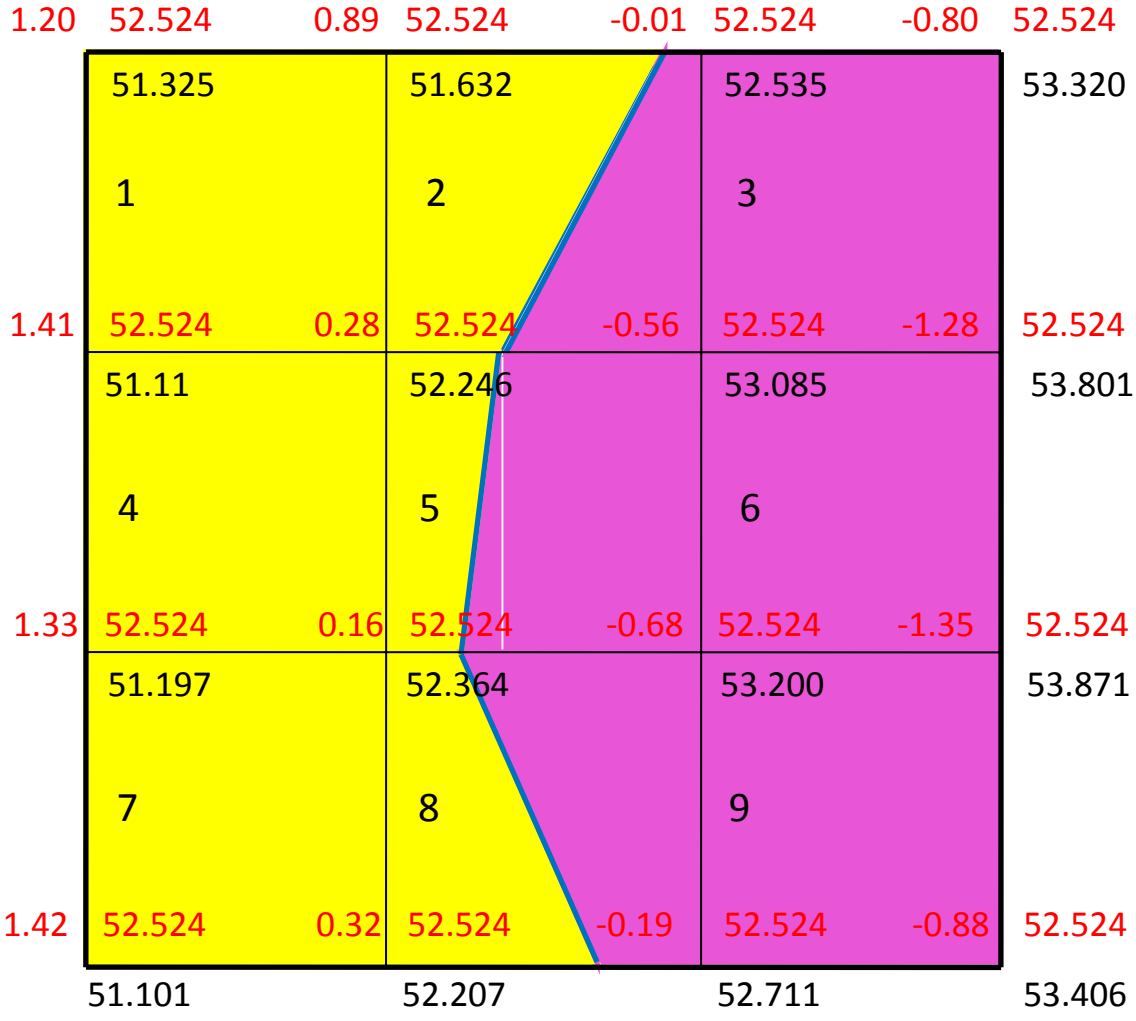
Таблица №5

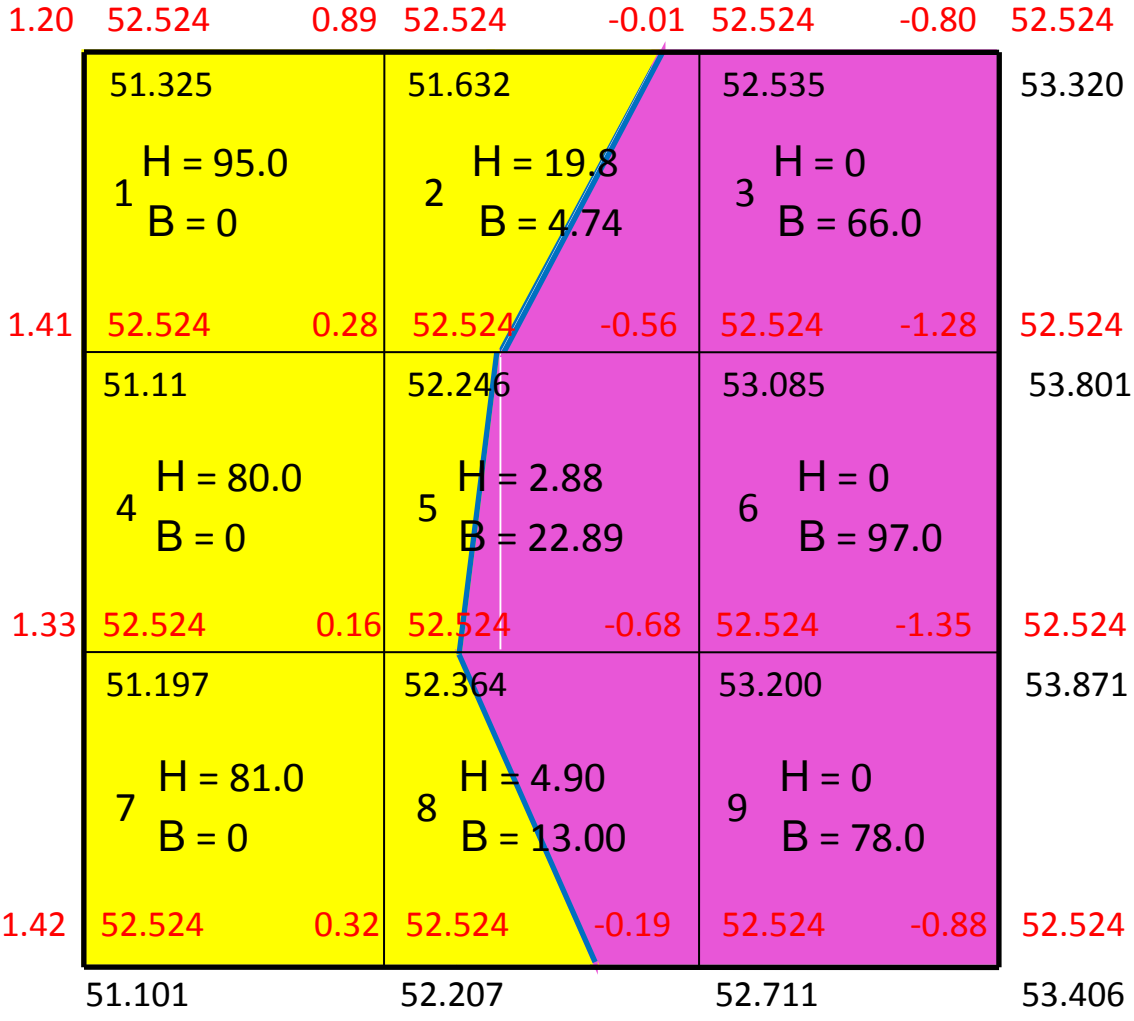
№ квадрата	Вид фигуры		Площадь ($м^2$)		Средние рабочие отметки (м)		Объем ($м^3$)	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
1	□	-	100	0	0.95	0	95.0	0
2	⏢	⏢	66.15	33.85	0.29	0.14	19.18	4.74
3	-	□	0	100	0	0.66	0	66.0
4	□	-	100	0	0.80	0	80.0	0
5	⏢	⏢	26.15	73.85	0.11	0.31	2.88	22.89
6	-	□	0	100	0	0.97	0	97.0
7	□	-	100	0	0.81	0	81.0	0
8	⏢	⏢	40.85	59.15	0.12	0.22	4.90	13.00
9	-	□	0	100	0	0.78	0	78
							ΣVH	ΣVB
							282.96	281.63

Подводим баланс земляных работ по формуле:

$$m = (\Sigma VH - \Sigma VB)/(\Sigma VH + \Sigma VB) \cdot 100\% = 0.2\% < 5\%$$

Объемы насыпей и выемок вносим в каждый квадрат площадки.

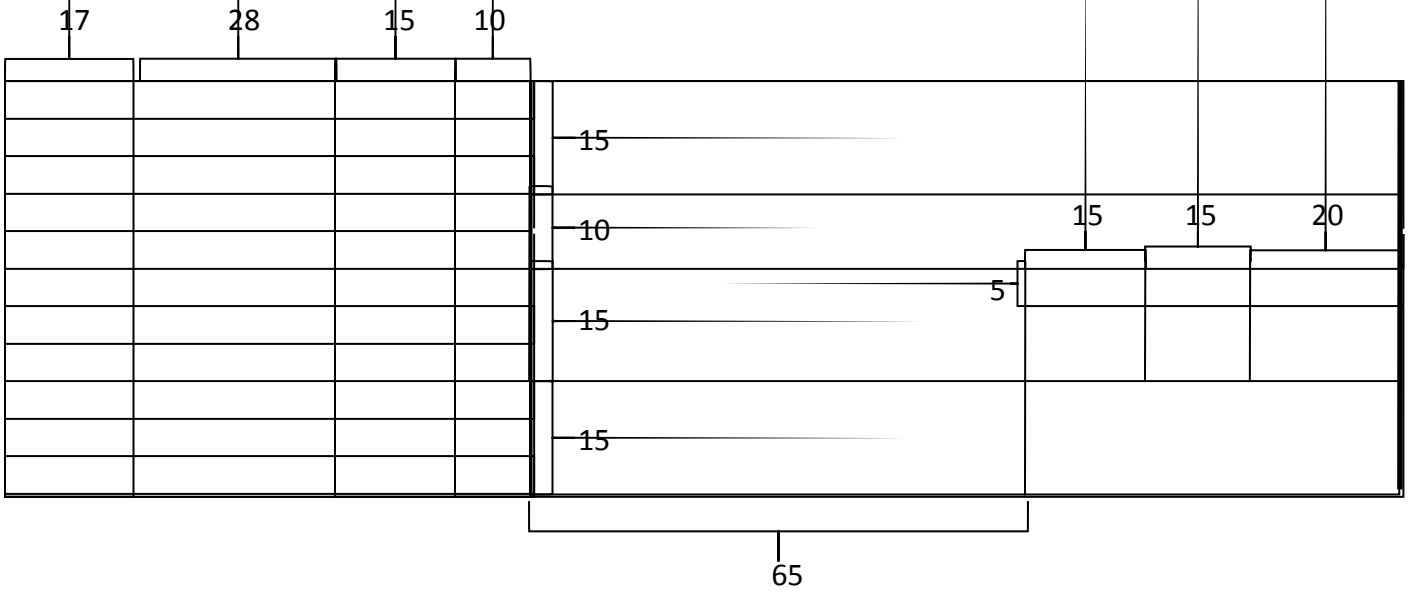

1.20 52.524 0.89 52.524 -0.01 52.524 -0.80 52.524
51.325
1
51.632
2
52.535
3
53.320
1.41 52.524 0.28 52.524 -0.56 52.524 -1.28 52.524
51.11
4
52.246
5
53.085
6
53.801
1.33 52.524 0.16 52.524 -0.68 52.524 -1.35 52.524
51.197
7
52.364
8
53.200
9
53.871
1.42 52.524 0.32 52.524 -0.19 52.524 -0.88 52.524
51.101
52.207
52.711
53.406


1.20
52.524
0.89
52.524
-0.01
52.524
-0.80
52.524
51.325
H = 95.0
1
B = 0
51.632
H = 19.8
2
B = 4.74
52.535
H = 0
3
B = 66.0
53.320
1.41
52.524
0.28
52.524
-0.56
52.524
-1.28
52.524
51.11
H = 80.0
4
B = 0
52.246
H = 2.88
5
B = 22.89
53.085
H = 0
6
B = 97.0
53.801
1.33
52.524
0.16
52.524
-0.68
52.524
-1.35
52.524
51.197
H = 81.0
7
B = 0
52.364
H = 4.90
8
B = 13.00
53.200
H = 0
9
B = 78.0
53.871
1.42
52.524
0.32
52.524
-0.19
52.524
-0.88
52.524
51.101
52.207
52.711
53.406

ОФОРМЛЕНИЕ КАРТОГРАММЫ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ.

Картограмма земляных работ выполняется на листе чертежной бумаги формата А4.

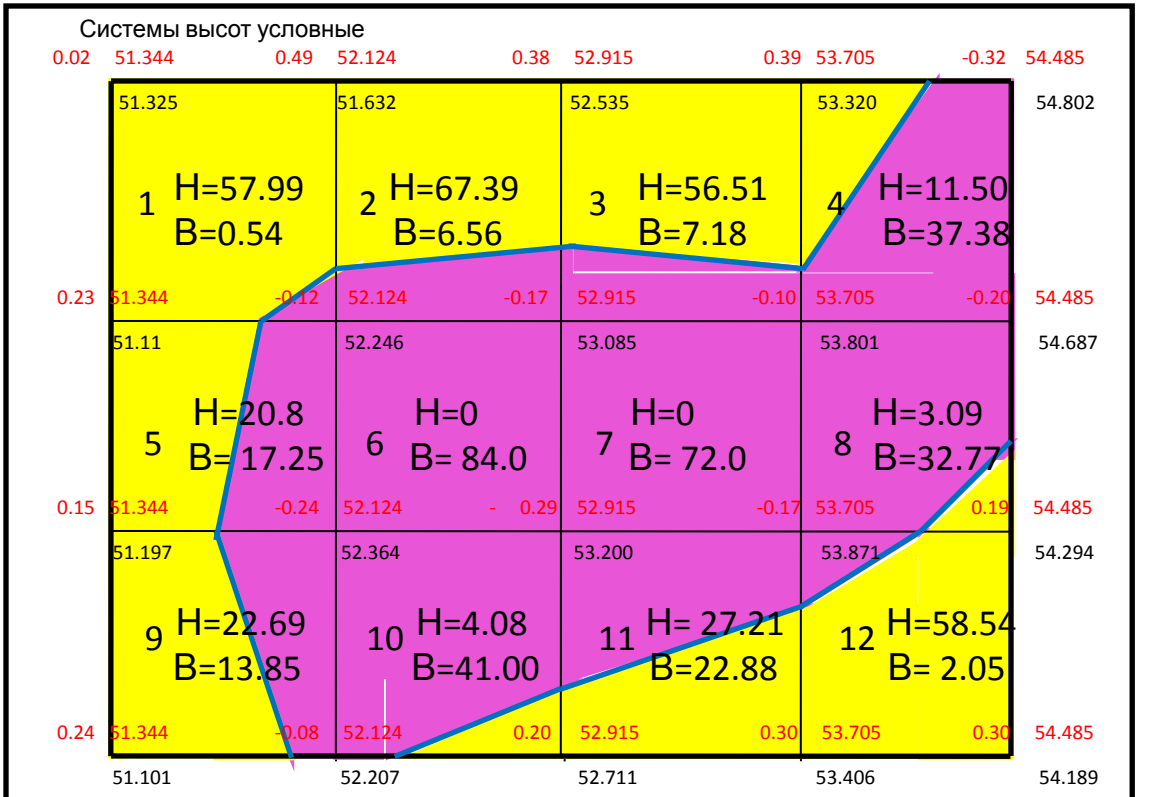
Под картограммой вычерчивается штамп со следующими размерами (миллиметрах).



Штамп заполняется следующим образом. Для варианта №1.

				РГР – 2069059 – 120301 – 05171 - 05			
Зав. Каф.	Хаметов Т. И.						
Руковод.	Петров В.В.						
				Проектирование наклонной оформляющей плоскости с уклоном в двух направлениях			
				Строительная площадка	Стадия	Лист	Листов
					У	2	4
				Картограмма земляных масс М. 1:1000	ПГУАС Кафедра ЗиГ гр. Зму-11		
Студент	Иванов И.И.						

Для варианта №2 (смотри следующий слайд).



			РГР – 2069059 – 270102 - 05171-05		
Зав.каф.	Хаметов				
Руков.	Петров		Проектирование наклонной оформляющей плоскости с уклоном в одном направлении.		
			Строительная площадка	Стадия: У	Лист: 2 / Листов: 4
			Картограмма земляных масс 1:500	ПГУАС Кафедра ЗиГ Группа ПГС-13	
Студент	Иванов				

Для варианта №3, оформление горизонтальной площадки.

				РГР – 2069059 – 270301 – 05171 - 05			
Зав.Каф.	Хаметов Т.И.						
Руковод.	Петров В.В.						
				Проектирование горизонтальной оформляющей плоскости			
					Стадия	Лист	Листов
				Строительная площадка	У	2	4
				Картограмма земляных масс М. 1:500	ПГУАС кафедра ЗиГ Гр.ПСМ-11		
Студент	Иванов И.И.						

Контрольные вопросы По РГР №2.

1. Что такое вертикальная планировка?
2. Чем отличается нивелирование из середины от нивелирования вперед?
3. Что такое связующие точки и чем они отличаются от промежуточных?
4. Определение невязки замкнутого нивелирного хода. Как определяется допустимая невязка замкнутого нивелирного хода?
5. Как определяется проектная отметка вершины квадрата? Что такое рабочая отметка?
6. Формула определения расстояния до линии нулевых работ. Понятие линии нулевых работ.
7. Как определяются площади насыпей и выемок, что такое средняя рабочая отметка?
8. Вычисление объемов земляных масс.
9. Что показывает баланс земляных работ? Формула его определения.
10. Оформление картограммы земляных масс.

10. Оформление картограммы земляных масс.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ.

Задача №1. Даны отсчеты по рейкам в точках 1; 2; 3(см. таблицу № 6). Известна абсолютная отметка т.1 (Н1 = 102.436). Требуется определить абсолютные отметки точек 2 и 3.

Таблица №6

№ точки	Задняя (мм)	Передняя (мм).	Промежуточная. (мм)	Превышения		Горизонт прибора. ГП (м).	Абсолютные отметки. (м)
				h_1 h_2	$h_{ср.}$ (мм).		
1	0200 4983						102.436
2		0400 5183					
3			0750				

Точки 1 и 2 связующие, поэтому определяем превышения между ними.

$h_1 = 0200 – 0400 = - 0200$

$h_2 = 4983 - 5183 = - 0200$

$h_{ср} = - 0200$

Таблица №6

№ точки	Задняя (мм).	Передняя (мм).	Промежуточная. (мм).	Превышения		Горизонт прибора. ГП (м).	Абсолютные отметки. (м).
				h_1 h_2	$h_{ср}$. (мм).		
1	0200 4983						102.436
2		0400 5183					
3			0750				

Определяем абсолютную отметку т.2 по формуле $H_2 = H_1 + h_{ср} =$ 102.436 + (-0.200) = 102.236 м.

