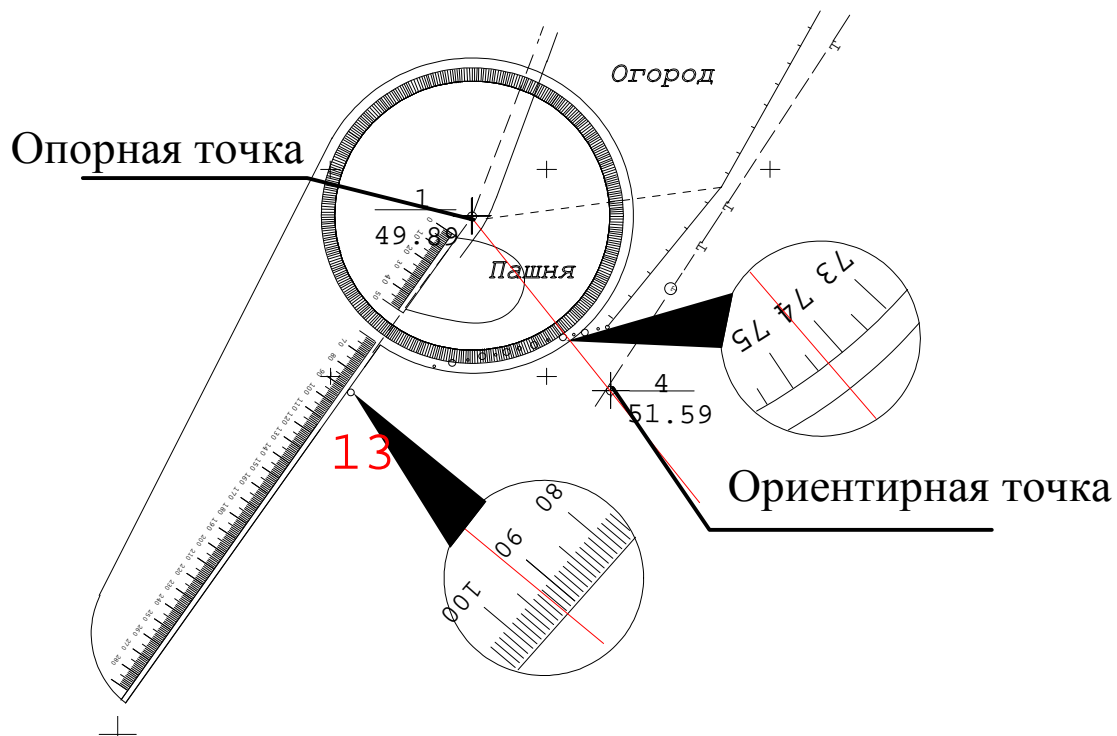




Министерство образования и науки Украины
Харьковский национальный
университет строительства и архитектуры
Кафедра инженерной геодезии
Компьютерный учебно-методический комплекс по инже-
нерной геодезии. Серия «Геодезия в архитектуре»

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ
по дисциплине «ГЕОДЕЗИЯ»
для студентов специальности «Архитектура и
градостроительство»**



Харьков 2017

Министерство образования и науки Украины
Харьковский национальный
университет строительства и архитектуры
Кафедра инженерной геодезии
Компьютерный учебно-методический комплекс по инженерной геодезии се-
рия «Геодезия в архитектуре»

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ
по курсу «ГЕОДЕЗИЯ»
для студентов специальности «Архитектура и
градостроительство»**

Утверждено на заседании кафедры
инженерной геодезии.
Протокол № __ от _____ г.

Харьков 2017

УДК 528.2

• **В. Т. Криворучко**

Компьютерный учебно-методический комплекс по инженерной геодезии. Серия «Геодезия в архитектуре». Методическое пособие для выполнения расчетно-графических работ по дисциплине «Геодезия». Специальность «Архитектура и градостроительство» - Харьков: Изд-во ХНУСА, 2017 - 70 с.

Приведены основные вопросы организации и проведение летней геодезической практики у студентов-архитекторов.

