МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильные дороги»

СПЕЦКУРС ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ

Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» очной и заочной форм обучения



Могилев 2024

Рекомендовано к изданию учебно-методическим отделом Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автомобильные дороги» «24» сентября 2024 г., протокол № 2

Составитель ст. преподаватель Н. В. Курочкин

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Данилов

В методических рекомендациях рассматриваются вопросы точности разбивочных работ зданий и сооружений; описаны разные способы детальной разбивки закруглений автомобильных дорог; представлено составление разбивочного чертежа здания для переноса на местность его основных осей; приводятся геодезические расчеты при вертикальной планировке строительных участков; даются задачи для углубленного изучения электронных тахеометров.

Учебное издание

СПЕЦКУРС ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ

Ответственный за выпуск	А. М. Брановицкий
Корректор	И.В.Голубцова
Компьютерная верстка	Е.В.Ковалевская

Подписано в печать	. Формат 60×84/16	6. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л.	. Учизд. л.	. Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/156 от 07.03.2019. Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский университет, 2024

Содержание

1 Обработка и оценка точности геодезических измерений. Определение	
средней квадратической погрешности функции измеренных величин	4
2 Расчет разбивочных элементов и составление плана детальной разбивки	
закругления способом прямоугольных координат	6
3 Детальная разбивка закругления способом продолженных хорд	10
4 Составление разбивочного чертежа для перенесения проекта	
здания в натуру	11
5 Геодезические расчеты при вертикальной планировке строительного	
участка	14
6 Составление картограммы земляных работ	21
7 Установка станции электронного тахеометра	22
8 Разбивочные работы электронным тахеометром	29
Список литературы	36

1 Обработка и оценка точности геодезических измерений. Определение средней квадратической погрешности функции измеренных величин

Цель работы: усвоить методику обработки и оценки точности результатов измерений; овладеть приемами оценки точности функций измеренных величин.

В геодезии измеряют углы, длины линий, превышения. В силу многих причин результат измерения является приближенным числом.

Для оценки точности геодезических измерений в качестве основной характеристики принимают среднюю квадратическую погрешность.

При равноточных измерениях средние квадратические погрешности отдельных измерений определяют по формулам:

– при истинных случайных погрешностях

$$m = \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum (l_i - l_T)^2}{n}};$$

– при вероятнейших погрешностях

$$m = \sqrt{\frac{\sum \delta_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum \left(l_i - l_{cp}\right)^2}{n-1}},$$

где Δ – истинная погрешность, т. е. разность между отдельным результатом измерения l_i и истинным (точным) значением l_T измеряемой величины;

 δ – вероятнейшая погрешность, т. е. разность между отдельным результатом измерения l_i и средним арифметическим значением l_{cp} измеряемой величины;

n – число измерений.

Средняя квадратическая погрешность арифметической середины

$$m_0 = \frac{m}{\sqrt{n}}$$

Предельная погрешность – наибольшая по абсолютной величине случайная погрешность, которая может появиться при данных условиях измерений $m_{nped} = 3m$. Предельная погрешность позволяет отбраковывать те измерения, которые имеют погрешности, превышающие этот предел. В работе требуется оценить точность приведенных ниже результатов измерений.

1 Найти средние квадратические погрешности: отдельных измерений, арифметической середины и предельную, а также относительную погрешность измерения линии лентой. Вычисления дать в табличной форме (таблица 1.1).

Номер измерения	Результат измерения, м	Истинная погрешность Δ	Δ^2
1	826,46		
2	825,92		
3	826,25		
4	826,08		
5	825,80		
6	826,58		
Сумма			

Таблица 1.1 — Вычисление величин Δ , Δ^2

По данным высокоточных измерений, длина этой линии (примем ее за истинную длину) равна м.

2 Угол измерен теодолитом шесть раз. Найти вероятнейшее значение угла (арифметическую середину); среднюю квадратическую погрешность одного измерения; среднюю квадратическую погрешность арифметической середины; предельную погрешность. Вычисления дать в табличной форме (таблица 1.2).

Номер	Резу.	льтат измерения	Вероятнейшая	\$2	
измерения	0	,	"	δ	0
1	29	15	30		
2	29	15	20		
3	29	15	40		
4	29	16	00		
5	29	15	50		
6	•••				
Сумма					

Таблица 1.2 – Вычисление величин δ , δ^2

Недостающие исходные данные задаются преподавателем.

Контрольные вопросы

1 По какой формуле вычисляют среднюю квадратическую погрешность отдельного измерения?

2 Как вычисляют предельную погрешность?

3 По какой формуле вычисляют среднюю квадратическую погрешность арифметической середины?

4 Как вычисляют среднюю квадратическую погрешность функции измеренных величин?

2 Расчет разбивочных элементов и составление плана детальной разбивки закругления способом прямоугольных координат

Цель работы: построить чертеж детальной разбивки закругления автомобильной дороги способом прямоугольных координат.

Рассматривается закругление, состоящее из круговой и двух переходных клотоидных кривых. В состав работы входит:

– определение основных элементов закругления;

– определение прямоугольных координат точек для детальной разбивки закругления;

– составление чертежа «План детальной разбивки закругления».

Исходными данными являются радиус закругления *R* и угол поворота трассы α . Радиус закругления принимается из таблицы 2.1 в соответствии с номером варианта. Номер варианта соответствует номеру студента в списке группы.

Таблица 2.1 – Исходные данные

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Радиус круговой кривой <i>R</i> , м	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1500

Угол поворота трассы студент принимает индивидуально – число градусов равно 40° плюс столько градусов, сколько букв в фамилии; число минут равно 24'.

Устройство закругления с переходными кривыми возможно при условии

$$\alpha \ge 2\tau$$
,

где т – угол наклона касательной к концу переходной кривой.