Таблица №6

№ точки	Задняя (мм).	Передняя (мм).	Промежуточная. (мм).	Превышения		Горизонт прибора. ГП (м).	Абсолютные отметки. (м).
				h_1 h_2	$h_{ср}$. (мм).		
1	0200 4983			- 0200	- 0200		102.436
2		0400 5183		- 0200			
3			0750				

Определяем горизонт прибора:

$ГП1 = H_1 + a = 102.436 + 0.200 = 102.636$ м.

$ГП2 = H_2 + b = 102.236 + 0.400 = 102.636$ м.

$ГП_{СР} = 102.636$

Таблица №6

№ точки	Задняя (мм).	Передняя (мм).	Промежуточная. (мм).	Превышения		Горизонт прибора. ГП (м).	Абсолютные отметки. (м).
				h_1 h_2	$h_{ср.}$ (мм).		
1	0200 4983			- 0200	- 0200		102.436
2		0400 5183		- 0200			102.236
3			0750				

Определяем отметку промежуточной точки 3:

$H_3 = ГП_{СР} - c = 102.636 - 0.750 = 101.886$

Таблица №6

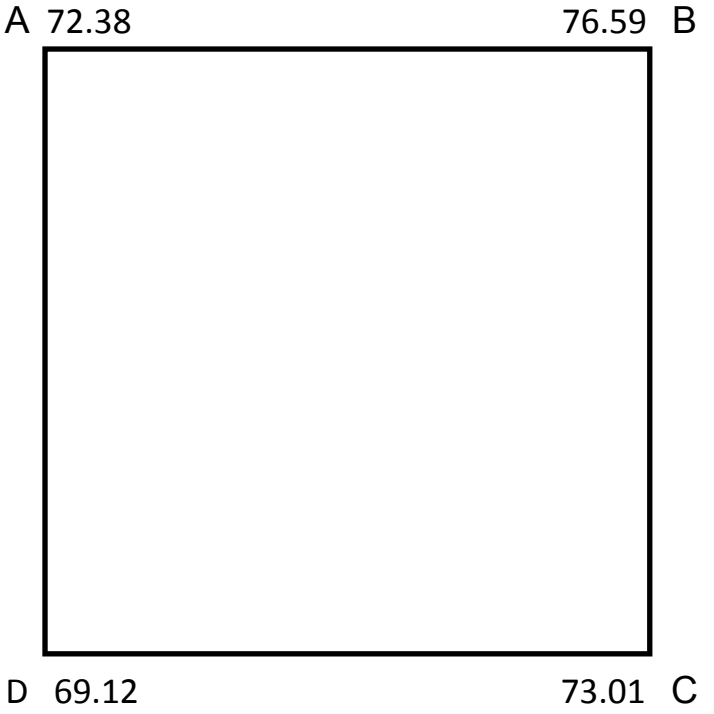
№ точки	Задняя (мм).	Передняя (мм).	Промежуточная. (мм).	Превышения		Горизонт прибора. ГП (м).	Абсолютные отметки. (м).
				h_1 h_2	$h_{ср}$. (мм).		
1	0200 4983			- 0200	- 0200	ГП1=102.636 ГП2= 102.636 ГПср =102.636	102.436
2		0400 5183		- 0200			102.236
3			0750				

Ответ: $H_2 = 102.236$ м.; $H_3 = 101.886$ м.

Таблица №6

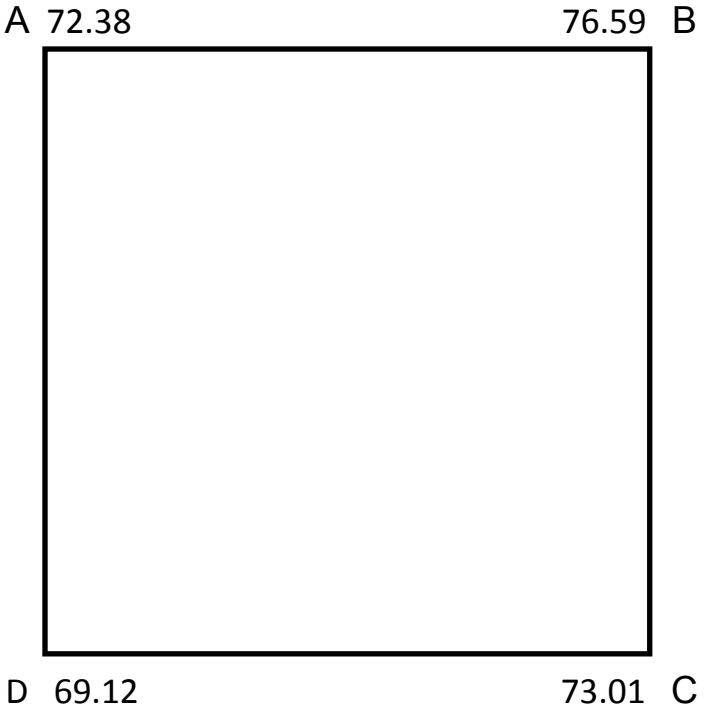
№ точки	Задняя (мм).	Передняя (мм).	Промежуточная. (мм).	Превышения		Горизонт прибора. ГП (м).	Абсолютные отметки. (м).
				h_1 h_2	$h_{ср.}$ (мм).		
1	0200 4983			- 0200	- 0200	ГП1=102.636 ГП2= 102.636 ГПср =102.636	102.436
2		0400 5183		- 0200			102.236
3			0750				101.886

Задача №2. Даны отметки вершин квадратов (см. рисунок). Требуется провести горизонтали через 2.5 метра (использовать аналитический способ построения горизонталей). Длина стороны квадрата 80 метров, масштаб 1:1000.



Находим превышение между точками A и B.

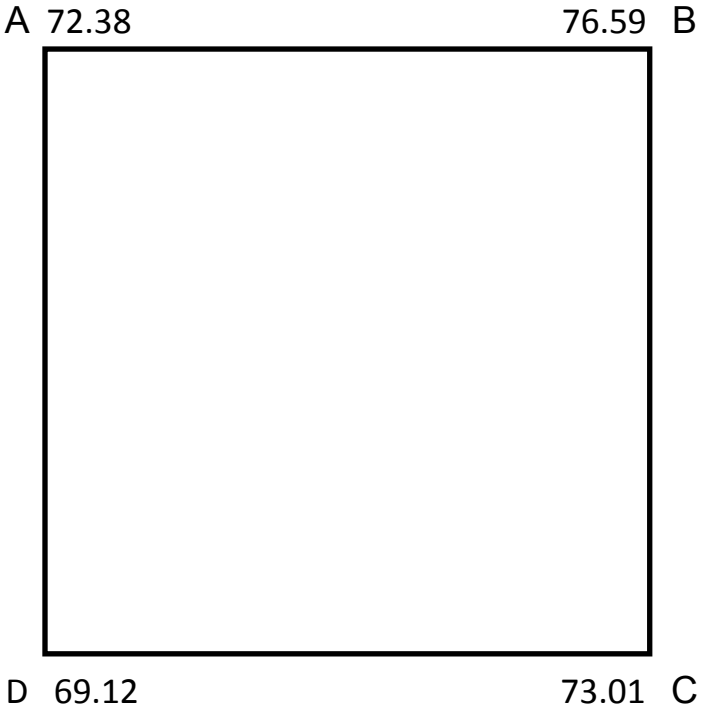
hA-B = HA - HB = 76.59 – 72.38 = 4.21 м. Длина стороны квадрата на рисунке 8 см. = 80 мм.



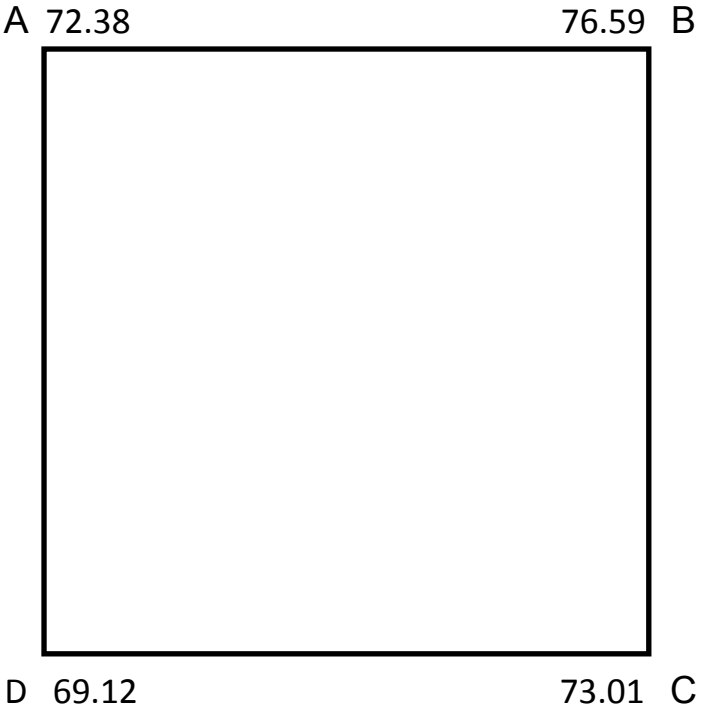
Определяем величину ¡ (превышение на 1 мм. расстояния):

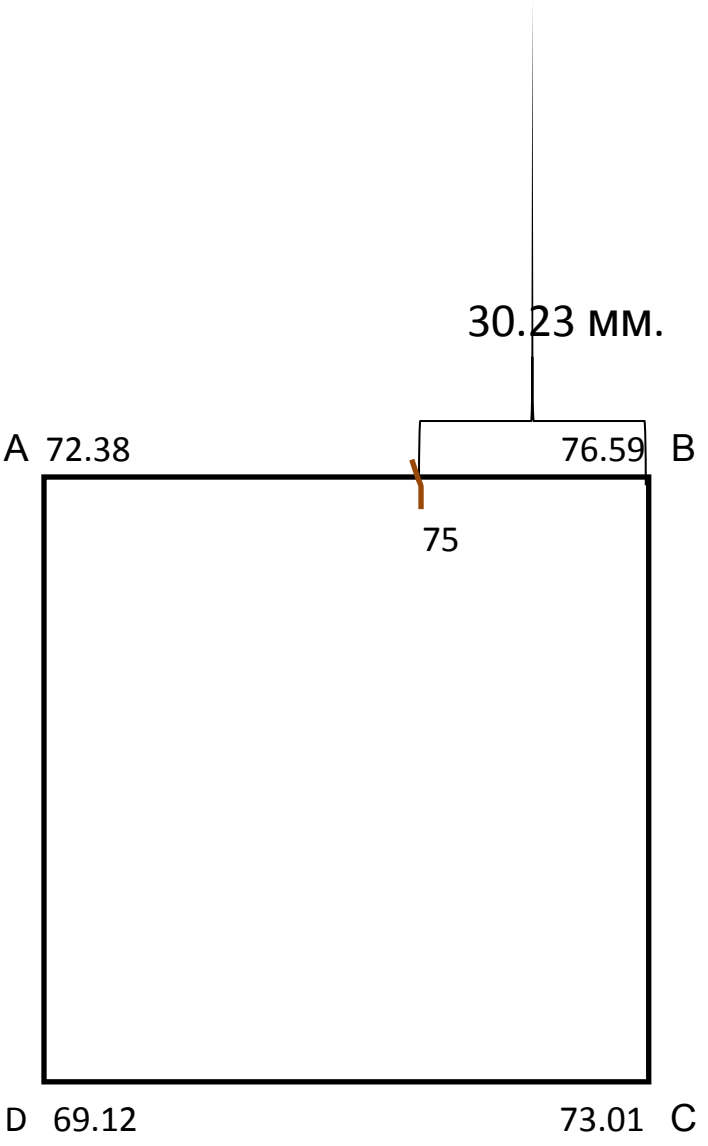
¡ = h/d = 4.21/80 = 0.0526

Ближайшей горизонталью к т.В будет 75, так как (горизонтали отсчитываются от 0, через 2.5 метра)

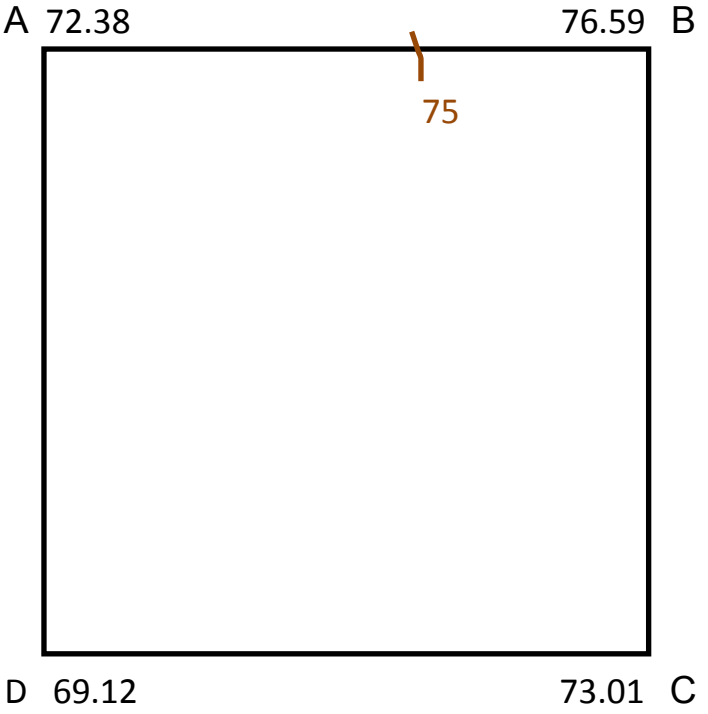


Определяем разницу между отметкой т.В и 75 горизонталью. 76.59 – 75.0 = 1.59 м. Делим это число на ¡, (1.59/0.0526 = 30.23 мм). Откладываем это значение от т. В и получаем положение 75 горизонтали на линии АВ.

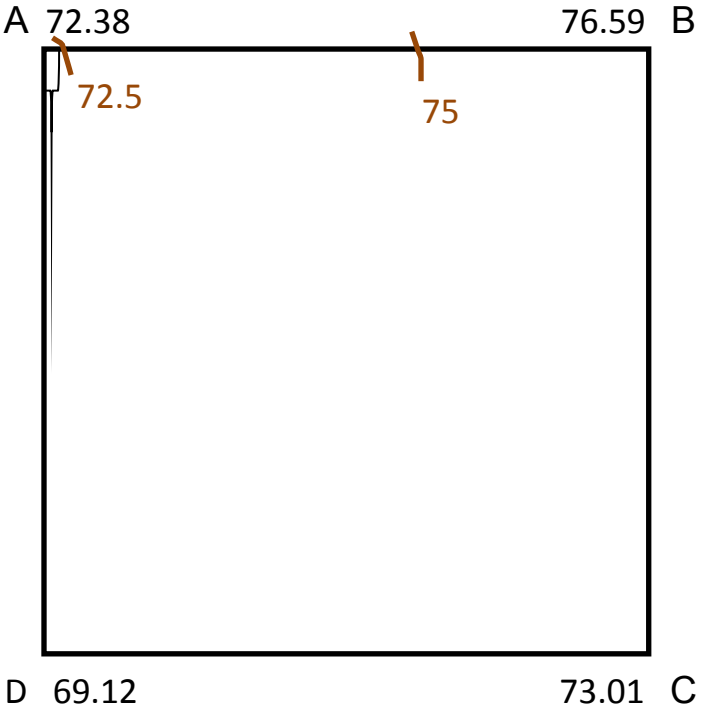



30.23 мм.
A 72.38
76.59 B
75
D 69.12
73.01 C

Ближайшей горизонталью к т.А будет 72.5. Находим разницу между 72.5 и отметкой т. А.
(72.5 – 72.38 = 0.12), делим это число на ¡
(0.12/0.0526 = 2.3 мм), отложив это расстояние от т.А, находим положение горизонтали 72.5 на линии АВ.



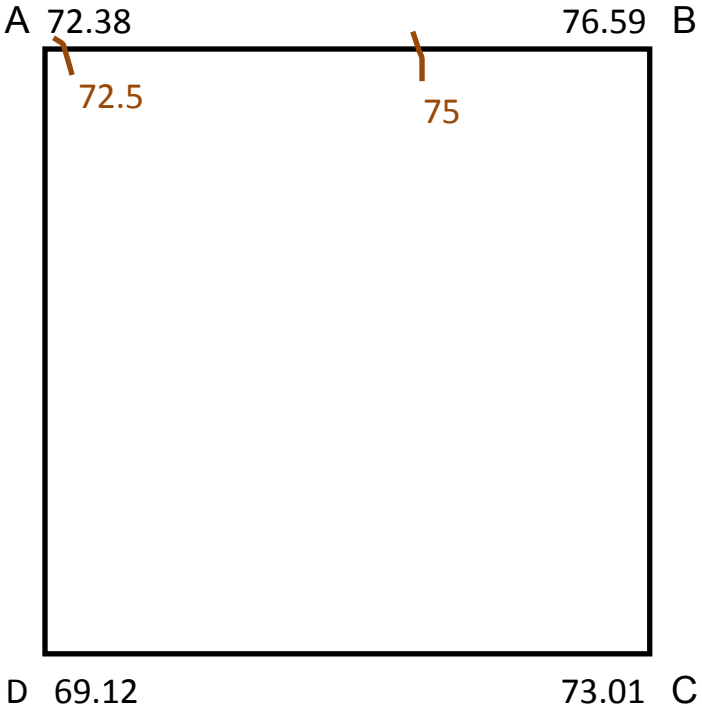
Ближайшей горизонталью к т.А будет 72.5. Находим разницу между 72.5 и отметкой т. А.
(72.5 – 72.38 = 0.12), делим это число на ¡
(0.12/0.0526 = 2.3 мм), отложив это расстояние от т.А, находим положение горизонтали 72.5 на линии АВ.