Рецензент

Рекомендовано кафедрой Инженерной геодезии протокол № ___ от

© Кафедра инженерной геодезии

© Криворучко В. Т.

СОДЕРЖАНИЕ

ВСТУПЛЕНИЕ	6
1 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ.....	7
1.1 Содержание работы.....	7
1.2 Исходные данные	7
1.3 Методика выполнения работы.....	7
2 ОБРАБОТКА ПОЛЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМОК	23
2.1 Задание и исходные данные	23
2.2 Отчетные материалы.....	25
2.3 Обработка материалов теодолитного хода.....	25
2.4 Обработка материалов нивелирования точек теодолитного хода и нивелирной съемки	32
2.5 Обработка журнала тахеометрической съемки.....	37
3 СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	40
3.1 Задание и исходные данные	40
3.2 Разбивка координатной сетки	40
3.3 Оцифровка линий координатной сетки	41
3.4 Накладка точек теодолитного хода	42
3.5 Составление плана теодолитной (контурной) съемки	43
3.6 Составление плана нивелирной съемки.....	45
3.7 Составление плана тахеометрической съемки.....	46
3.8 Проведение горизонталей.....	46
3.9 Окончательное оформление плана	49
3.10 Окончательное оформление расчетно-графических работ.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
ПРИЛОЖЕНИЕ А Журнал измерения горизонтальных углов и расстояний....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Схема теодолитного хода.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ В Ведомость вычисления координат.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Схема нивелирования точек теодолитного хода	56
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Журнал нивелирования точек теодолитного хода и нивелирной съемки	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Абрис теодолитной (контурной) съемки.....	58
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Абрис нивелирной съемки.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ И Абрис тахеометрической съемки.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ К Журнал тахеометрической съемки	61
ПРИЛОЖЕНИЕ М Условные знаки [].....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ Н План комбинированной топосъемки	67
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ	68

.....

ВСТУПЛЕНИЕ

Настоящее учебное издание входит в состав компьютерного учебно-методического комплекса по инженерной геодезии серия «Геодезия в архитектуре» и относится к курсу «Геодезия», читаемого на архитектурном факультете у студентов-архитекторов. Целью данной работы является практическое закрепление знаний, полученных студентами в процессе освоения теоретического курса. Расчетно-графические работы входят в состав индивидуальных работ и относятся к самостоятельным работам.

Рассматриваемые работы охватывают следующие разделы курса:

№ п/п	Смысловые модули	Наименование задач	Ориентировочная трудоемкость, час	
1	1 модуль	Топографические материалы. Решение задач на топографических картах	3.0	
1.1		Задача на определение	1.3	
1.1.1		Определение расстояний S_{AB} между точками A и B	0.3	
1.1.2		Определение геодезических прямоугольных координат X_A, Y_A, X_B, Y_B точек A и B	0.3	
1.1.3		Определение географических координат $\varphi_A, \lambda_A, \varphi_B, \lambda_B$ точек A и B	0.3	
1.1.4		Определение отметок H_A, H_B точек A и B	0.2	
1.1.5		Определение дирекционных углов α_{AB}, α_{BA} , истинного азимута A_{AB} , магнитного азимута A_{AB}^M	0.2	
1.2		Задачи на вычисление	1.1	
1.2.1		Вычисление расстояния S_{AB} между двумя точками A и B по координатам X_A, Y_A, X_B, Y_B .	0.3	
1.2.2		Вычисление превышения h_{AB} между точками A и B по отметкам H_A, H_B .	0.2	
1.2.3		Вычисление уклона i_{AB} линии AB	0.2	
1.2.4		Вычисление дирекционного угла α_{AB} линии AB по координатам X_A, Y_A, X_B, Y_B .	0.4	
1.3		Задача на составление	0.6	
1.3.1		Составление продольного профиля по линии AB	0.6	
2		2 модуль	Геодезические измерения	3.0
2.1			Обработка полевых материалов геодезических измерений	3.0
3	2 модуль	Геодезические сети	3.0	
3.1		Вычисление координат точек теодолитного хода	3.0	
4	3 модуль	Топографические съемки	6.0	
4.1		Составление топографических планов	6.0	
		Всего ориентировочная трудоемкость, час	15.0	

Отчетным материалом по данной работе является папка, содержащая расчетную часть и топографический план.