Наименьшую длину переходной кривой *L* принимают в зависимости от величины радиуса. Значения ее для дороги IV категории приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Наименьшая длина переходной кривой

Радиус круговой кривой <i>R</i> , м	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1500
Длина переходной кривой <i>L</i> , м	130	150	140	120	110	100	100	100	100	100

Основные элементы закругления: тангенс несдвинутой круговой кривой T; дополнительный тангенс t; полный тангенс T_n ; длина круговой кривой K_0 ; биссектриса закругления E; сдвижка круговой кривой p; домер D. Определяются по следующим формулам:

$$T = (R+p) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \ t = X_L - R \sin \tau; \quad \tau = \frac{L}{2R}; \quad T_n = T+t; \ k_0 = \frac{\pi R(\alpha - 2\tau)}{180^\circ};$$

$$B = (R + p) \sec \frac{\alpha}{2} - R; \quad p = Y_L - R(1 - \cos \tau); \quad D = 2T_n - 2L - K_0;$$

$$X_L = L(1 - \frac{L^2}{40R^2}); \quad Y_L = \frac{L^2}{6R}(1 - \frac{L^2}{56R^2}).$$

В работе необходимо дать эти формулы и вычисления основных элементов. Окончательно основные элементы закругления следует представить в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3 – Основные элементы закругления

α	<i>R</i> , м	<i>Т</i> , м	<i>t</i> , M	Тл, м	Ко, м	<i>L</i> , м	<i>Б</i> , м	<i>р</i> , м	<i>D</i> , м	τ

Для детальной разбивки закругления назначают величину интервала разбивки *l_p*. На переходной кривой его принимают равным 10 м, на круговой – в зависимости от радиуса: 10 м – при радиусах до 500 м и 20 м – при больших радиусах.

Так как каждую ветвь закругления разбивают отдельно, то прямоугольные координаты точек вычисляют от начала до середины закругления. Начало прямоугольных координат находится в начале переходной кривой. Ось абсцисс направлена по тангенсу к вершине угла поворота.

Прямоугольные координаты точек закругления вычисляют по формулам:

– на переходной кривой ($l_n \leq L$)

$$X_{n} = l_{n} \left(1 - \frac{l_{n}^{4}}{40R^{2}L^{2}} \right); Y_{n} = \frac{l_{n}^{3}}{6RL} \left(1 - \frac{l_{n}^{4}}{56R^{2}L^{2}} \right); \ l_{n} = nl_{p};$$

– на круговой кривой ($l_n > L$)

$$X_n = L\left(1 - \frac{L^2}{40R^2}\right) + 2R\cos\frac{\rho l_n}{2R}\sin\frac{\rho(l_n - L)}{2R};$$

$$Y_{n} = \frac{L^{2}}{6R} \left(1 - \frac{L^{2}}{56R^{2}} \right) + 2R \sin \frac{\rho l_{n}}{2R} \sin \frac{\rho (l_{n} - L)}{2R},$$

где *n* – номер разбиваемой точки;

 l_p – интервал разбивки, м;

ρ – число градусов в радиане.

В работе надо дать эти формулы, а вычисленные значения координат представить в виде таблицы 2.4.

Таблица	$2.4 - \Pi$	рямоуг	ольные	координаты	точек	закруглен	ния
				1 1 1			

Номер разбиваемой точки	Расстояние по кривой, м	Х, м	У, м
1	10	10,00	0,00
2	20	20,00	0,04

По прямоугольным координатам следует построить план закругления с переходными кривыми. На нем должны быть показаны линии тангенсов, оси прямоугольных координат, вершина угла поворота, главные точки закругления *НПК*1, *КПК*1(*НКК*), *ККК*(*КПК*2), *НПК*2, середина кривой *СК*, точки детальной разбивки.

План вычерчивается на листе стандартного формата в масштабах 1:1000, 1:2000. Образец плана детальной разбивки закругления приведен на рисунке 2.1.

Контрольные вопросы

1 Назовите основные элементы закругления.

- 2 По какой формуле находится сдвижка круговой кривой?
- 3 Как назначают величину интервала разбивки *lp*?

ч	,11,8
D, м	11,23
р, м	1,19
Б, м	23,73
L, м	100
Ко, м	144,35
Тп, м	177,79
t, m	49,97
Т, м	127,82
К, м	350
α	40 ⁰

Прямоугольные координаты точек закругления

ивой, м	Х, м	У, м	Номер Разби- ваемой тонки	Расстоя- ние по кривой, м	Х, м	У, м
10	10,00	0,01	10	100	99,80	4,75
20	20,00	0,04	Ξ	110	109,67	6,32
30	30,00	0,13	12	120	119,50	8,17
40	40,00	0,30	13	130	129,27	10,29
50	49,99	0,60	14	140	138,98	12,70
60	59,98	1,03	15	150	148,62	15,38
70	69,97	1,63	16	160	158,16	18,33
80	79,93	2,44	17	170	167,63	21,56
90	89,88	3,49	18	172,18	169,68	22,30





3 Детальная разбивка закругления способом продолженных хорд

При детальной разбивке кривой способом продолженных хорд требуется мало места, т. к. все измерения выполняются вблизи кривой. Поэтому этот способ применяют в стесненных условиях. Он не требует угломерного прибора.

Рассмотрим разбивку круговой кривой радиусом R. Схема разбивки показана на рисунке 3.1 Разбивку точек кривой ведут равными хордами. Величину хорды a для простоты можно принять равной интервалу разбивки l_p . Тогда из подобия треугольников 012 и 12'2 находят перемещение хорды:

$$S = a^2/R$$

Это перемещение используют при разбивке всех точек, кроме первой.

Крайнее перемещение для первой точки равно S/2.

Положение точек на кривой получают способом линейной засечки.

Для разбивки используют мерную ленту и рулетку.

Для получения точки 1 по направлению тангенса от точки HK мерной лентой откладывают длину хорды a, отмечают точку 1', устанавливая на нее шпильку. К точке 1' прикладывают нулевой штрих рулетки и, направляя ее в сторону кривой, замечают на ней отсчет, равный величине крайнего перемещения S/2. Оставляя начальный штрих ленты в точке HK, смещают ее к кривой, замечая отсчет a. Натягивая рулетку и ленту и совмещая их до совпадения отсчета a по ленте с отсчетом S/2 на рулетке, получают первую точку разбивки кривой (точку 1). Закрепляют ее.



Рисунок 3.1 – Разбивка круговой кривой способом продолженных хорд

Для получения следующей точки протягивают ленту дальше, по направлению хорды *НК*-1 и на расстоянии *а* от точки 1 ставят шпильку (точка 2'). Вновь выполняют линейную засечку, удерживая начало ленты в точке 1 и смещая ее отсчет a на величину перемещения S, которое откладывают рулеткой от точки 2'. Получают точку 2 на кривой и закрепляют ее. Подобным образом поступают до тех пор, пока на кривой не будет получена точка n, расстояние от которой до середины кривой CK будет меньше длины хорды.