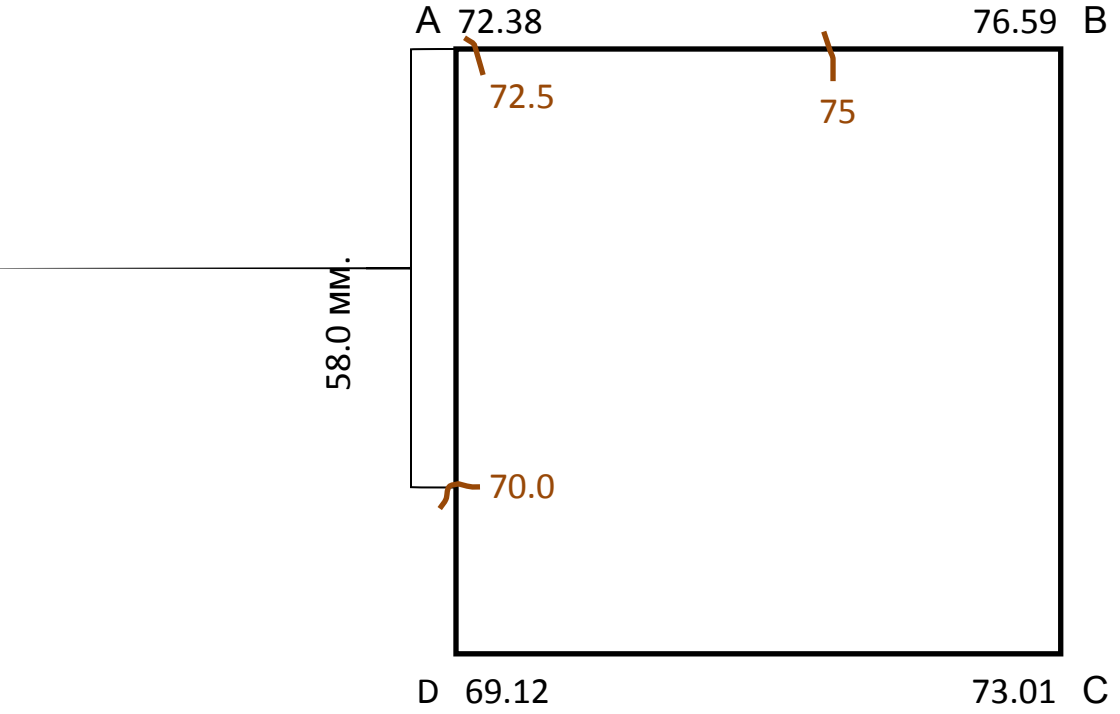


Определяем положение горизонталей на других линиях.

hAD = 72.38 – 69.12 = 3.26/80 = 0.041

72.38 – 70 = 2.38/0.041 = 58 мм.

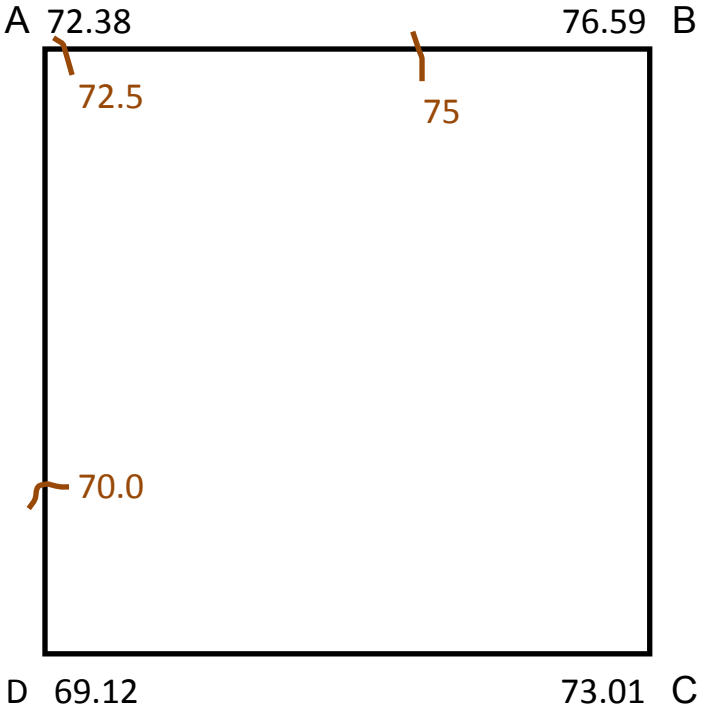


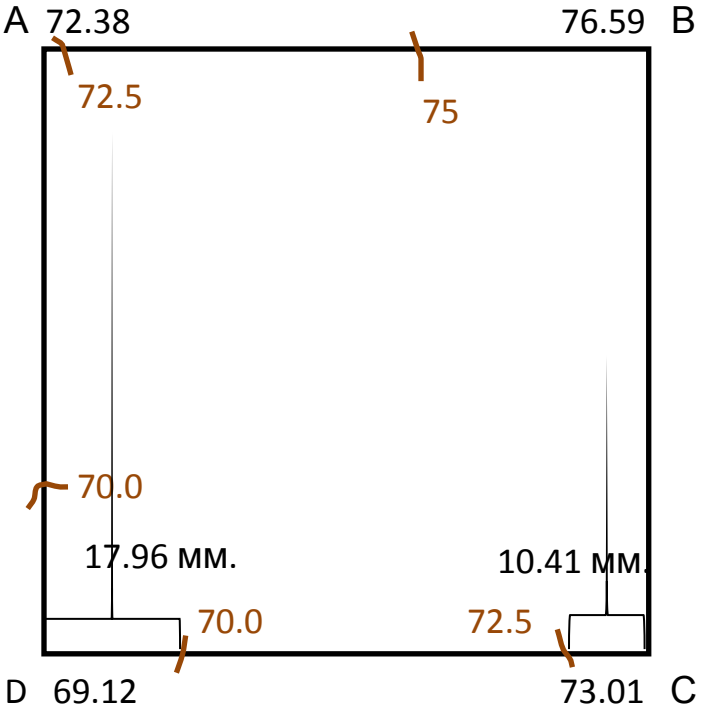

A
72.38
76.59
B
72.5
75
58.0 MM.
70.0
D
69.12
73.01
C

h_{DC} = 73.01 - 69.12 = 3.89/80 = 0.049

70 – 69.12 = 0.88/0.049 = 17.96 мм.

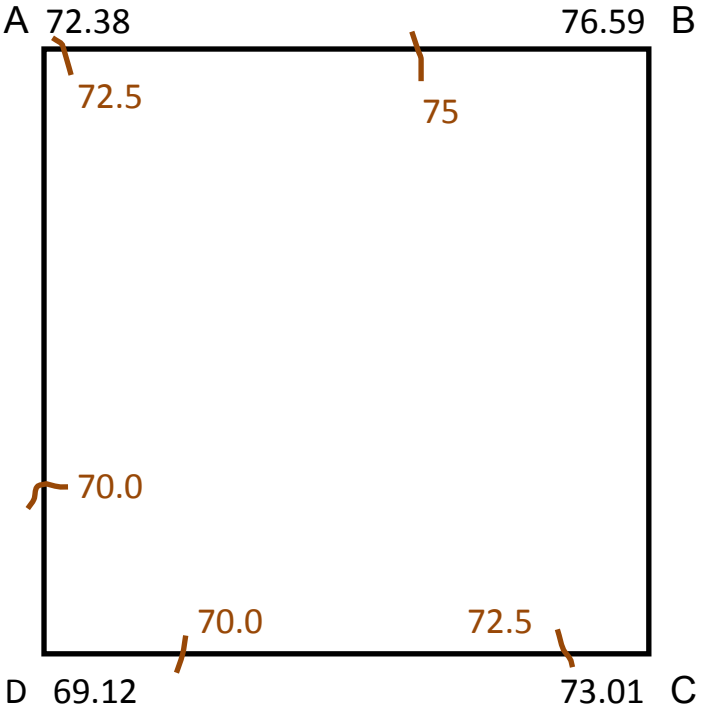
73.01 – 72.5 = 0.51/0.049 = 10.41 мм.

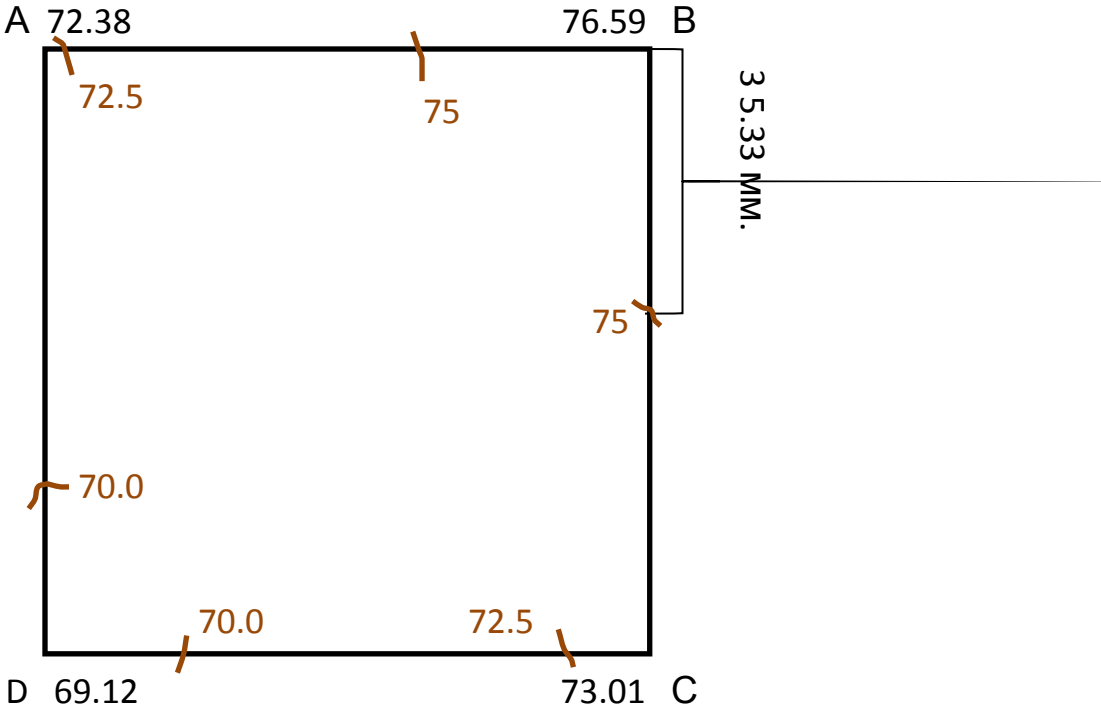



A 72.38
76.59 B
72.5
75
70.0
17.96 мм.
10.41 мм.
70.0
72.5
D 69.12
73.01 C

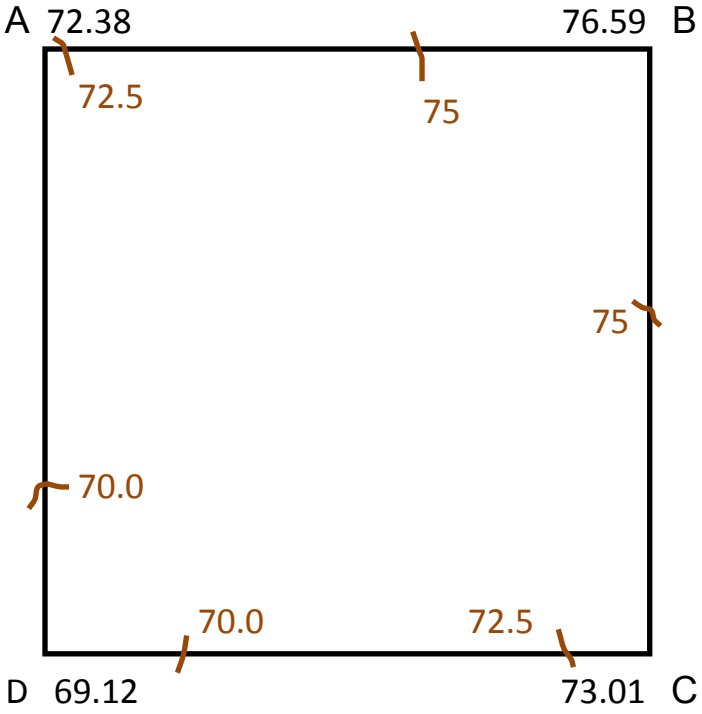
$h_{CB} = 76.59 - 73.01 = 3.58/80 = 0.045$

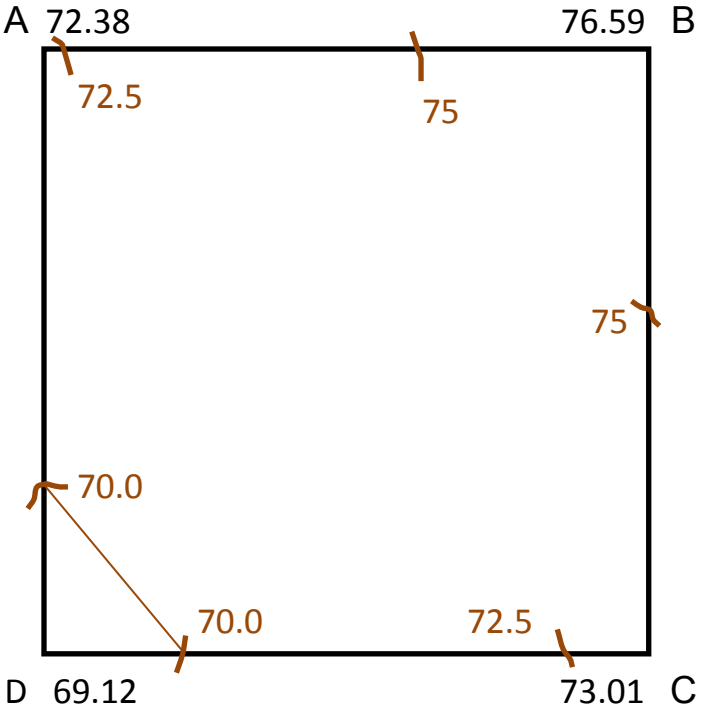
$76.59 - 75.0 = 1.59/0.045 = 35.33$ мм.

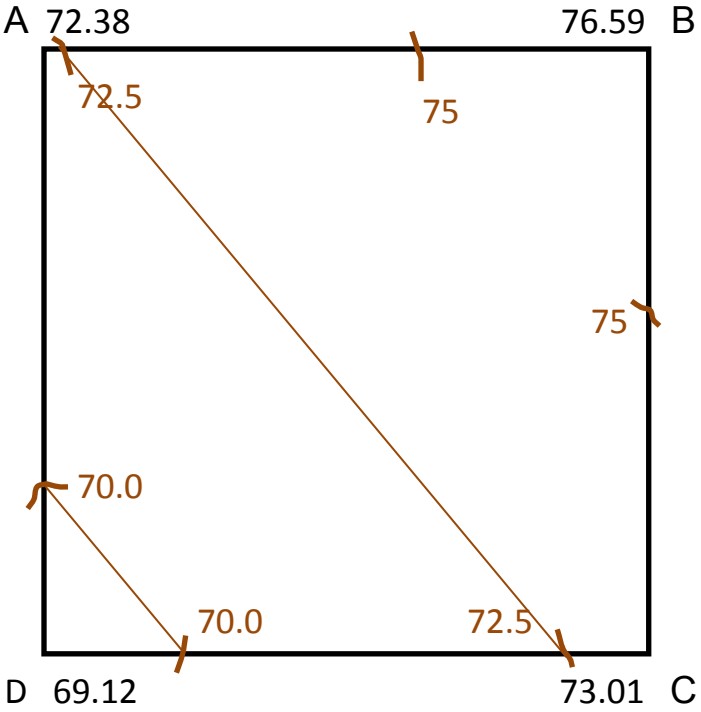


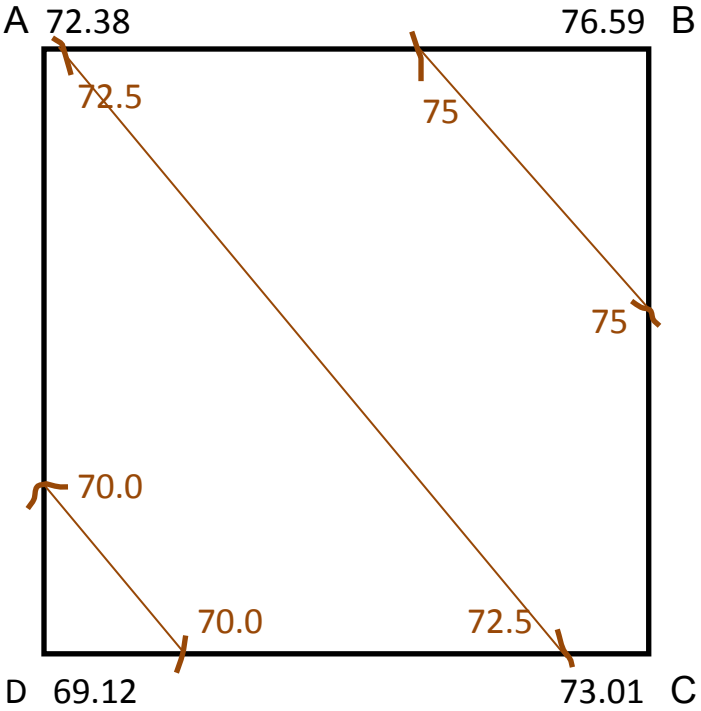

A 72.38
76.59 B
72.5
75
3 5.33 MM.
75
70.0
70.0
72.5
D 69.12
73.01 C

Соединяя точки с одинаковыми отметками проводим горизонтали.

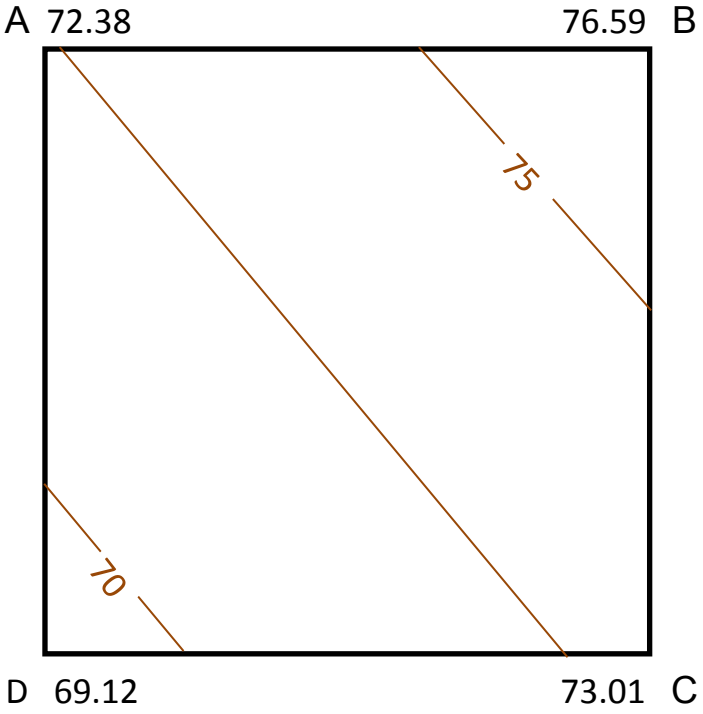



A
72.38
76.59
B
72.5
75
75
70.0
70.0
72.5
D
69.12
73.01
C

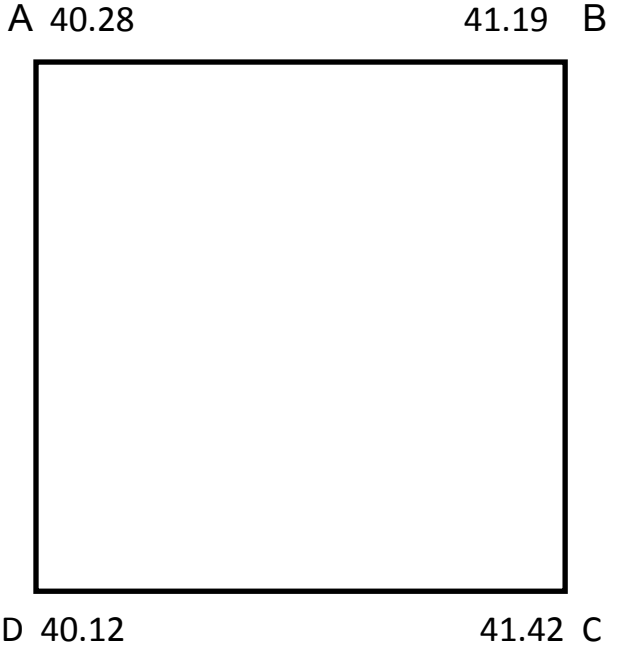

A 72.38
76.59 B
72.5
75
75
70.0
70.0
72.5
D 69.12
73.01 C


A 72.38
76.59 B
72.5
75
75
70.0
70.0
72.5
D 69.12
73.01 C

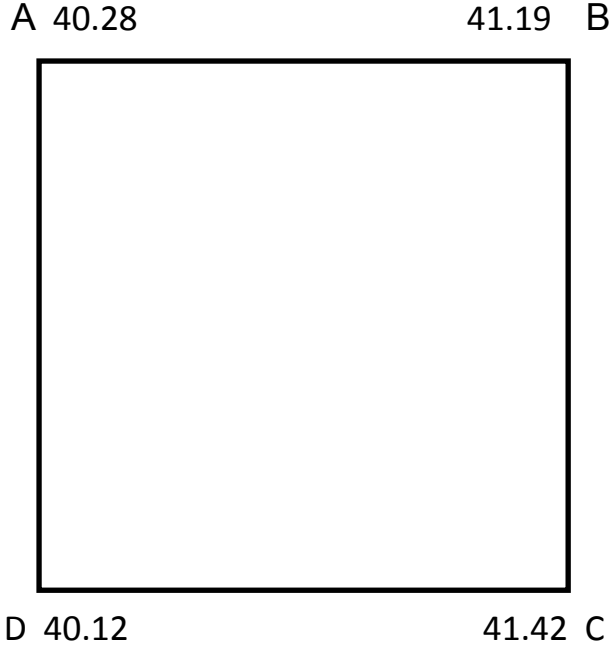
Подписываем целые горизонтали (цифры направлены в сторону увеличения горизонталей).