1 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ

1.1 Содержание работы

Топографические материалы являются одним из крупнейших источников информации о техническом состоянии исследуемых объектов. Основная часть этой информация получается в результате решения картометрических задач.

Студентам предлагается решить три группы задач на картах: задачи на определения параметров, аналитические задачи и задача на составление продольного профиля.

Задачи на определение:

- 1) определение расстояния S_{AB} между двумя точками A и B ;
- 2) определение прямоугольных координат X_A, Y_A, X_B, Y_B двух точек A и B ;
- 3) определение географических координат $\varphi_A, \lambda_A, \varphi_B, \lambda_B$ двух точек A и B ;
- 4) определение отметок H_A, H_B двух точек A и B ;
- 5) определение дирекционных углов α_{AB}, α_{BA} , истинного азимута A_{AB} и магнитного азимута A_{AB}^M .

Задачи на вычисление:

- 1) вычисление расстояния S_{AB} между двумя точками A и B по координатам X_A, Y_A, X_B, Y_B .
- 2) вычисление превышения h_{AB} между точками A и B по отметкам H_A, H_B ;
- 3) вычисление уклона линии AB по превышению h_{AB} и расстоянию S_{AB} ;
- 4) вычисление дирекционного угла α_{AB} линии AB по координатам X_A, Y_A, X_B, Y_B .

Задача на составление:

- 1) составление продольного профиля по линии AB .

1.2 Исходные данные

Исходными данными для выполнения этой работы является топографическая карта, выдаваемая преподавателем, или приведенная на специальном бланке, две точки A и B на карте, положение которых указывает преподаватель.

1.3 Методика выполнения работы

Задача 1 - Определение расстояния S_{AB} между двумя точками A и B

Для работы необходимо: бланк задачи, циркуль-измеритель, или линейка длиной 20-40 см.

Искомое расстояние S_{AB} вычисляется по формуле:

$$S_{AB} = aM; \quad (1.1)$$

где a – измеренное расстояние в миллиметрах между точками A и B ;
 M - знаменатель масштаба карты.

Вычерчивается на черновике схема измерений, рис. 1.1.

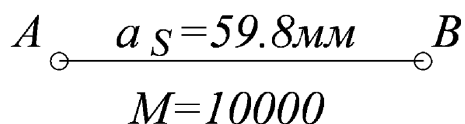
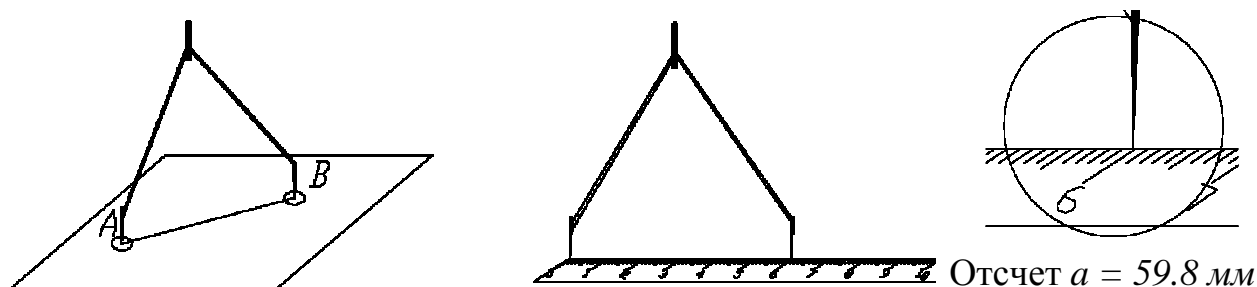


Рис. 1.1 - Схема измерений

На плане с помощью циркуля-измерителя, или линейки с точностью до десятых долей миллиметра измеряется расстояние между точками A и B , рис. 1.2.