Вторую половину кривой разбивают аналогично от точки КК к середине кривой СК.

В работе надо построить план детальной разбивки кривой способом продолженных хорд. Радиус кривой *R* составляет 100 м, угол поворота трассы α равен 35°.

Вначале надо вычислить основные элементы закругления: тангенс T, кривую K, биссектрису E. Затем, задавшись величиной хорды a, равной 10 м, вычислить ее перемещение S.

При выполнении работы на плане необходимо от отмеченной вершины угла поворота BV отложить по предыдущему прямому направлению величину тангенса T и получить точку – начало кривой HK. Начиная от точки HK произвести детальную разбивку способом продолженных хорд и отметить полученные точки кривой.

Для контроля находим точку, являющуюся серединой кривой *СК*. Для этого продолжаем последнюю хорду и откладываем на ней отрезок, равный (K/2) - na. Смещение для конца этого отрезка составит

$$[(K/2) - na]^2 / R$$
.

Выполняем линейную засечку и получаем точку середины кривой *СК*. Измеряем на плане расстояние от вершины угла поворота *ВУ* до середины кривой *СК*, которое должно равняться биссектрисе закругления.

План детальной разбивки кривой следует построить в масштабе 1:100.

Контрольные вопросы

1 Как выполняют детальную разбивку кривой способом продолженных хорд?

2 Сколько человек требуется для выполнения такой разбивки и какие действия выполняет каждый из них?

4 Составление разбивочного чертежа для перенесения проекта здания в натуру

Для перенесения проекта здания в натуру составляют разбивочный чертеж, на котором приводят все необходимые данные, определяющие положение основных точек сооружения. На нем показывают координаты и отметки точек, элементы для угловых и линейных построений. Данные, представленные на разбивочном чертеже, должны обеспечивать перенесение сооружения в натуру с надежным контролем.

Расположение 4-этажного административного здания запроектировано относительно сторон теодолитного хода, проложенного по осям проектируемых улиц (рисунок 4.1). Сторона здания $\mathcal{B}1-\mathcal{B}4$ параллельна стороне 2–3 теодолитного хода. На схеме расположения здания даны длины и дирекционные углы сторон 1–2 и 2–3 теодолитного хода, координаты вершины 2, размеры здания. Требуется рассчитать разбивочные элементы и составить разбивочный чертеж.



Рисунок 4.1 – Схема расположения здания

Координаты угла здания *Б*1 принимаются индивидуально следующим образом:

$$X_{E1} = 441,30 + 0,01$$
 nm; $Y_{E1} = 142,10 - 0,01e$,

где *nm* – две последние цифры номера варианта студента;

в – число букв в фамилии студента.

Положение точки *Б*1 (точки пересечения осей 1–1 и *Б*–*Б*) для приведенной схемы расположения здания удобно определить полярным способом. Для этого необходимо вычислить величину угла 1 и расстояние *d*.

Угол 1 определяется как разность дирекционных углов образующих его сторон (рисунок 4.2):

Угол 1 =
$$\alpha_{2-b_1} - \alpha_{2-3}$$
.

Из решения обратной геодезической задачи находим дирекционный угол линии *Б*1–2:

$$\alpha_{E1-2} = \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \operatorname{arctg} \frac{Y_2 - Y_{E1}}{X_2 - X_{E1}}.$$

Обратный дирекционный угол $\alpha_{2-b1} = \alpha_{b1-2} + 180^{\circ}$.



Рисунок 4.2 – Схема к определению угла

Дирекционный угол $\alpha_{2-3} = 144^{\circ}32'$ (см. рисунок 4.1).

Расстояние между точками Б1 и 2 также определяется из решения обратной геодезической задачи:

$$d = \frac{\Delta X}{\cos \alpha_{51-2}} = \frac{\Delta V}{\sin \alpha_{51-2}}.$$

Это расстояние *d* для контроля следует вычислить дважды.

В выполняемых расчетах значения тригонометрических функций надо принимать не менее чем с пятью знаками после запятой.

При построении на местности точки $\mathcal{B}1$ на вершину 2 теодолитного хода устанавливают теодолит, приводят его в рабочее положение. От направления 2–3 теодолитного хода строят угол 1. По полученному направлению откладывают расстояние d и получают точку $\mathcal{B}1$. Закрепляют ее временным знаком (металлическим стержнем, деревянным колышком с забитым в торец гвоздем).

Каждая точка сооружения выносится в натуру с контролем. Для контроля положения точки *Б*1 следует определить ее еще один раз по углу 2 и расстоянию *d*. Угол 2 вычисляется через дирекционные углы направлений 2–1 и 2–*Б*1.

Для построения на местности точки *Б*4 требуется угол 3. Он вычисляется через дирекционные углы направлений *Б*1–2 и *Б*1–*Б*4.

Для контроля положения точки *Б*4 определяется расстояние d_2 по перпендикуляру от точки *Б*4 до стороны теодолитного хода 2–3 (до точки *K*). Положение точки *K* на стороне теодолитного хода 2–3 задается расстоянием d_1 .

Задание

Представить схему расположения здания с указанием разбивочных элементов, дать расчет разбивочных элементов: углов 1, 2, 3 и расстояний d, d_1, d_2 .

На отдельном листе формата A4 вычертить разбивочный чертеж в масштабе 1:1000, на котором указать численные значения всех разбивочных элементов.

Контрольные вопросы

1 Для чего составляется разбивочный чертеж?

2 Что показывают на разбивочном чертеже?

3 Какими временными знаками закрепляют точки на местности?

5 Геодезические расчеты при вертикальной планировке строительного участка

5.1 Обработка журнала нивелирования поверхности

Требуется произвести расчеты при вертикальной планировке строительного участка. На участке размером 60 × 60 м разбита сетка квадратов со сторонами 20 м. Временный репер устроен на вершине *А*3.

Каждый студент принимает индивидуальные исходные данные: отметку временного репера H_{A3} , отсчет на одну из промежуточных точек $g_{пром}$, величину уклона проектной плоскости i_0 и дирекционный угол направления этого уклона α_0 . Остальные данные принимаются по журналу нивелирования (рисунок 5.1).