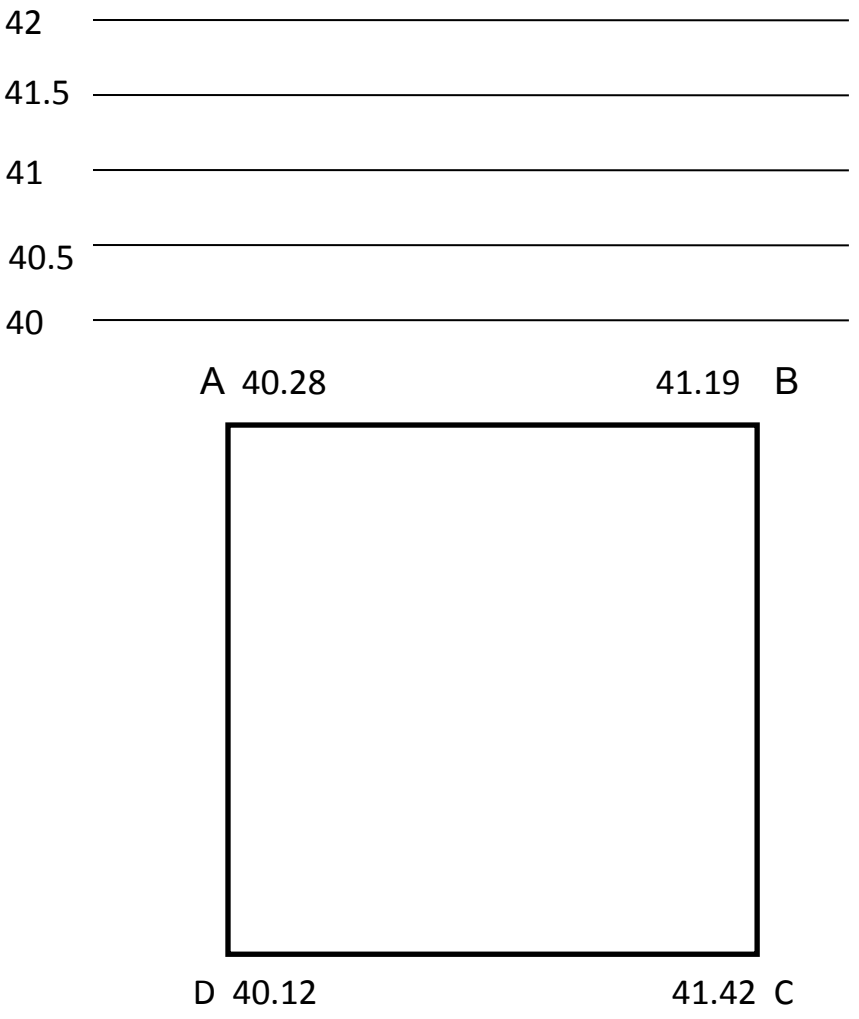


Задача №3. Даны отметки вершин квадрата ABCD. Требуется провести горизонтали через 0.5 метра. Использовать графический способ построения горизонталей.

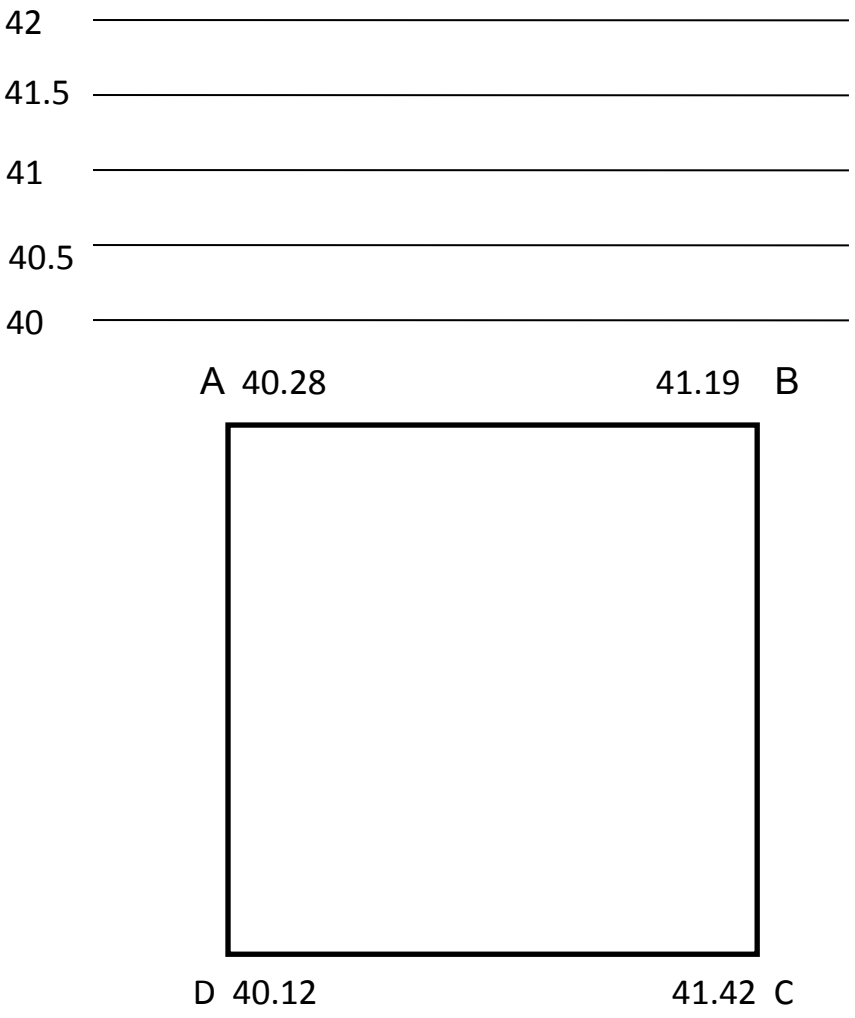


Выше линии АВ строим палетку, т.е. проводим ряд параллельных линий через 1см. Производим оцифровку палетки, начиная ее с целого числа меньше самой маленькой отметки, таким числом является 40.

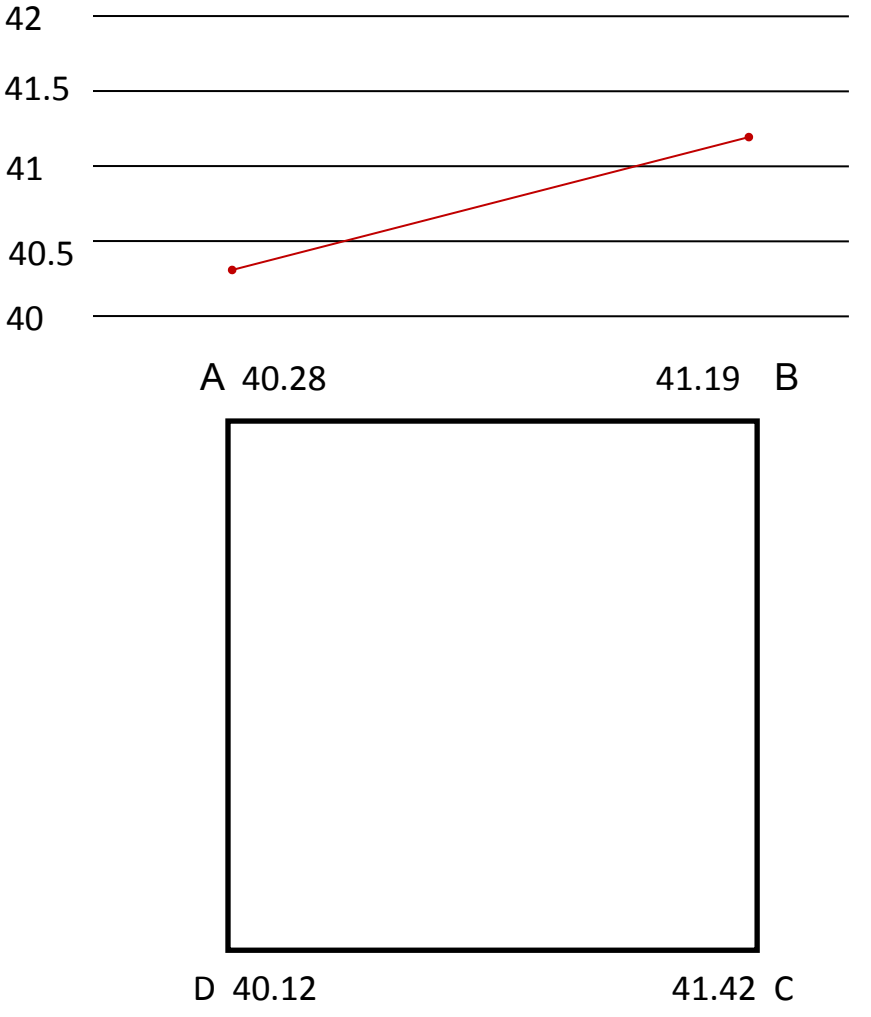



42
41.5
41
40.5
40
A 40.28
41.19 B
D 40.12
41.42 C

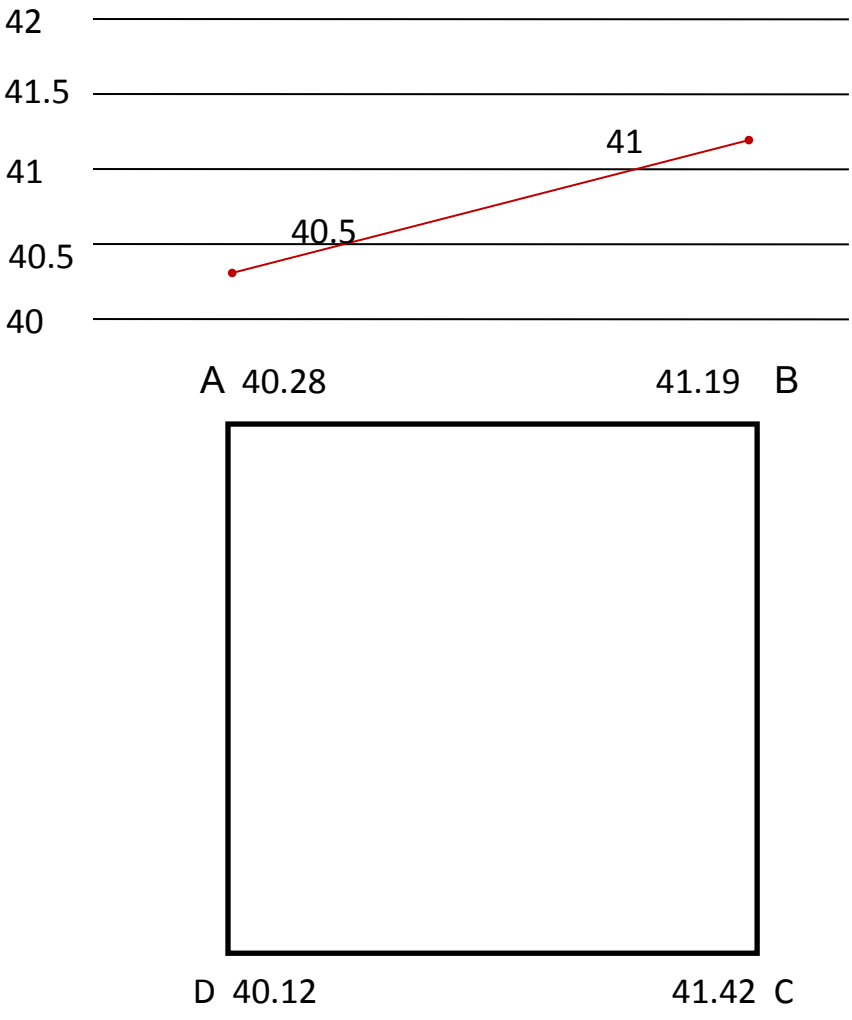
Выносим отметки точек А и В на палетку, исходя из того, что 1см = 0.5 м., 1 мм. = 0.05м.

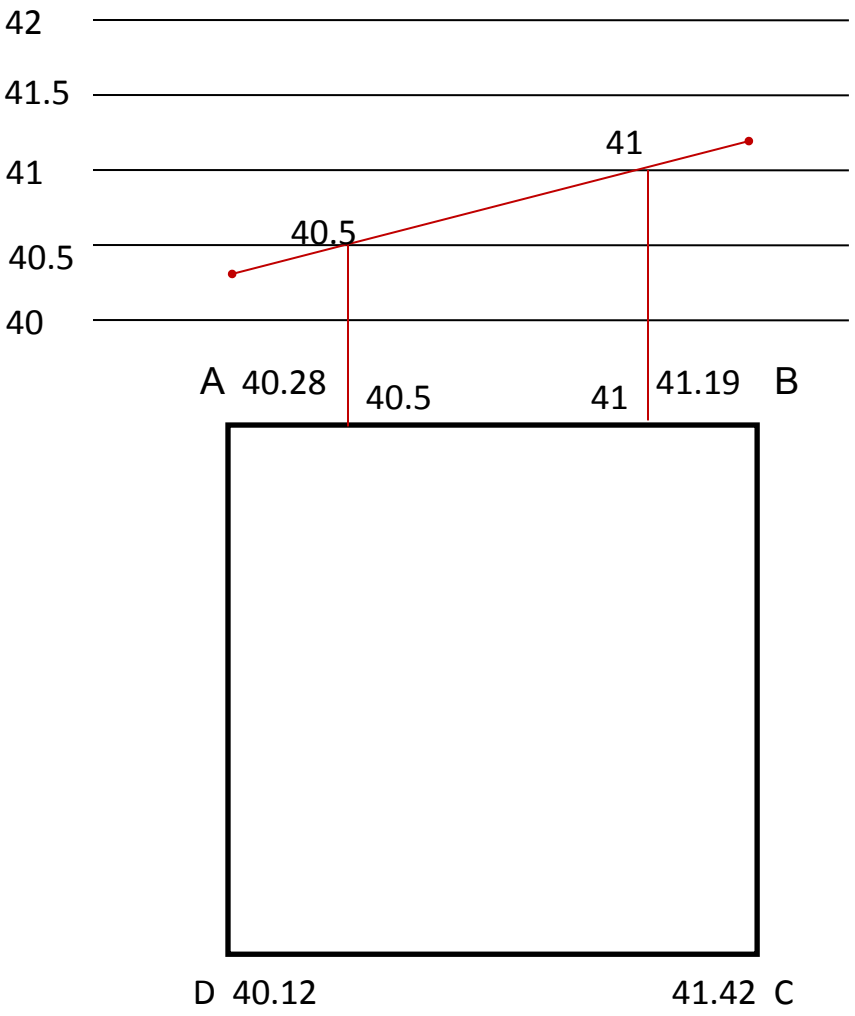


Пересечение полученной линии с линиями палетки дает положение горизонталей. Цифровое значение горизонтали соответствует цифровому значению линии палетки.

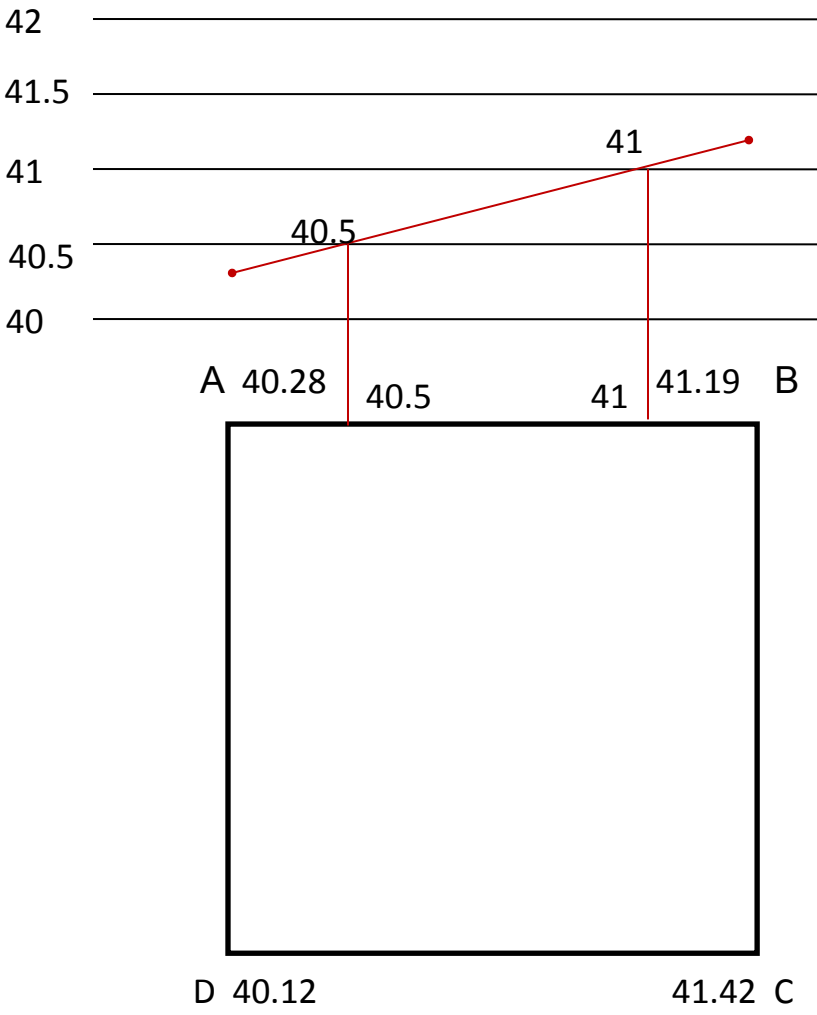


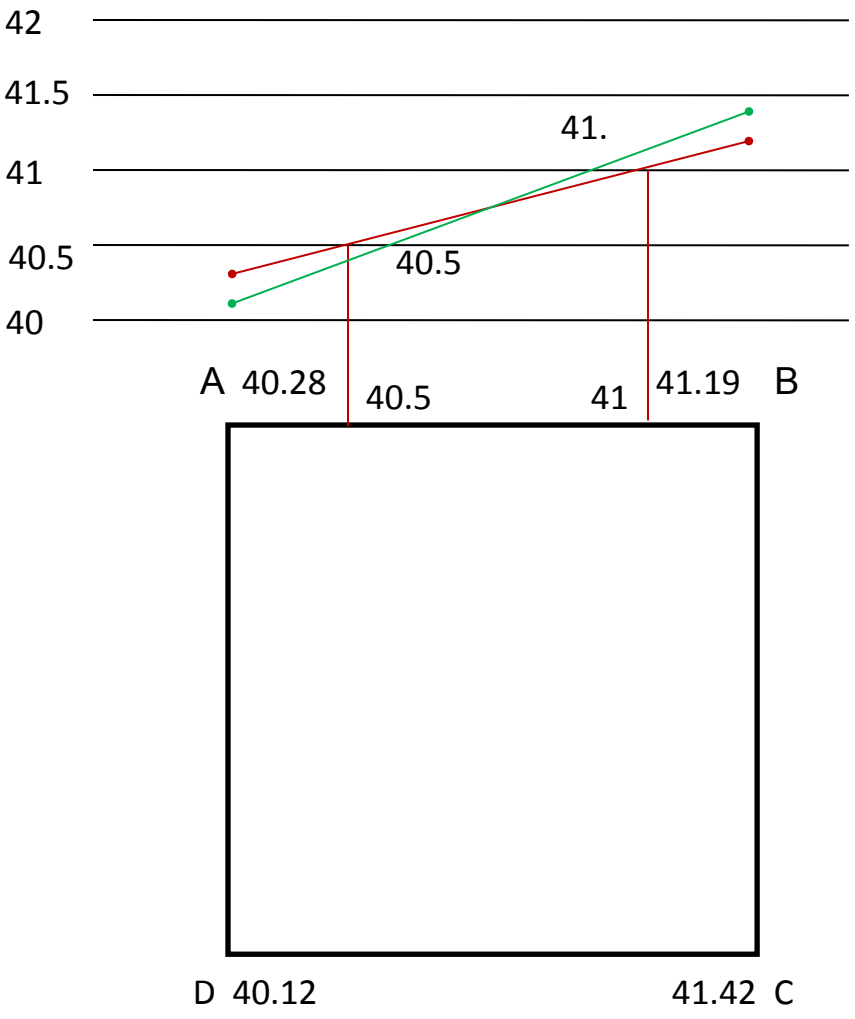
Проекции этих точек на линию AB , дает нам положение горизонталей на ней.



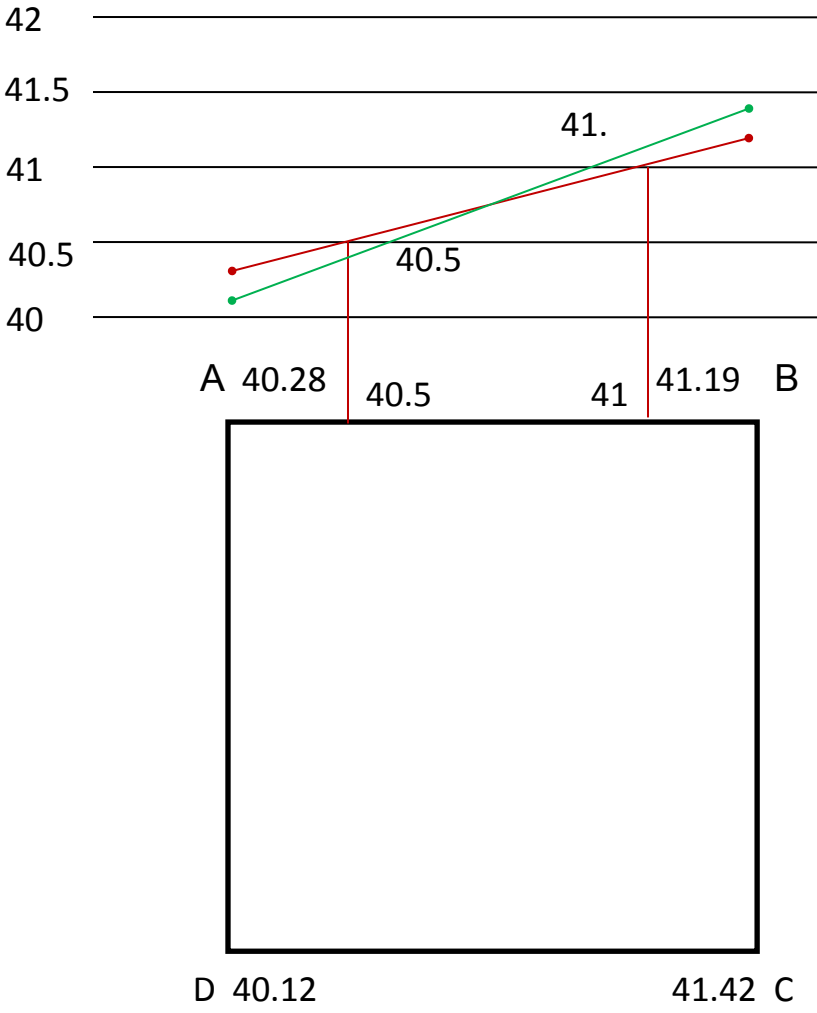

42
41.5
41
40.5
40
41
40.5
A 40.28
40.5
41
41.19 B
D 40.12
41.42 C

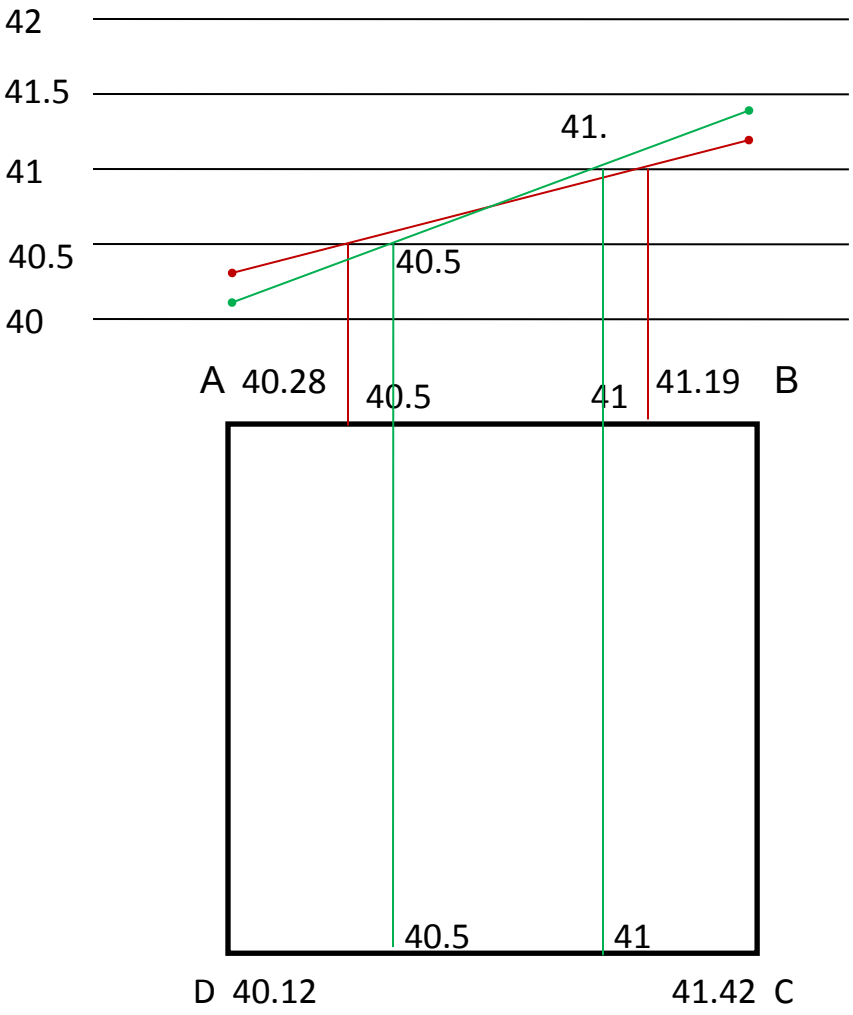
Выносим на палетку отметки точек C и D, линии CD.



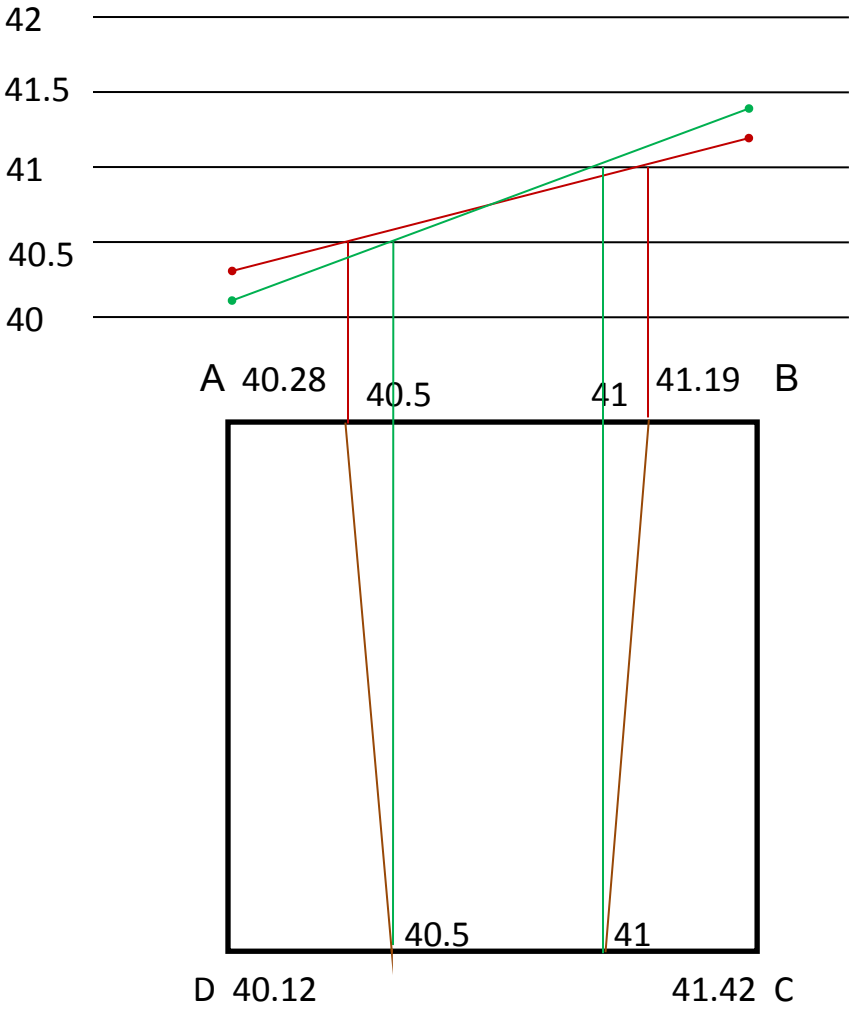

42
41.5
41
40.5
40
41.
40.5
A 40.28
40.5
41
41.19 B
D 40.12
41.42 C

Опустив перпендикуляры на линию CD, получаем положение горизонталей на этой линии.

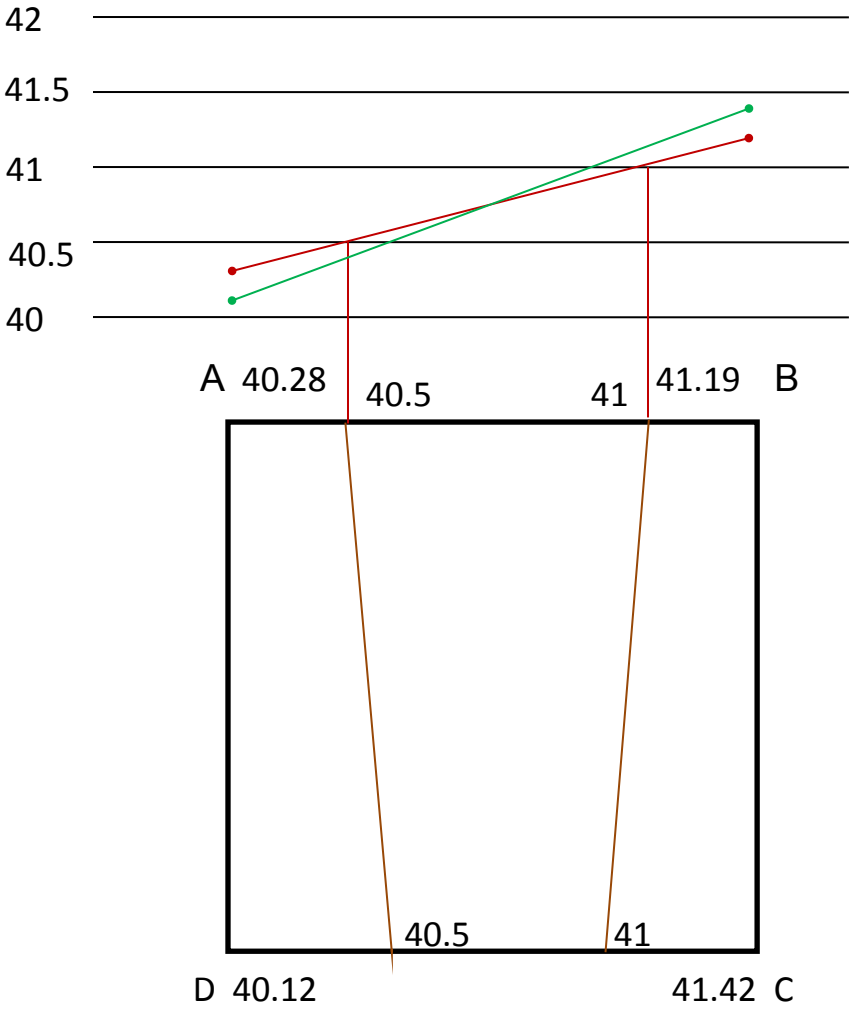



42
41.5
41
40.5
40
41.
40.5
A 40.28
40.5
41
41.19
B
40.5
41
D 40.12
41.42 C

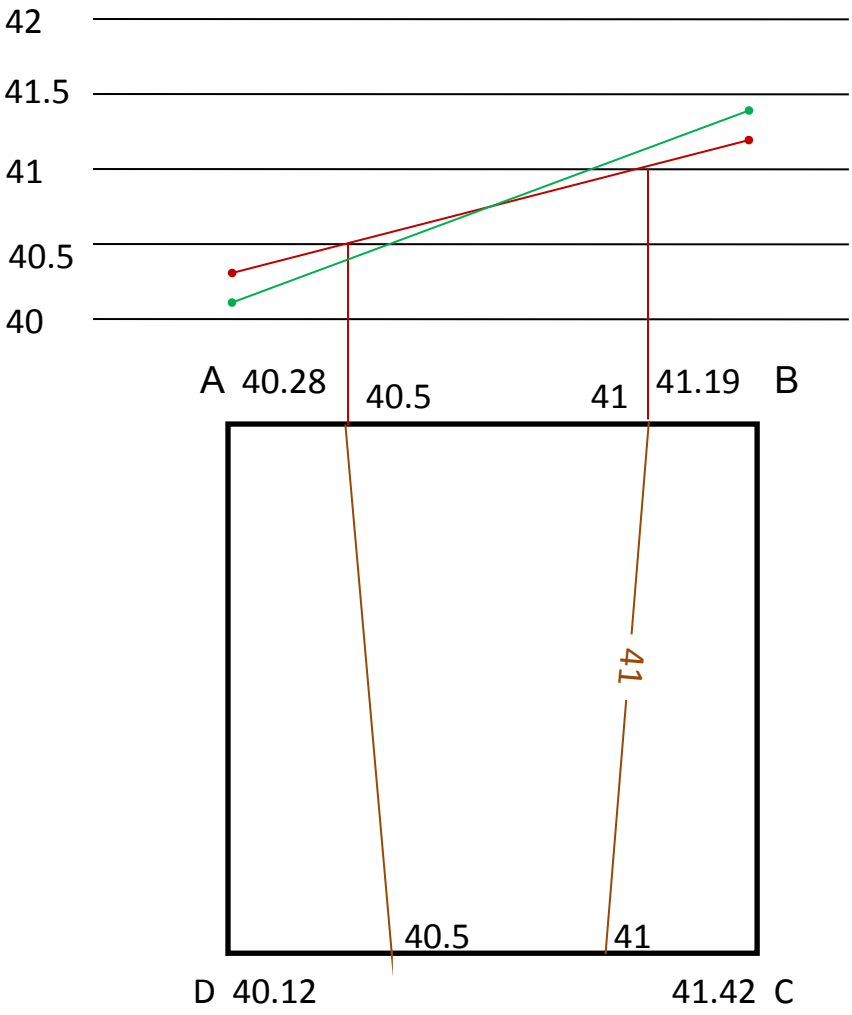
Проводим горизонтали соединяя точки с одинаковыми отметками.



Подписываем целые горизонтали, надпись направлена в сторону увеличения.



Подписываем целые горизонтали, надпись направлена в сторону увеличения.

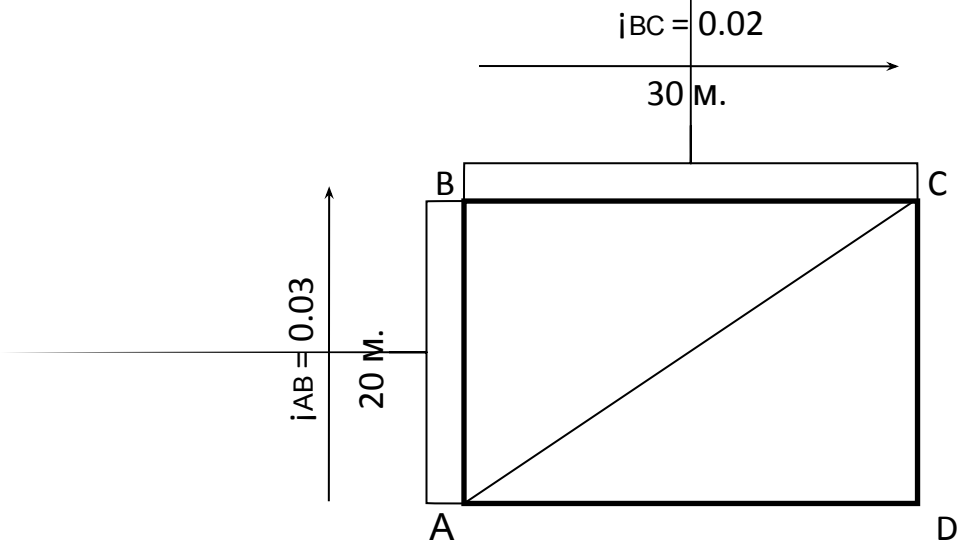


Задача №4. Невязка замкнутого девятиугольного нивелирного хода равна 27 мм. Правильно ли проведены измерения?