Вначале необходимо определить отметки вершин квадратов. При обработке журнала нивелирования подсчитывают превышения и средние превышения для станции 2. Затем выполняют постраничный контроль.

$$0,5(\Sigma 3 - \Sigma \Pi) = 0,5\Sigma h = \Sigma h_{cp},$$

где $\sum 3$, $\sum \Pi$ – суммы всех отсчетов (по черной и красной сторонам) для задней и передней реек соответственно;

 Σh – сумма всех превышений (по черной и красной сторонам реек);

 $\sum h_{cp}$ – сумма средних превышений.

Выполняют уравнивание нивелирного хода. Для замкнутого нивелирного хода, проложенного по участку, невязка в превышениях

$$f_h = \Sigma h_{cp}.$$

Предельная невязка

$$f_{h n p e \partial} = 10 \sqrt{n},$$

где *n* – число станций в ходе.

Если полученная невязка не превосходит предельную $f_h \leq f_h$, то ее распределяют в виде поправок поровну и с обратным знаком в каждое среднее превышение, округляя его до целых миллиметров. Общая сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком. Затем вычисляют исправленные превышения.

Зная отметку одной из вершин квадратов (в данном случае H_{A3}), вычисляют отметки других, связующих точек нивелирного хода. При этом действуют по правилу: отметка последующей точки H_{i+1} равна отметке предыдущей точки H_i плюс исправленное превышение между ними $h_{ucnp,i+1}$:

$$H_{i+1} = H_i + h_{ucnp_{i+1}}.$$

В строке «Постраничный контроль» в графе «Отметка» (см. рисунок 5.1) надо записать разность конечной и начальной отметок. Для замкнутого хода эта разность должна быть равна нулю.

Отметки остальных вершин квадратов, являющихся промежуточными точками, находят через горизонт прибора $\Gamma \Pi$. Отметка промежуточной точки H_{npom_i} равна горизонту прибора минус отсчет по рейке \mathcal{B}_{npom_i} в этой точке:

$$H_{npoM_i} = \Gamma \Pi - \boldsymbol{e}_{npoM_i}.$$

Горизонт прибора равен отметке связующей точки *H_i* плюс отсчет по рейке *a*, установленной на этой точке:

$$\Gamma\Pi = H + a.$$

;	Примечание	Временный репер																				Временный репер			
Отметка	M	150,150		152,253		:	:	:	:		÷	:	:	149,853		149,853		:	:		:	÷			
Горизонт	прибора	152,363																							
Исправ-	ленное превышение														-0297								:	•••	
Поп-	равка														9–								:		
Среднее	превы- шение														-0291								:	:	
Thert-	шение													-0292	-0290							:	:		÷
йке	промежу- точной			0110	0150	0600	1130	1013	1315	1527	2240	2235	3000					1415	1373	1940	2315				
тсчет по ре	передней													2505	7205							0488	5190	:	
0	задней	2213	6915													0791	5493							15412	:
Веншина	квадрата	A3		A1	B1	B1	$\Gamma 1$	A2	B2	B2	12	B3	I3	B3		B3		A4	B4	B4	Γ^4	A3		аничный троль	
i	Станция			1														2						Постра кон:	

Рисунок 5.1 – Журнал нивелирования поверхности по квадратам

 $f_h = \Sigma h_{cp} = \ldots;$ $f_{h_{nped}} = 10\sqrt{n} = 10\sqrt{2} = 14,14 \; \mathrm{MM}$

16

5.2 Геодезические расчеты при вертикальной планировке

Требуется запроектировать наклонную плоскость с соблюдением баланса земляных работ, т. е. равенства объемов насыпей и выемок.

В качестве примера – участок с фактическими отметками вершин квадратов, приведенный на рисунке 5.2.

В соответствии с задачами строительства и техническими требованиями задают максимальный уклон и его направление. Пусть для данного примера максимальный уклон плоскости $i_0 = 5$ ‰, а дирекционный угол направления максимального уклона α_0 составляет 225°.

Определяют среднюю отметку планировки *H*₀ исходя из баланса земляных работ. Математически это записывается следующим образом:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4n},$$

где ΣH_1 , ΣH_2 , ΣH_3 , ΣH_4 – сумма отметок вершин, принадлежащих только одному квадрату, общих для двух, трех и четырех квадратов соответственно;



n – число квадратов.

Рисунок 5.2 – Исходная схема участка планировки

Эта отметка будет проектной для центра тяжести проектируемой наклонной плоскости.

Для данного примера H = 120,93.

Положение центра тяжести проектируемой плоскости задают его прямоугольными координатами:

$$X_{II.T} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_{i}}{n}; \quad Y_{II.T} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_{i}}{n},$$

где *x_i*, *y_i* – прямоугольные координаты центра тяжести отдельного квадрата.

В рассматриваемом примере за начало прямоугольных координат примем вершину *А*1 (рисунок 5.3).

Составляющие уклона *i*⁰ по осям координат



$$i_x = i_0 \cdot \cos \alpha_0; \quad i_y = i_0 \cdot \sin \alpha_0$$

Рисунок 5.3 – Схема участка с обозначением центра тяжести и направления уклона

Составляющие уклона направлены: i_x от $B \ltimes A$; i_y от $4 \ltimes 1$ (см. рисунок 5.3). Проектные отметки вершин квадратов определяются из выражения

$$H_{npij} = H_0 + i_x (X_{U.T} - x_{ij}) + i_y (Y_{U.T} y_{ij}),$$

где ij – номер вершины квадрата, для которой определяется отметка, i = A, B, B; j = 1, 2, 3, 4;

x_{ij}, *y_{ij}* – прямоугольные координаты *ij* вершины квадрата.

Полученные проектные отметки выписывают на схеме квадратов справа сверху у соответствующих вершин (рисунок 5.4).

Приступают к составлению картограммы земляных работ. Вычисляют рабочие отметки вершин квадратов как разность между проектной и фактической отметками:

$$h_p = H_{np} - H_{\phi}.$$

Рабочие отметки записывают слева сверху у соответствующих вершин квадратов (см. рисунок 5.4). Рабочие отметки со знаком «плюс» указывают высоту насыпи, а со знаком «минус» – глубину выемки в соответствующей точке участка.

Далее находят положение линии нулевых работ, т. е. такой линии, которая образуется при пересечении проектной плоскости с фактической поверхностью земли.

На сторонах квадратов, вершины которых имеют рабочие отметки с противоположными знаками, находят положения точек нулевых работ.