Решение: Определяем допустимую невязку полигона
$f_{h\text{доп.}} = \pm 10$ мм. $\sqrt{9} = 30$ мм.
Сравниваем допустимую невязку с полученной
27 мм. < 30мм. И делаем вывод, что измерения проведены правильно.

Ответ: Измерения выполнены правильно.

Задача №5. В прямоугольнике ABCD сторона AB = 20 м., BC =30м., уклон по линии ¡AB = 0.03, ¡BC = 0.02, определить уклон по линии AC, а также отметки точек B и C, если отметка т.A (H_A = 10.00 м).

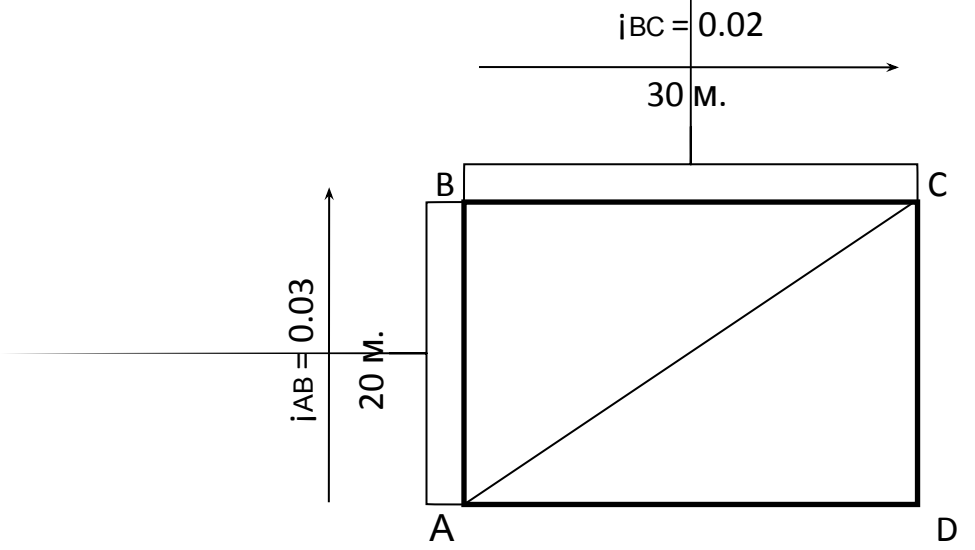


Определяем превышение между точками А и В.

$h_{AB} = i_{AB} \cdot d_{AB} = 20 \cdot 0.03 = 0.6$ м.

Определяем отметку т.В

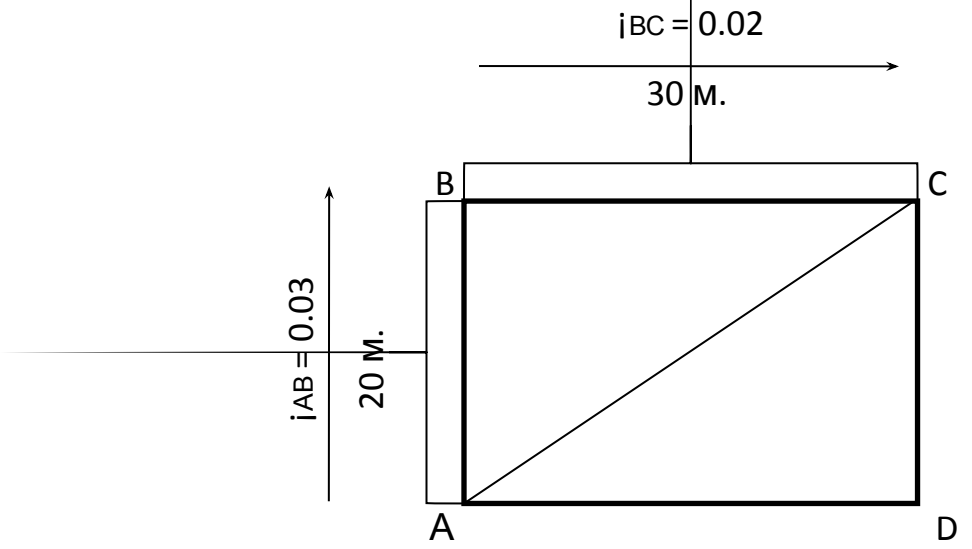
($H_B = H_A + h_{AB} = 10.00 + 0.6 = 10.60$ м).



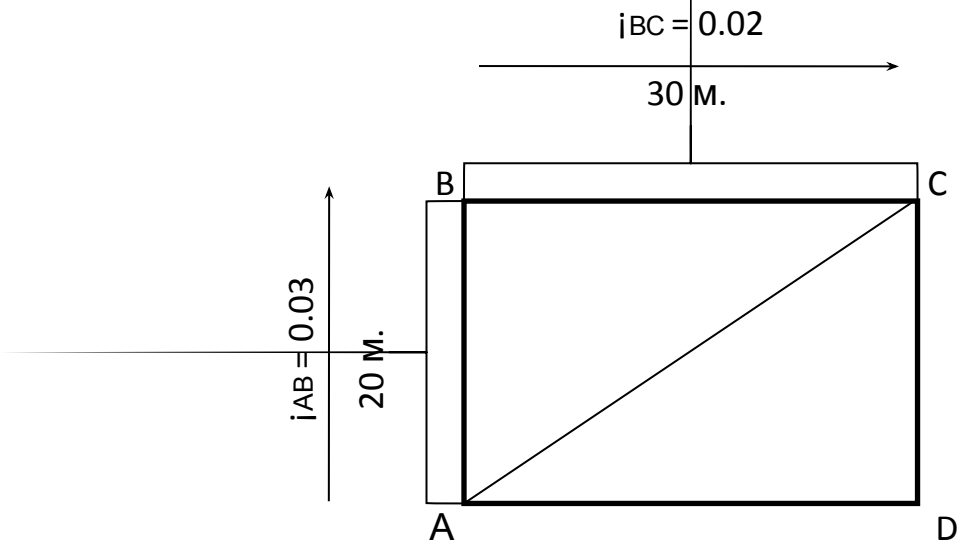
Определяем превышение между точками В и С.

$h_{BC} = 30 \cdot 0.02 = 0.06$ м., определяем отметку т.С

$H_C = 10.60 + 0.6 = 11.20$ м.

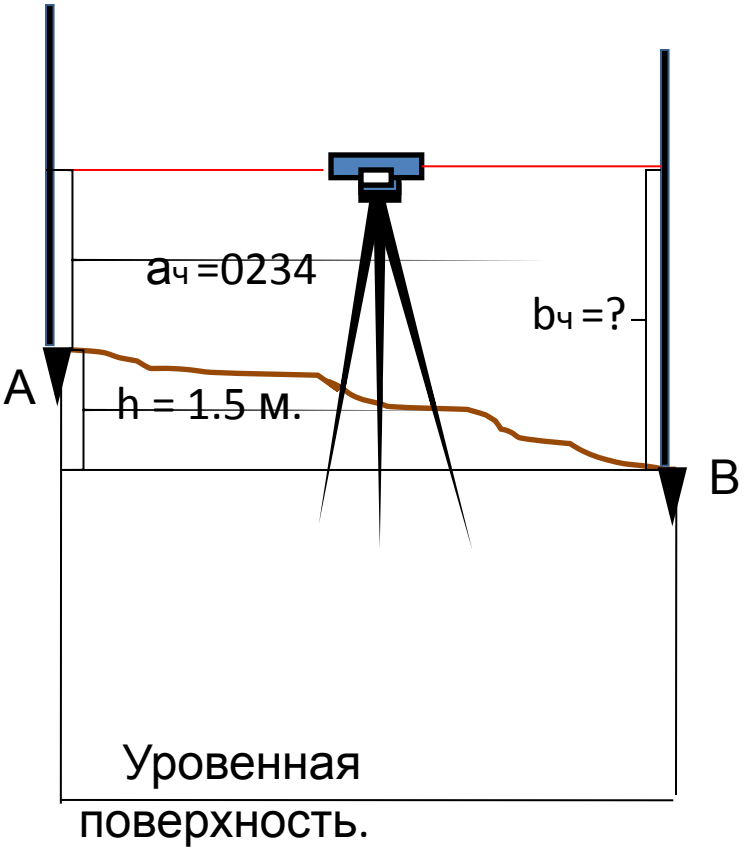


Определяем превышение между точками А и С
$h_{AC} = H_C - H_A = 11.2 – 10.0 = 1.20$ м. По теореме Пифагора определяем расстояние АС = 36 м. Определяем уклон по линии АС:
$¡_{AC} = h_{AC}/d_{AC} = 1.2/36 = 0.033$



Ответ: $¡_{AC} = 0.033$, $H_B = 10.60$ м., $H_C = 11.20$ м.

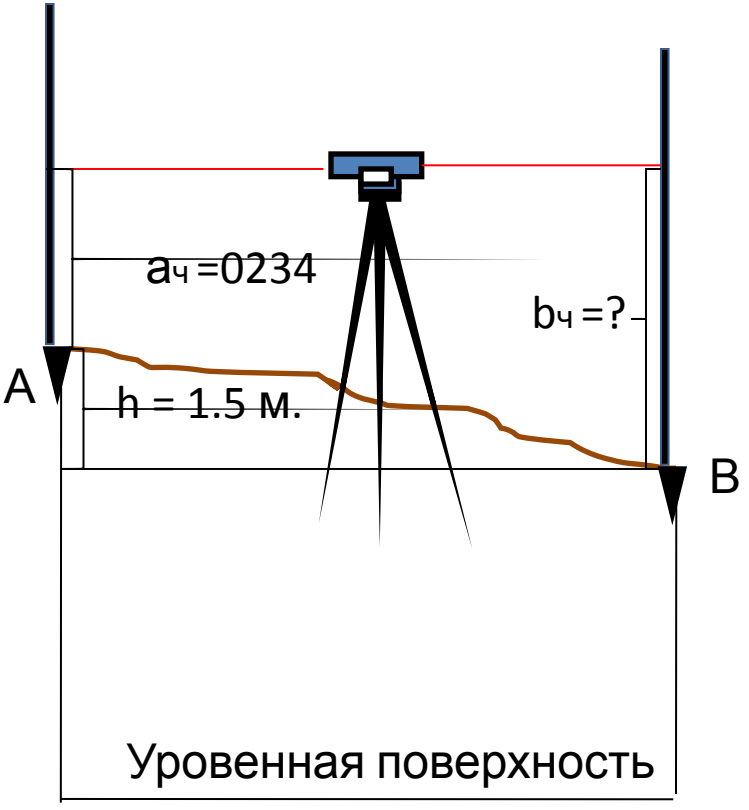
Задача №6. Точка А на 1.5 метра выше т.В. Отсчет на т.А $a_ч$ = 0234, определить отсчет на т. В. Привести рисунок.



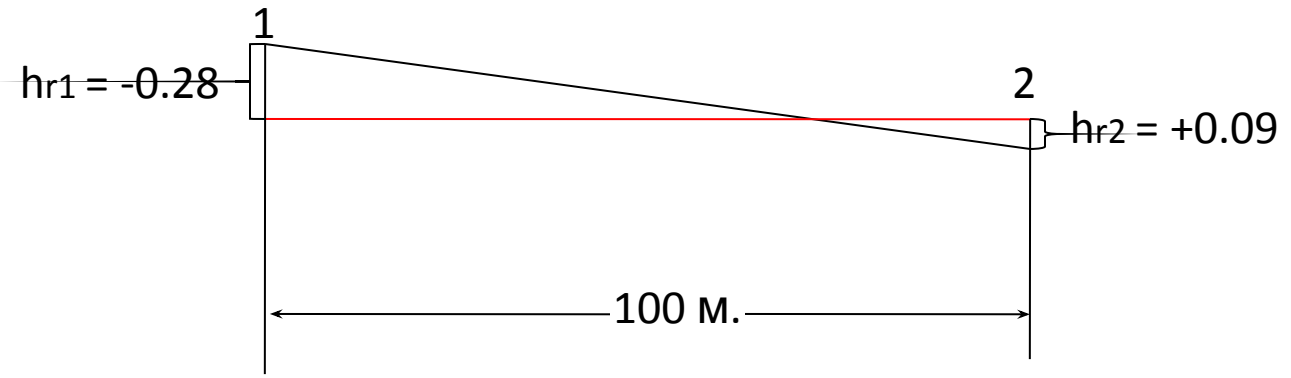
h = a – b, отсюда

b = a - h = 0.234 – (-1.5) = 1.724 м =1724 мм.

Ответ : b = 1724

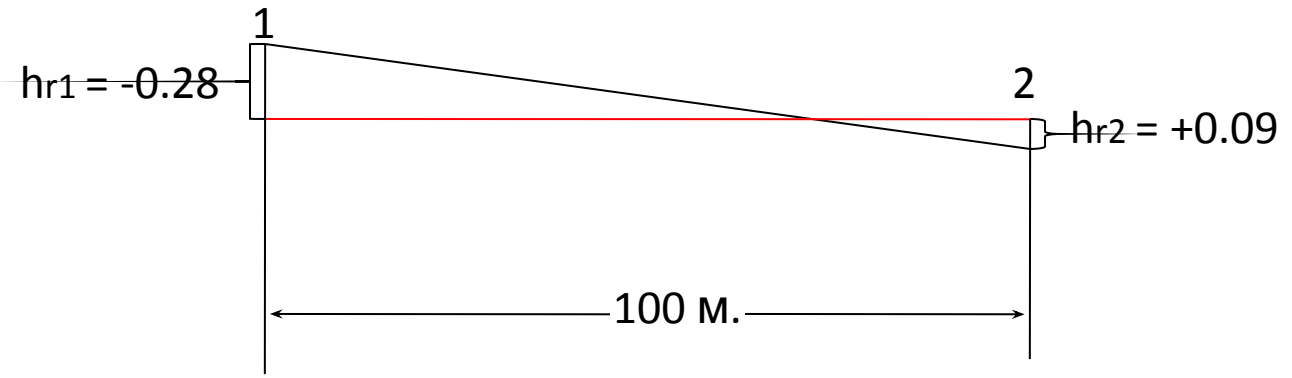


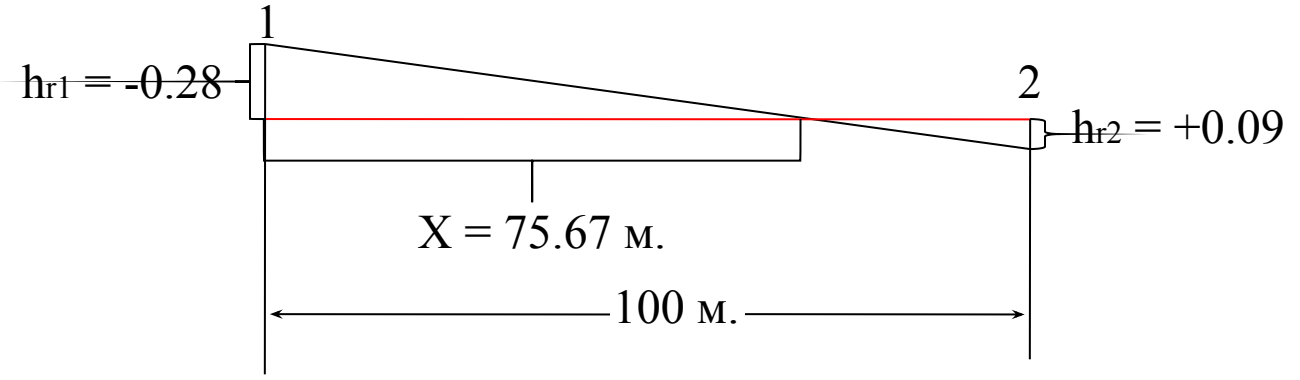
Задача №7. Определить положение линии нулевых работ между точками 1 и 2. Данные взять с рисунка.



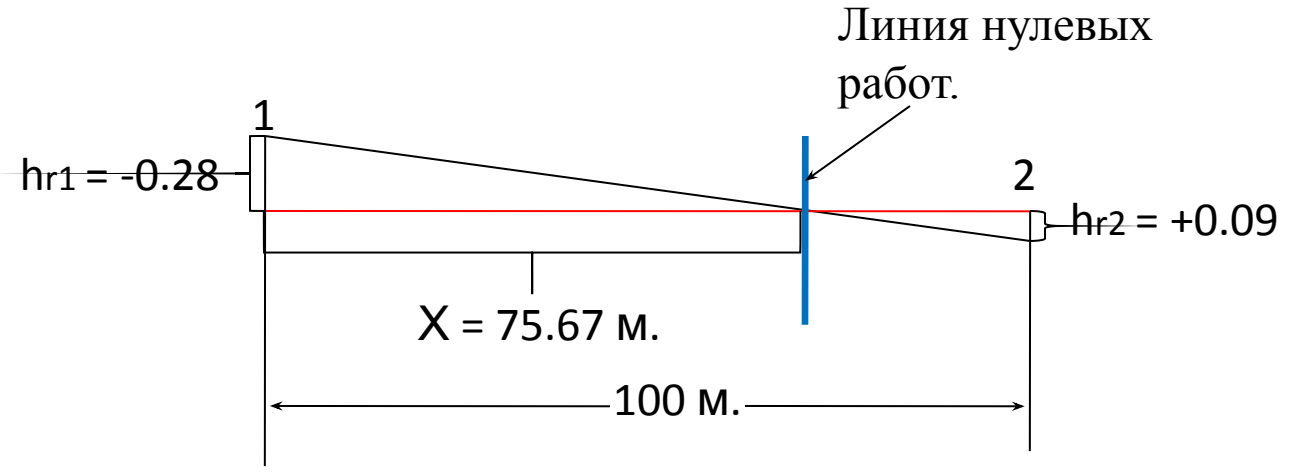
Определяем расстояние X от т.1.

$$X = \frac{|h_{r1}|}{|h_{r1}| + |h_{r2}|} = \frac{|-0.28|}{|-0.28| + |0.09|} = 75.67 \text{ м.}$$

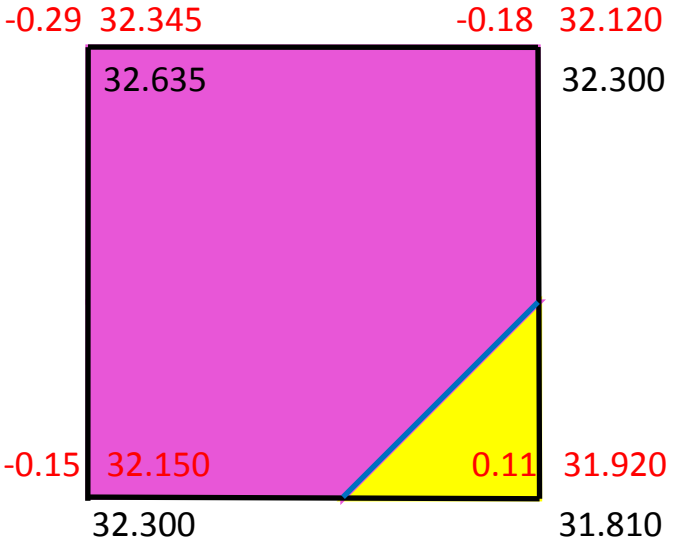



1
2
hr1 = -0.28
hr2 = +0.09
X = 75.67 м.
100 м.

Ответ: X = 75.67 м.

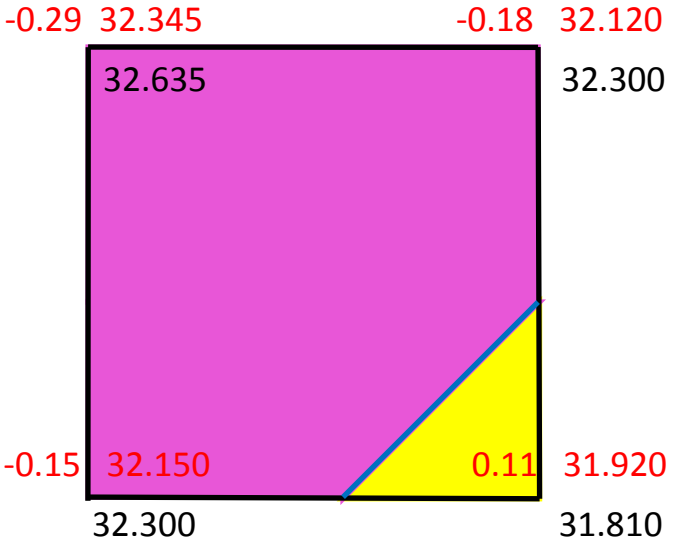


Задача №8. Определить средние рабочие отметки, пятиугольника и треугольника.



Решение: Средняя рабочая отметка пятиугольника равна.

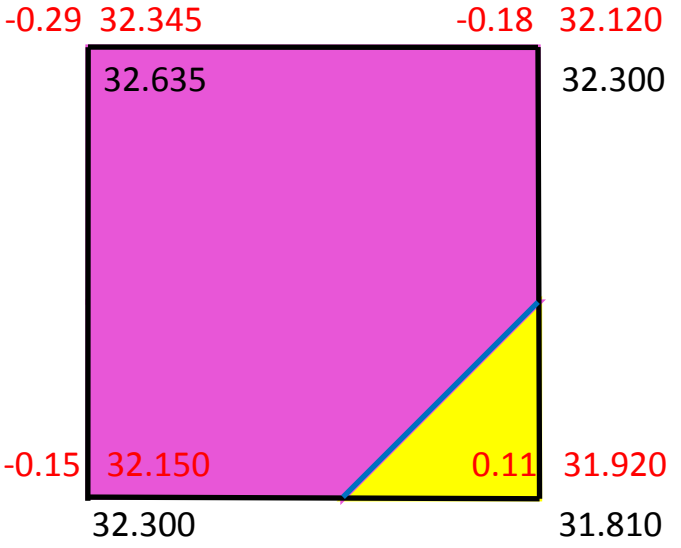
$h_{rcp\pentagon} = (0+|-0.15| + |-0.29|+|-0.18|+ 0)/5= 0.12$



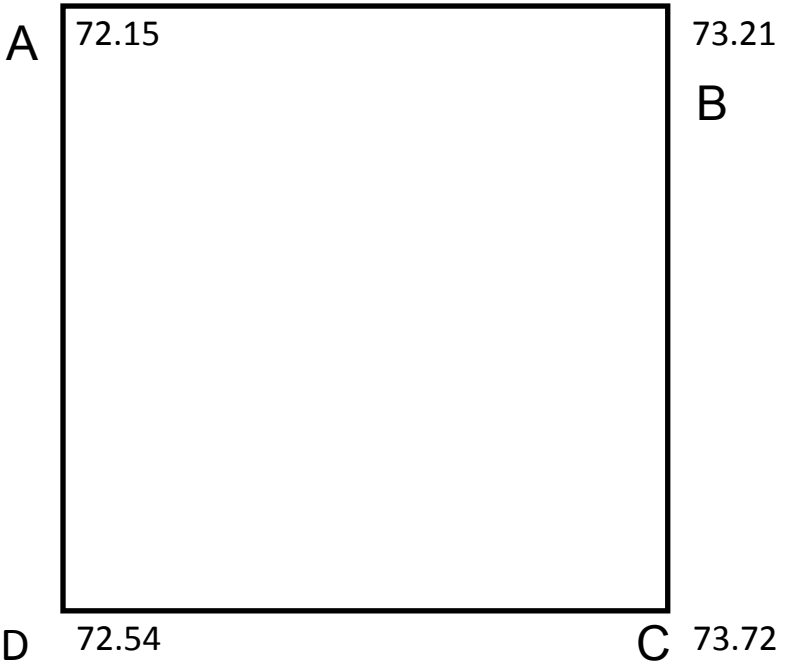
Средняя рабочая отметка треугольника равна:

$h_{ср\Delta} = (0 + 0.11 + 0)/3 = 0.036$

Ответ: $h_{ср\,\pentagon} = 0.12$; $h_{ср\Delta} = 0.036$



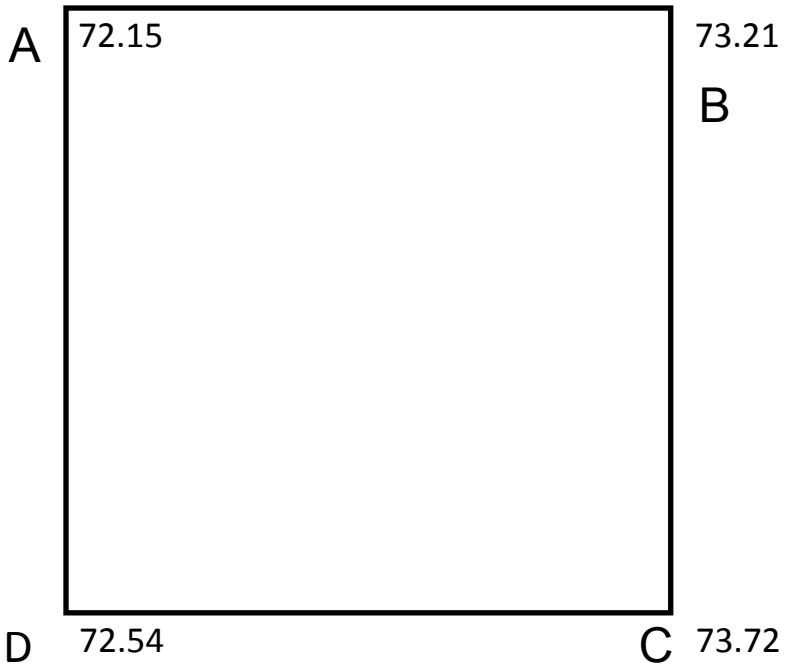
Задача №9. По результатам нивелирования площадки получены абсолютные отметки вершин квадратов (см. рисунок). Требуется определить объемы насыпей и выемок и подвести баланс земляных работ, при проектирование горизонтальной оформляющей плоскости. Длина стороны квадрата 20 м. в масштабе 1:250.



Определяем центр тяжести площадки:

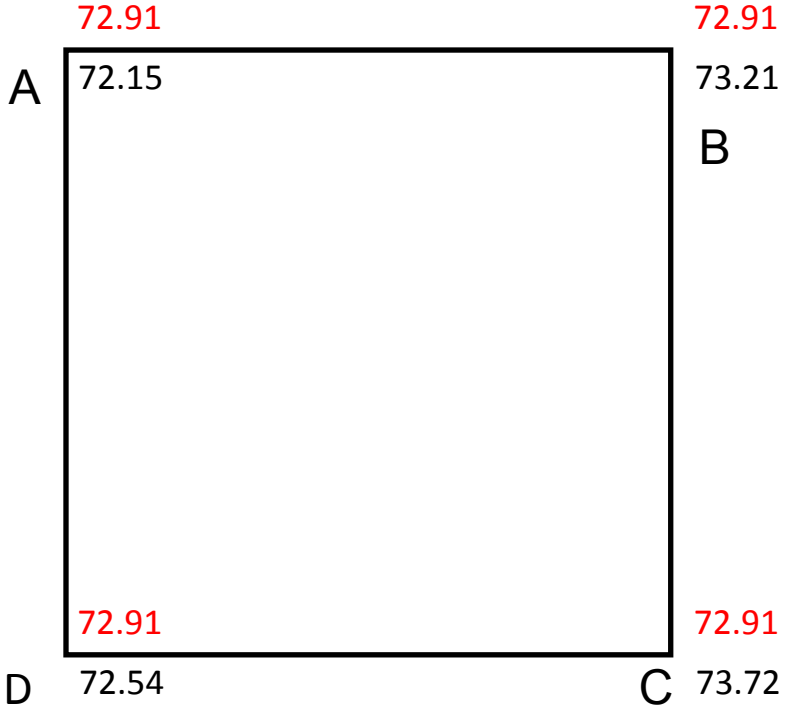
$H_0 = (H_A + H_B + H_C + H_D)/4 = 72.905 = 72.91$

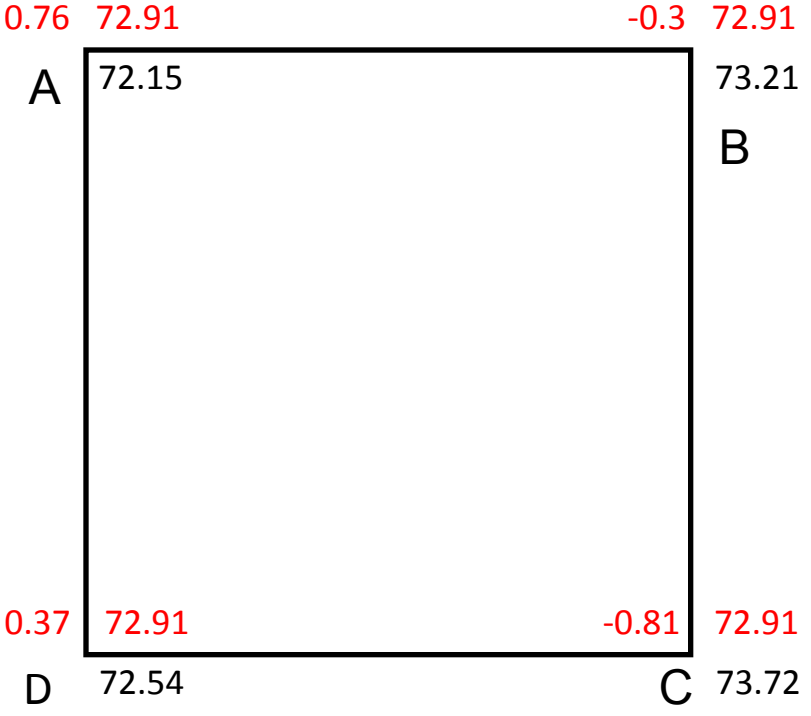
Эта отметка является проектной для всех вершин квадратов, подписываем эту отметку над абсолютными.



Вычисляем рабочие отметки по формуле:

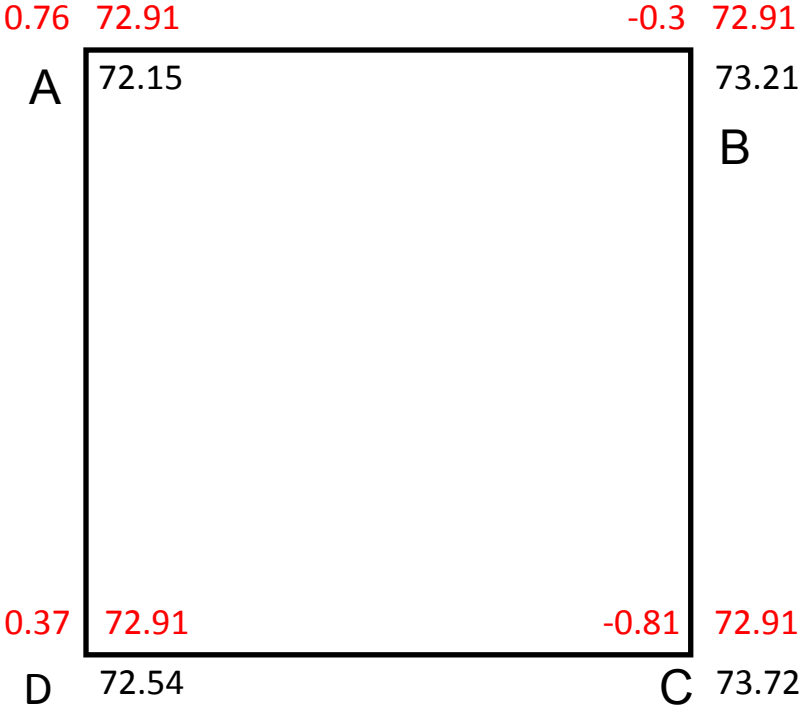
$h_r = H_{пр.} - H_{абс.}$ Вписываем значения рабочих отметок у каждой вершины квадрата , слева от проектной отметки.



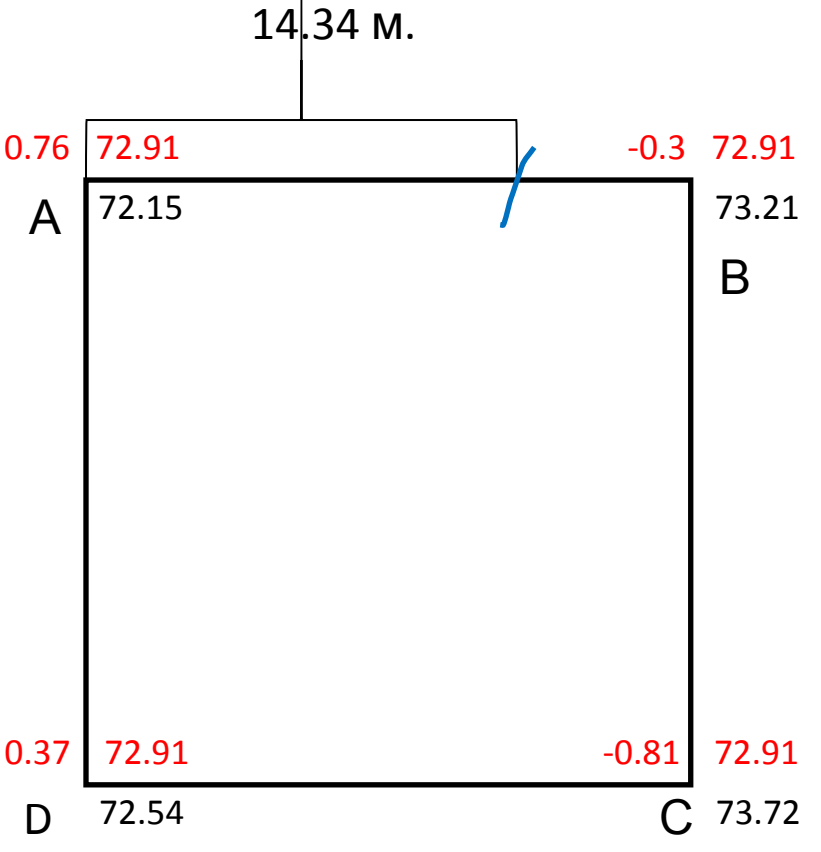

0.76
72.91
-0.3
72.91
A
72.15
73.21
B
0.37
72.91
-0.81
72.91
D
72.54
C
73.72

Определяем положение линии нулевых работ:

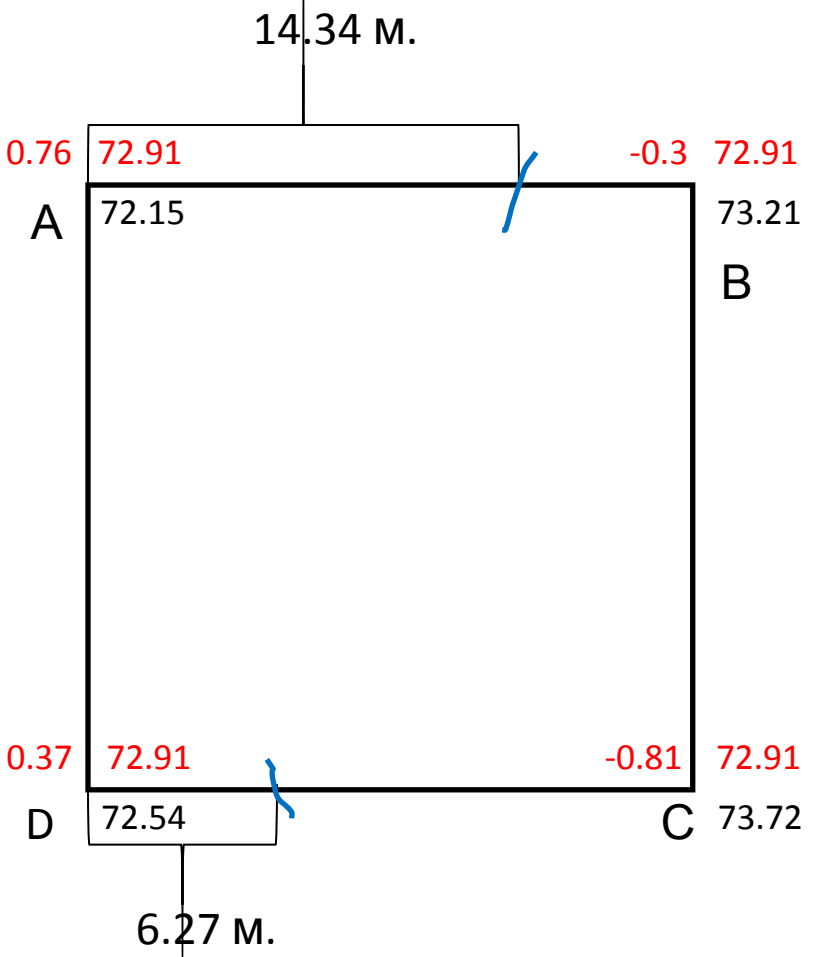
X1 = (|0.76|· 20 м.) / (|0.76|+|-0.3|) = 14.34 м.