Для данного примера это стороны A1-E1, A2-E2, E2-E3, B2-B3, A2-A3, A3-E3, A4-E4. Расстояние от вершины квадрата до точки нулевых работ l_1 и от точки нулевых работ до другой вершины квадрата l_2 вычисляют по формулам

$$l_{1} = \frac{a \left| h_{p_{1}} \right|}{\left| h_{p_{1}} \right| + \left| h_{p_{2}} \right|}; \qquad l_{2} = \frac{a \left| h_{p_{2}} \right|}{\left| h_{p_{1}} \right| + \left| h_{p_{2}} \right|}; \qquad l_{1} + l_{2} = a,$$

где *а* – длина стороны квадрата, м;

 h_{p1}, h_{p2} – рабочие отметки вершин рассматриваемой стороны квадрата, м.



Рисунок 5.4 – Схема для вычисления объемов земляных работ

Значения l_1 и l_2 , округленные до 0,1 м, выписывают на соответствующих сторонах квадратов (см. рисунок 5.4).

Соединив точки нулевых работ, получают линию нулевых работ. На рисунке 5.4 она показана штрихпунктирной линией.

После этого приступают к подсчету объемов земляных работ отдельно для насыпей и выемок. Результаты представляют в ведомости (таблица 5.1).

Объемы земляных работ подсчитывают по каждому квадрату или его части, принимая их как основания земляных призм. При целых квадратах (не пересекаемых линией нулевых работ) объем земляных работ по насыпям или выемкам

$$V_{H(G)} = \frac{\sum_{i=1}^{4} h_{pi}}{4} \cdot a^2,$$

где $\sum h_{pi}$ – сумма рабочих отметок вершин квадрата, м.

Номер	Плошаль	Срелняя рабочая	Объем земля	ных работ, м ³
фигуры	фигуры, м ²	отметка, м	Насыпь (+)	Выемка (-)
1	400,0	-1,12		448,0
2	36,0	-1,09		39,2
3	135,0	-0,61		82,4
4	164,0	$+0,\!68$	111,5	
5	65,0	+0,98	63,7	
	•••	•••		•••
Сумма	2000		767,5	738,8

Таблица 5.1 – Ведомость вычисления объемов земляных работ

Квадраты, пересекаемые линией нулевых работ, делят на элементарные фигуры, чаще всего треугольники. Объемы для частей вычисляют по формуле

$$V_{H(B)} = \frac{\sum_{i=1}^{3} h_{pi}}{3} \cdot S,$$

где $\sum h_{pi}$ – сумма рабочих отметок вершин треугольника, м;

S – площадь треугольника, м².

После подсчета отдельных объемов вычисляют общие объемы насыпи и выемки и сводят баланс земляных работ, т. е. определяют избыток или недостаток грунта:

$$\Delta V_{us\delta} = \sum V_{H} - \sum V_{\theta}.$$

Например,

$$\Delta V_{u_{3\delta}} = 767, 5 - 738, 8 = 28, 7 \text{ m}^3.$$

Относительная величина избыточного объема грунта не должна превышать 5 %.

$$\frac{\Delta V_{_{u36}}}{\sum V_{_{_{H(6)}}}} = \frac{28,7}{767,5} = 0,037 = 3,7\%.$$

При вычислении в знаменателе подставляется наибольшая величина из суммарных объемов насыпи или выемки.

Задание

Требуется запроектировать наклонную плоскость с соблюдением баланса земляных работ.

Индивидуальные исходные данные: отметка временного репера $H_{A3} = (150 + N), (150 + N)$ м; отсчет на одну из промежуточных точек $g_{npoMA2} = (1013 + N)$ мм (для четных N); отсчет на одну из промежуточных точек $g_{npoM52} = (1315 + N)$ мм (для нечетных N); величина уклона проектной плоскости $i_0 = (2 + N)$ ‰ и дирекционный угол направления этого уклона $\alpha_0 = (110 + N).$ N – номер в списке группы. Остальные данные принимаются по журналу нивелирования (см. рисунок 5.1).

6 Составление картограммы земляных работ

Требуется на строительный участок составить картограмму земляных работ. Для составления картограммы земляных работ используются данные из практической работы № 5: схема участка к вычислению объемов земляных работ; ведомость вычисления объемов земляных работ.

Внутри квадратов или их частей записывают объемы земляных работ с соответствующими знаками. Зону выемок штрихуют.

Пример оформления картограммы изображен на рисунке 6.1.



Масштаб 1:500

Рисунок 6.1 – Картограмма земляных работ

Задание

По результатам данных, полученных в практической работе № 5, составить картограмму земляных работ на листе формата А4 в масштабе 1:500.

7 Установка станции электронного тахеометра

Цель работы: приобрести практические навыки работы с электронными тахеометрами при установке станции.

7.1 Установка станции электронного тахеометра Trimble M3, Trimble M1

Установка станции – это определение координат станции и ориентирование тахеометра на точке стояния. Установка может быть выполнена на точке с известными координатами или на свободной станции с использованием обратной засечки. Если не удается стать на точку с известными координатами, то выполняют свободную установку станции. Электронный тахеометр располагают в удобном для наблюдения места. Для определения координат свободной станции требуется как минимум две точки с известными координатами, а максимум может быть использовано десять точек.

Рассмотрим установку свободной станции на примере электронного тахеометра *Trimble M3*.

На экране Меню выбирается 4. Съемка, а затем 1. Обр. засеч. (рисунок 7.1).

Появляется экран Высота СТЦ (рисунок 7.2) с запросом на выбор трехмерных 3D (X, Y, Z) или двухмерных 2D (X, Y) наблюдений. Для установки 2D надо нажать клавишу [F3] без, а для установки 3D – [F1] с.

При нажатии [F1] с появляется экран **Ввод ih** (рисунок 7.3), на котором надо ввести высоту прибора ih, используя цифровые клавиши, а затем нажать [MEAS/ENT].

Высоту прибора можно также выбрать из предварительно введенных значений ih, нажав [F3] Стек.

На следующем экране **Обр. засеч.** (рисунок 7.4) квадратами показано положение станции S и двух точек A и B, называемых задними. Задними являются точки, для которых известны прямоугольные координаты. Они служат для привязки станции, на которой установлен электронный тахеометр.



ВЫсота СТЦ с без

Рисунок 7.1 – Экран Меню

Рисунок 7.2 – Экран Высота СТЦ





Рисунок 7.4 – Экран Обр. засеч.

Вначале выполняют измерения на точку А. Для этого надо нажать клавишу [F1] А. Появится экран Найти/ввести точку А с запросом на ввод координат из внутренней памяти [F1] или с клавиатуры [F3]. Нажав [F3] Ввод, переходим к экрану «Ввод координаты». Вводим с клавиатуры или из стека координаты X, У, Z точки A, нажимая [MEAS/ENT] или [F4] OK. После ввода координаты Z появляется экран Задняя точка A (рисунок 7.5).

Если необходимо установить или изменить высоту цели, которой является высота призменного отражателя, надо нажать [F2] th. После ввода высоты цели нажимают [MEAS/ENT]. Затем следует навестись на точку A и нажать [MEAS/ENT].

После того как выполнено измерение точки А, положение ее на экране обозначится черным квадратом (рисунок 7.6).



Рисунок 7.5 – Экран Задняя точка А

Рисунок 7.6 – Экран Задняя точка В

Теперь можно измерить точку В. Нажимается [F2] В и выполняются действия, аналогичные измерению точки А. Для завершения наблюдений нажимают [F4] Кон (рисунок 7.7).

После измерения двух точек будут подсчитаны координаты станции и координаты задних точек А и В. Появляется экран Задняя точка А (рисунок 7.8), на котором для этой точки А даны разности между заданными ее координатами и полученными по результатам измерений после уравнивания.





Чтобы просмотреть разности, для следующей точки надо нажать [\checkmark], для предыдущей – [\land]. По величине разностей $\lor X$; $\lor Y$; $\lor Z$ можно судить о точности определения координат станции. При больших разностях можно перемерить последнюю точку или добавить больше точек в обратную засечку. Чтобы перемерить точку В, надо в предыдущем экране Задняя точка нажать [F1] В. Для измерения следующей точки надо нажать [F2] С.

Чтобы добавить больше точек в наблюдение, надо в экране Задняя точка А нажать [F1] Далее. Чтобы удалить точки, показанные на экране, например из-за больших разностей, надо нажать [F3] Удал. Чтобы перейти к следующему экрану, следует нажать [F4] ОК. Появится экран Координаты станции (рисунок 7.9), на котором приведены координаты Х_s, У_s, Z_s станции.

Чтобы принять вычисленные координаты станции, надо нажать [F4] ОК. Появится экран Обр. засеч. (рисунок 7.10), значения которого показывают,

24

как хорошо вычислены координаты станции по точкам, использованным в обратной засечке.



Рисунок 7.9 – Экран Координаты станции

06p.3	асеч.		8
M Op SØ	1.001 180°00 0°02	111 ' 00" ' 20"	0 +
Повт	М		0K

Рисунок 7.10 – Экран Обр. засеч.

Если значение масштаба **М** близко к 1, то можно утверждать, что качество установки станции хорошее.

Подобным образом выполняется установка свободной станции электронного тахеометра **Trimble M1**. Отметим имеющиеся при этом особенности.

Предварительно должен быть открыт существующий или создан новый проект.

📼 🖬 с функцией STN. Появляется экран (рисунок 7.11).

В меню Установка станции выбирают Засечка. Появляется экран Введи ТЧ1 (рисунок 7.12).





Рисунок 7.11 – Экран Установка станции



Вводят имя или номер первой наблюдаемой точки **TU1**, нажимают **ENT** (нажимают **ENT** после ввода каждого поля). Если ввести номер точки из текущего проекта на экране, появятся координаты этой точки и курсор автоматически установится в поле высоты наведения **HT**. Вводят ее и нажимают **ENT**. Если вводится номер точки, не имеющийся в проекте, то после нажатия **ENT** появляется экран ввода ее координат. Вводят их, нажимают **ENT**. Появляется экран **CTH** (рисунок 7.13).



Рисунок 7.13 – Экран СТН

Визируют на TЧ1 и нажимают MSR1 или MSR2, а затем ENT.

Вводится вторая точка **ТЧ2** и высота наведения **HT**. Визируют на нее, нажимают **MSR1**, **ENT** (рисунок 7.14).



Рисунок 7.14– Экран Введи ТЧ2

Прибор вычисляет координаты станции, и на экране появляются стандартные отклонения (рисунок 7.15).

Для просмотра координат станции надо нажать программную кнопку Экр. В этом случае координата Z дает отметку станции, увеличенную на высоту прибора. Программную кнопку См используют для контроля измерений на каждой точке. Для увеличения точности результатов выполняются дополнительные измерения. Для этого нажимают программную кнопку Доб.

Если результаты удовлетворительные, нажимают программную кнопку Зап или ENT для записи станции (рисунок 7.16).



Рисунок 7.15 – Экран СТН



Рисунок 7.16 – Экран СТН

После этого вводят высоту прибора **HI**, выделяют строку с задней точкой и нажимают **ENT** (рисунок 7.17).

Появляется экран с записью установки станции (рисунок 7.18).



Рисунок 7.17 — Экран, на котором вводят высоту прибора **HI**

Рисунок 7.18 — Экран с записью установки станции

Для просмотра записей координат используют Данные в экране Меню. Выбирают X, V, Z. Появляется список использованных точек. Выделяется необходимая точка и нажимается ENT. Появляются ее координаты.

7.2 Установка станции электронного тахеометра Leica TS02, TS06, TS09

Рассмотрим установку свободной станции на примере электронного тахеометра Leica TS09. На экране Меню выбирается Программы, а затем Съемка и Уст. Станц. (рисунок 7.19).



		14:53	345	1	TS
ПРОГРАМ	МЫ				15
Съемка	Съем	ка+(Ба	зЭлем	Дор	ога 🗋
∫ Уст Ста	анц	CPEMK	à Р	³ Ти	8 BKA

Рисунок 7.19 – Экран Меню

Появляется экран Ввод данных о станции (рисунок 7.20), на котором надо выбрать Метод: Засечка и ввести высоту прибора h инст. Затем нажимают ДАЛЕЕ.

На следующем экране **Введите точку ориентирования** надо нажать **ХҮН**, и появится экран **ВВОД КООРДИНАТ** (рисунок 7.21), на котором вводят номер точки и координаты X, Y и H. Затем нажимают **ДАЛЕЕ**.