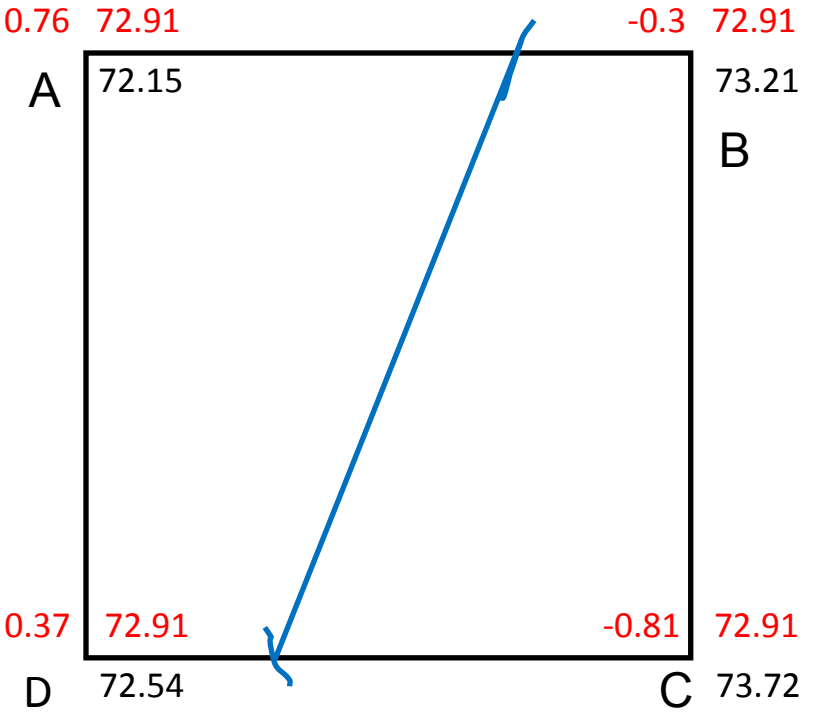


$$X2 = (|0.37| \cdot 20 \text{ м.}) / (|0.37| + |-0.81|) = 6.27 \text{ м.}$$

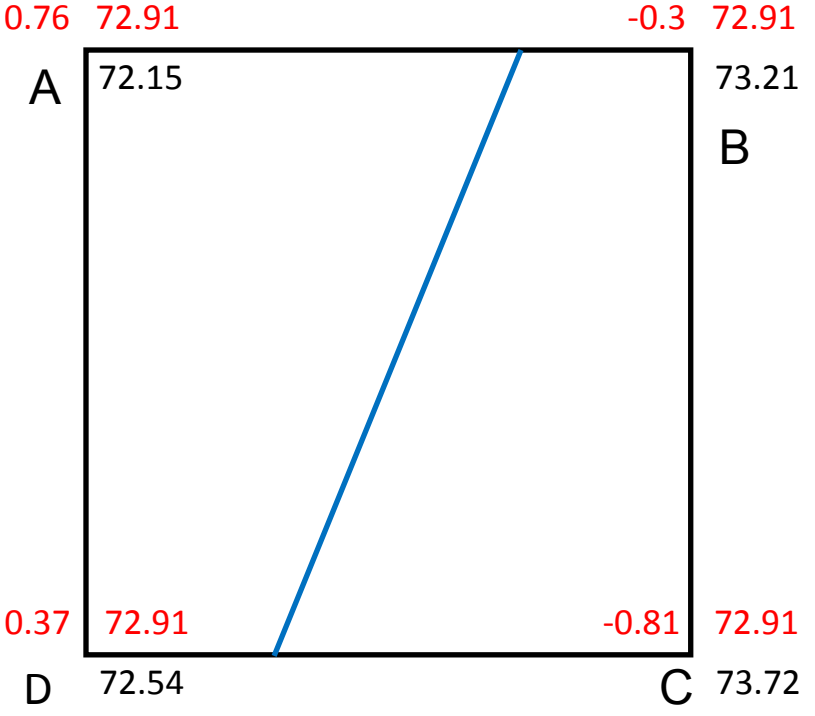


Соединив полученные точки проводим линию нулевых работ.



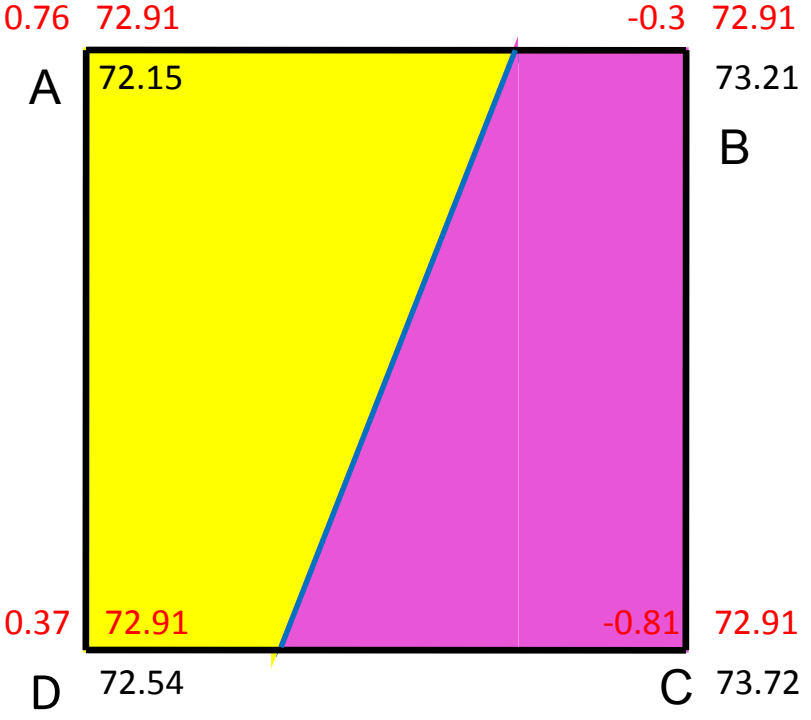

0.76
72.91
-0.3
72.91
A
72.15
73.21
B
0.37
72.91
-0.81
72.91
D
72.54
C
73.72

Определяем площади насыпи и выемки.



$S_H = (14.34+6.27/2) \cdot 20 = 205.1$ м²

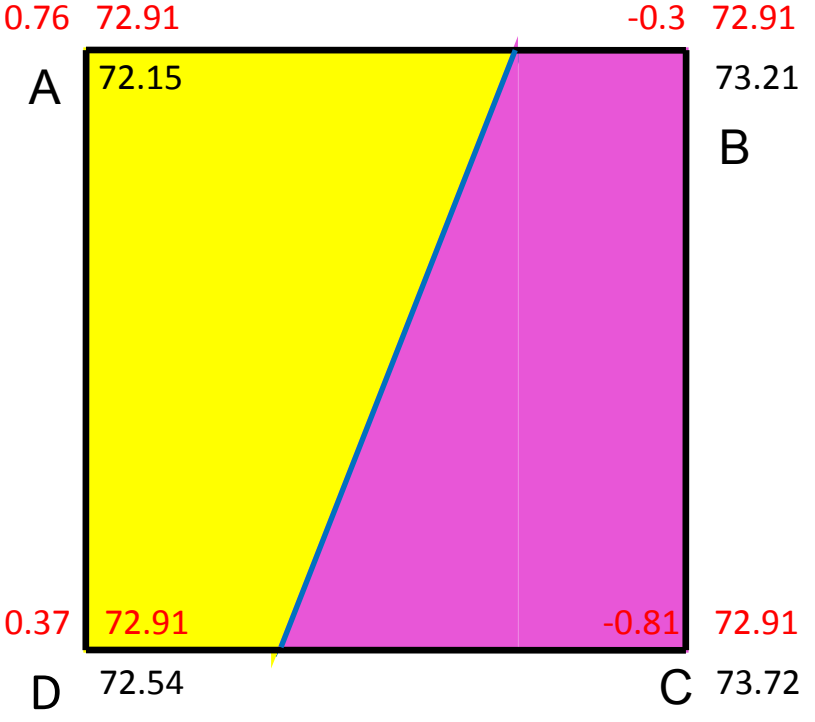
$S_B = (5.66 + 13.73/2) \cdot 20 = 193.9$ м²



Определяем средние рабочие отметки насыпи и выемки.

$h_{rH} = (0+0.76 + 0.37 +0)/4 = 0.28$

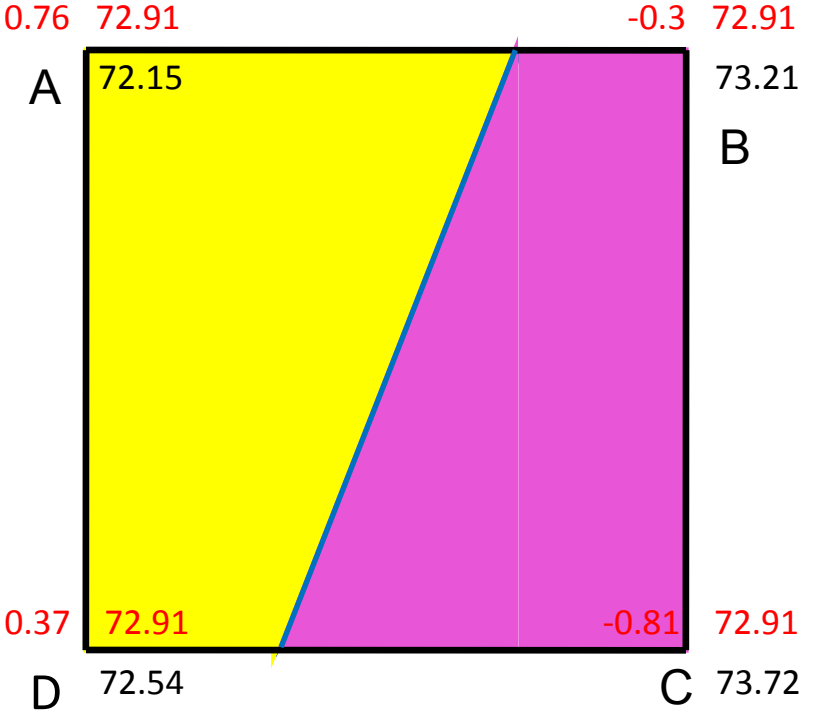
$h_{rB} = (0 + 0.3 + 0.81 + 0)/4 = 0.28$



Определяем объемы насыпи и выемки.

$V_Н = 205.1 \cdot 0.28 = 57.43$ м³

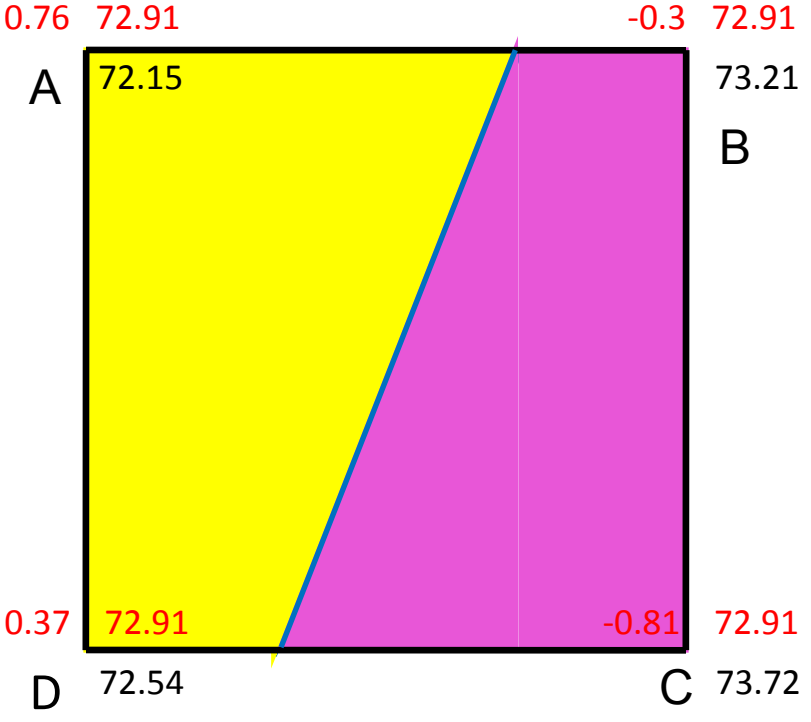
$V_В = 193.9 \cdot 0.28 = 54.29$ м³



Подводим баланс земляных работ:

$m = (57.43 – 54.29)/(57.43 + 54.29) \cdot 100\% = 2.8\%$

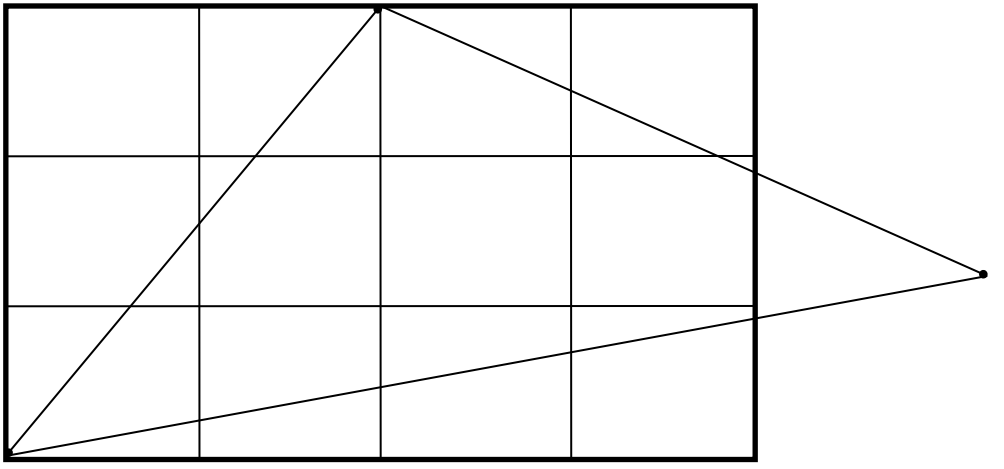
$2.8\% < 5\%$. Расчет выполнен правильно.



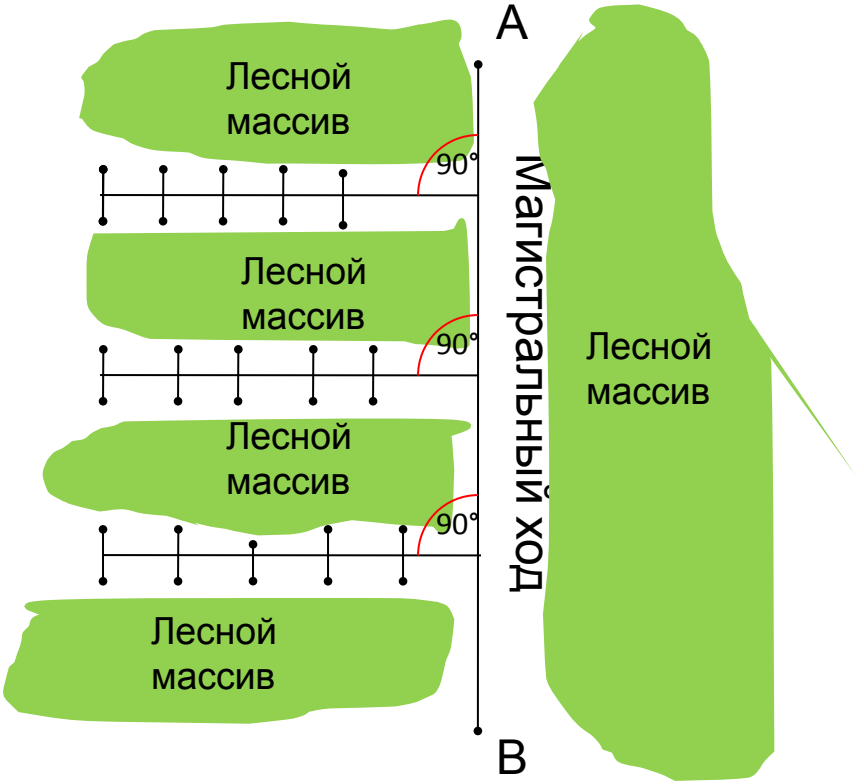
Задача №10. Какие существуют способы нивелирования поверхности? Привести рисунки.

На практике применяется три основных способа нивелирования поверхности.

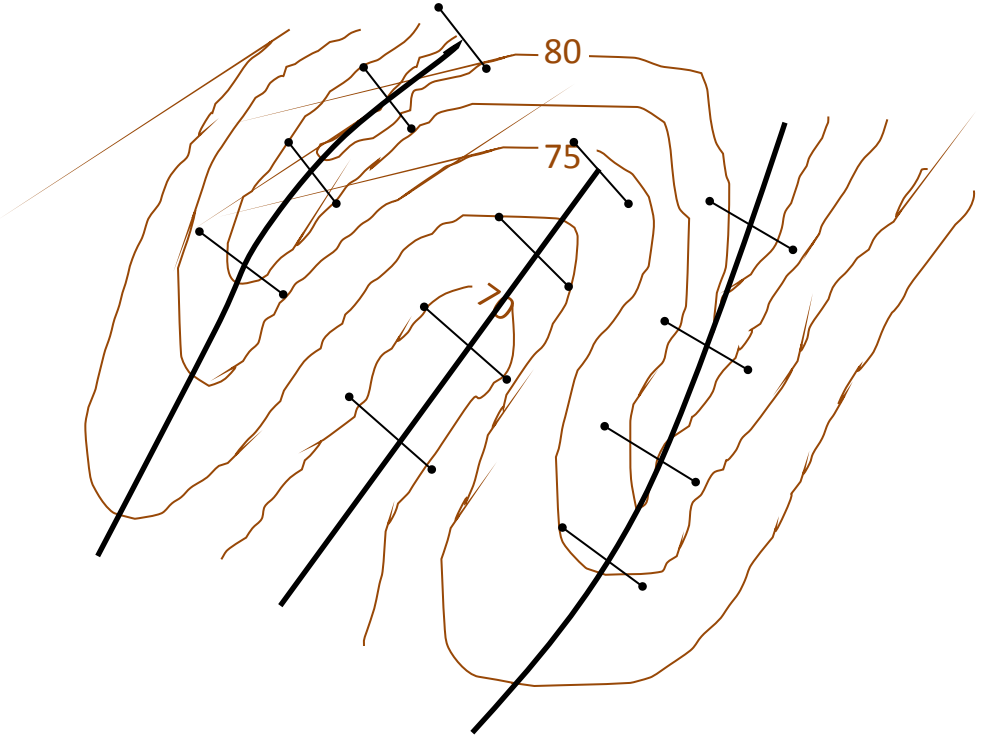
1. Нивелирование по квадратам. Применяется на хорошо открытой местности с пологим рельефом.



2.Способ параллельных линий, применяется на площадях с ограниченной видимостью.



3. Способ магистралей. Применяется при сильно всхолмленном или низкогорном рельефе.



Список литературы.

1.Громада Э.К. Вертикальная планировка. Составление плана земляных масс. Методические указания к РГР №2 по инженерной геодезии. Изд-во 2-е, доп. Пенза ПГУАС, 2006.-40с.

2.Кулешов Д.А., Стрельников Г.Е.

Инженерная геодезия для строителей: Учебник для вузов. - М. Недра, 1990, - 256 с.

3.Стороженко А.Ф., Некрасов О.К.

Инженерная геодезия: Учебник для вузов. –

М.: Недра,1993. – 256 с.

4. Хаметов Т.И.; Громада Э.К.; Харькова Г.Г.; Тюкленкова Е.П.; Практикум по инженерной геодезии: учебное изд. 2 – е. доп. – Пенза. ПГАСА, 2003. – 241 с.

5. Федотов Г.А. Инженерная геодезия. – М.: Высшая школа. – 2004.