Рисунок 7.20 — Экран Ввод данных о станции

Рисунок 7.21 – Экран **ВВОД** КООРДИНАТ

Появится следующий экран **Наведите на точку**. Необходимо навестись на точку, выбрать **BCE** или **PACCT** и записать измерения. При нажатии клавиши **BCE** производится запуск угловых и линейных измерений с сохранением результатов.

Далее появится экран Результ. Установ. Станц. (рисунок 7.22).

Выбирают F1измерить больше точек и выполняют действия, аналогичные измерению точки 1. Снова появится экран Результ. Установ. Станц. Выбирают F4 вычислить коорд. Станции. Появляется экран Результ. Установ. Станц. (рисунок 7.23), на котором можно посмотреть координаты станции.



		- 34 5 U	
Результ	. Установ.	Станц.	1/2 5
Рез-ат1	Рез-ат2		
Станция	:	Defa	ult1
h инст	:	1.4	00 m
Х	:	128.6	01 m
Y	:	2.7	56 m
н	:	150.7	89 m
Hz	:	384.89	96 g 🛛
$\Delta \blacksquare$:		m
Аоб Тчк	OCT.OW.	CKO	УСТ-КА

FT 16:27

Рисунок 7.22 – Экран Результ. Установ. Станц. Рисунок 7.23 – Экран Результ. Установ. Станц.

Затем нажимают **УСТ-КА**. Появляется сообщение: «Станция установлена и ориентирована».

Задание

Выполнить установку станции электронного тахеометра по исходным данным, представленным в таблице 7.1.

Таниа соли	Прямоугольная	я координата, м
Точка сети	X	V
1	0,000	3,570
2	0,066	0,000
3	1,691	0,000
4	3,179	0,000
5	4,738	0,000
6	5,450	3,596

Таблица 7.1 – Координаты точек плановой сети

Контрольные вопросы

1 Что такое установка станции?

2 Какие точки называют задними?

3 Что такое свободная установка станции электронного тахеометра?

8 Разбивочные работы электронным тахеометром

Цель работы: приобрести практические навыки работы с электронным тахеометром при разбивочных работах.

8.1 Разбивка проектных точек сооружения электронными тахеометрами Trimble M3, Trimble M1

Рассмотрим детальную разбивку закругления автомобильной дороги электронным тахеометром **Trimble M3**. Перед работой на местности должны быть закреплены точки: начала кривой *HK*; середины кривой *CK*; конца кривой *KK*. Начало прямоугольных координат находится в точке *HK*. Ось *X* направлена к вершине угла поворота, ось *V* – по перпендикуляру внутрь кривой. Должны быть вычислены координаты выносимых точек X_1 , Y_1 ; X_2 Y_2 ; X_3 , Y_3 и т. д.

Устанавливают тахеометр Trimble M3 на свободной станции в точке S (рисунок 8.1).



Рисунок 8.1 – Разбивка кривой со свободной станции

Закрепляют на предшествующем прямом направлении точки *A* и *B* и измеряют расстояния до них от *HK*. Местоположение электронного тахеометра и его ориентация определяются с помощью функции «обратная засечка».

Опорными являются точки НК, В, А. Их прямоугольные координаты

$$X_{HK} = 0; Y_{HK} = 0; X_B = -l_{B HK}; Y_B = 0; X_A = -(l_{B HK} + l_{B A}); Y_A = 0.$$

Зная прямоугольные координаты точек HK, A, B, измеряют электронным тахеометром прямоугольные координаты станции X_S , Y_S . Приступают к детальной разбивке кривой.

Обращаются в меню к функции Разбивка (рисунок 8.2).

Появляется экран Разбивка, на котором нажимаем XV или XVZ, чтобы выполнить разбивку кривой по прямоугольным координатам (рисунок 8.3).



Рисунок 8.2 – Экран Съемка

Рисунок 8.3 – Экран Разбивка

Последовательно появляются экраны, которые позволяют проверить координаты станции и дирекционный угол опорного направления на точку *НК*. Для их подтверждения нажимают Да (рисунок 8.4).



Рисунок 8.4 – Экраны Координаты станции и Ориентир – ОК

На следующем экране **Разбивка** (рисунок 8.5) нажимают **Ввод**. После этого вводят координаты первой разбиваемой точки X_1 , Y_1 и нажимают **ОК** (рисунок 8.6).



Появляется экран **Разбивка**, на котором задается горизонтальное проложение до разбиваемой точки и дирекционный угол направления на эту точку. На этом же экране дается указание наблюдателю $\Gamma K ---> 0$ – повернуть зрительную трубу до появления на экране отсчета по горизонтальному кругу 0°00′ (рисунок 8.7).

координаты

По полученному направлению на заданном расстоянии **HD** помощник устанавливает веху с призменным отражателем. Таким образом, на местности получается точка 1 детальной разбивки кривой. Наблюдатель измеряет эту точку, наведясь на нее и нажимая клавишу **MEAS/ENT**. Появляется экран **Результаты разбивки**, на котором показаны отклонения разбиваемой точки от ее точного положения (рисунок 8.8).



Рисунок 8.7 – Экран Разбивка



На этом экране:

dl – ошибка в откладываемом расстоянии **HD**, знак «плюс» означает, что в откладываемое расстояние надо добавить величину ошибки, переставить веху вперед, а знак «минус» – отнять ошибку, подвинуть веху к наблюдателю;

dc – ошибка в поперечном положении точки. Знак «минус» означает, что веху надо переставить влево, а знак «плюс» – вправо;

31

dr – суммарная ошибка между вычисленным положением разбиваемой точки и ее положением на местности.

Если результаты разбивки оказываются неудовлетворительными, веху с призменным отражателем переставляют, сообразуясь с приведенными отклонениями, и вновь измеряют точку 1, т. е. визируют на призму и нажимают MEAS/ENT.

Полученную на местности точку закрепляют.

Разбивают вторую и следующие точки, доходя до середины закругления. Затем разбивают вторую ветвь кривой *НПК*2–*СК*.

Подобным образом выполняется разбивка проектных точек электронным тахеометром **Trimble M1**. Рассмотрим имеющиеся при этом особенности.

Прежде всего, если это не было сделано ранее, открывают имеющийся или создают новый проект и устанавливают станцию.

Обращение к меню **Разбивка** выполняется клавишей 8 **с** функцией **S-0**. Для выноса в натуру точки по координатам в меню разбивка выбирают **XYZ** (рисунок 8.9).

Открывается экран Ввод Точки (рисунок 8.10).



Рисунок 8.9 – Экран Разбивка





Вводят имя или номер точки, выносимой в натуру, нажимают ENT. Показываются ее координаты. Если точка отсутствует в памяти, появляется запрос на ввод координат. Вводят их и нажимают ENT. Выполняется запись точки. Затем получают экран с углом поворота dHA и расстоянием до точки HD. Поворачивают зрительную трубу, пока угловая величина dHA не будет равна нулю (рисунок 8.11).

По полученному направлению на расстоянии **HD** помощник устанавливает веху с отражателем. Визируют на него и нажимают **MSR1**. Получают экран с результатами разбивки (рисунок 8.12).



Рисунок 8.11 — Экран РТ:2 с углом поворота **dHA** и расстоянием до точки **HD**

Рисунок 8.12 — Экран с результатами разбивки

На экране показываются ошибки между текущим положением отражателя и требуемой точкой разбивки: **dHA** – ошибка горизонтального угла; значение **П** или **Л** указывает величину смещения отражателя вправо или влево; **ВП** или **HA3** – смещение отражателя вперед или назад; **НИЖ** или **BЫШ** – перемещение ниже или выше по высоте.

Переставляют веху с отражателем в соответствии с полученными указаниями. Опять визируют на отражатель, нажимают **MSR1**, получают новый экран с результатами разбивки. При недостаточной точности действия продолжают.

Когда отражатель установится на разбиваемой точке, ошибки на экране будут равны нулю. Нажимают ENT, появляются координаты вынесенной точки. Нажимают ENT, производится запись результатов (рисунок 8.13).

Нажимают клавишу ESC для открытия экрана ввода новой точки.



Рисунок 8.13 – Экран с записью результатов

8.2 Разбивка проектных точек сооружения электронными тахеометрами Leica TS02, Leica TS09

Для выполнения разбивки в главном меню обращаются к функции **Программы** (рисунок 8.14), а затем **Съемка** и **Разбивка** (рисунок 8.15).



Рисунок 8.14 – Экран Главное меню





Открывается экран (рисунок 8.16). Выполняют настройки Выбор проекта, Установка станции, если они не были установлены ранее. Нажимая F4, производят запуск программы. Появляется экран (рисунок 8.17).

В строке **Поиск** указывают номер точки. Выделив строку **Тип**, устанавливают индикацию выбранной точки **Тверд. т-ка** или **Измерен**. В следующей строке появляется номер разбиваемой точки и ниже значения: высота отражателя h_{orp} , отклонение по углу ΔH_Z , горизонтальное отклонение $\Delta =$, отклонение по высоте $\Delta =$. Отклонение по углу принимает знак «плюс», если проектное положение разбиваемой точки находится справа от установки отражателя. Горизонтальное отклонение имеет знак «плюс», если проектное положение установки отражателя. Отклонение по высоте имеет знак «плюс», если проектное лоложение точки дальше установки отражателя.







Рисунок 8.17 – Экран РАЗБИВКА (запуск программы)

Поворачивают зрительную трубу, пока величина ΔH_Z не станет равной нулю. По направлению линии визирования помощник на указанном расстоянии устанавливает веху с призменным отражателем. Измеряют расстояние до точки, нажимая **РАССТ.** Получают новый экран, на котором стрелки показывают

34

перемещения вехи к проектному положению точки: вправо или влево, вперед или назад, выше или ниже (рисунок 3.18).

Последовательной перестановкой вехи с отражателем добиваются проектного положения разбиваемой точки.

При отсутствии в проектах координат разбиваемых точек применяется их ручной ввод. Нажимают ↓ для перехода к следующему уровню дисплейных клавиш, а затем **ВРУЧНУЮ** (рисунок 8.19), и открывается экран с **вводом** координат цели (рисунок 8.20).

РАЗБИВК	A 1	Ь
Направл	Локальн Кооря 1 Кооря	2
Поиск :	443	
Тип	Измерен 🛛 🚛 🗖	
	443	
һотр	1.500 m 🔶	
∆Hz	-4.5589 g 🛛 🗖	
∆⊿ :	34.509 m	
$\Delta =$:	m 🔽 👝	
BCE	РАССТ. ЗАПИСЬ 🛛 👃	

Рисунок 8.18 – Экран РАЗБИВКА

	I 21	:23 34	b (7	S)
РАЗБИВК	A				5
Направл	Локальн	Кооря	1 (K	боря	2
Поиск :		*			
Тип					
	DEFAUL	T			
h отр :	1.5	00 m			
ΔHz	-50.00	00 g			
∆_ :		m			
∆ :		m		A	
B&D	ВРУЧНУЮ	Осъем	ка	Ť	

Рисунок 8.19 – Экран РАЗБИВКА (ручной ввод)

Разбивка	21:20	345	1	
Данные Ввод координат	цели			
X:	40	1	1.69 0 00	1 m 0 m
H:		207	7. 01	3 m
ПРЕА. ХҮН=0	ן נ		AA	ЛЕЕ

Рисунок 8.20 — Экран с вводом координат цели

Нажав Коорд. 2 (см. рисунок 8.18), можно посмотреть фактические координаты вынесенной точки.

Задание

Выполнить детальную разбивку круговой кривой, используя исходные данные, представленные в таблице 8.1.

Тауна наурай	Прямоугольная	я координата, м
точка кривои	X	V
1	0,992	0,111
2	1,935	0,437
3	2,783	0,964
4	3,494	1,664
5	4,033	2,503
6	4,374	3,441
7	4,499	4,431

Таблица 8.1 – Координаты детальной разбивки круговой кривой

Контрольные вопросы

1 Как электронным тахеометром выполняют детальную разбивку кривой?

2 Объясните практические действия при разбивке проектных точек сооружений.

3 Как контролируют точность разбивки электронным тахеометром проектных точек?

Список литературы

1 СН 1.03.02–2019. Геодезические работы в строительстве. Основные положения. – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2020. – 18 с.

2 Пособие П1–2019 к ТКП 45-1.03-313–2018. Геодезические работы в строительстве. – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2019. – 115 с.

3 Инженерная геодезия: методические рекомендации к самостоятельной работе для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» дневной и заочной форм обучения / Сост. О. И. Бродова, Н. В. Курочкин. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2022. – 18 с.