Отсчет $a = 59.8$ мм

Рис. 1.2 - Измерение на плане длины отрезка
результат записывается на схему измерений, рис. 1.1.

По формуле (1.1) вычисляется искомое расстояние:

$$S_{AB} = a_s M = 59.8 \text{ мм} \times 10000 = 598000 \text{ мм} = 598 \text{ м}.$$

Результат вычислений записывается на бланк работы, фрагмент этого бланка приведен в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Фрагмент бланка для записи результатов

Условие задачи	Исходные данные	Формулы вычислений	Результат
1. Определить расстояние S_{AB} между точками A и B	$a=59.8$ мм $M=10000$	$S = a_s M$ M - знаменатель масштаба	$S_{AB} = 598.0$ мм

Задача 2 - Определение прямоугольных координат X_A, Y_A, X_B, Y_B точек A и B

Для определения координат и отметок точек на топографических картах применяется общая формула аналитического интерполирования:

$$\xi = \xi_{ML} + \frac{\xi_{СТАР} - \xi_{ML}}{c_\xi} a_\xi, \quad (1.2)$$

где ξ - значение $X, Y, \varphi, \lambda, H$.

a_ξ - расстояние от младшей линии координатной сетки или младшей горизонтали до определяемой точки;

c_ξ - расстояние между смежными линиями координатной сетки или горизонталями.

Для контроля применяется следующая формула:

$$\xi = \xi_{СТАР} + \frac{\xi_{СТАР} - \xi_{ML}}{c_\xi} b_\xi, \quad (1.3)$$

где b_ξ - расстояние от старшей линии координатной сетки или старшей горизонтали до определяемой точки.

Измеряемые параметры, приведенные в формулах (1.2) и (1.3) показаны на рис. 1.3.

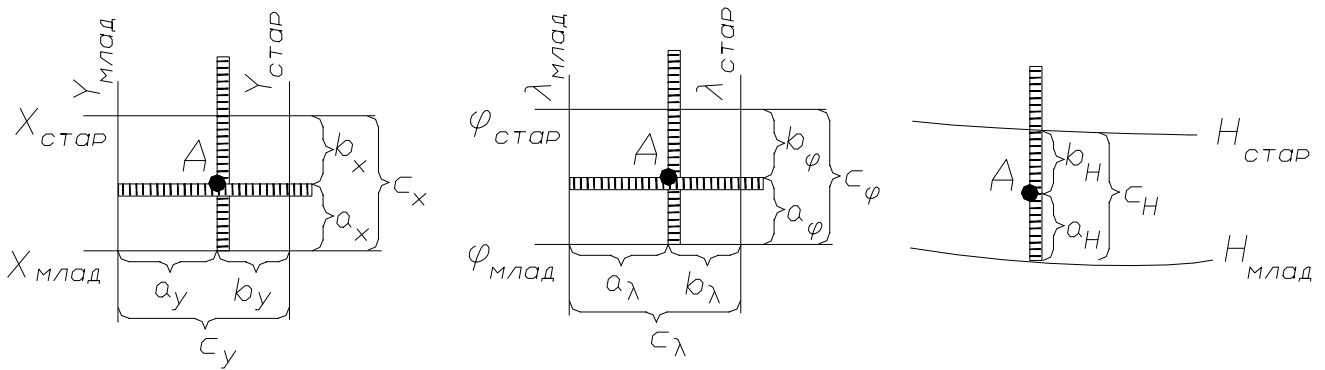


Рис. 1.3 – Измеряемые линейные параметры для определения координат и отметок

На черновике вычерчивается схема измерений, рис. 1.4. Приблизительно по карте определяются прямоугольные координаты точек *A* и *B*. В нашем случае они будут такие:

$$X_A=6065.6 \text{ км}, Y_A=4310.8 \text{ км}, X_B=6065.7 \text{ км}, Y_B=4311.5 \text{ км}.$$

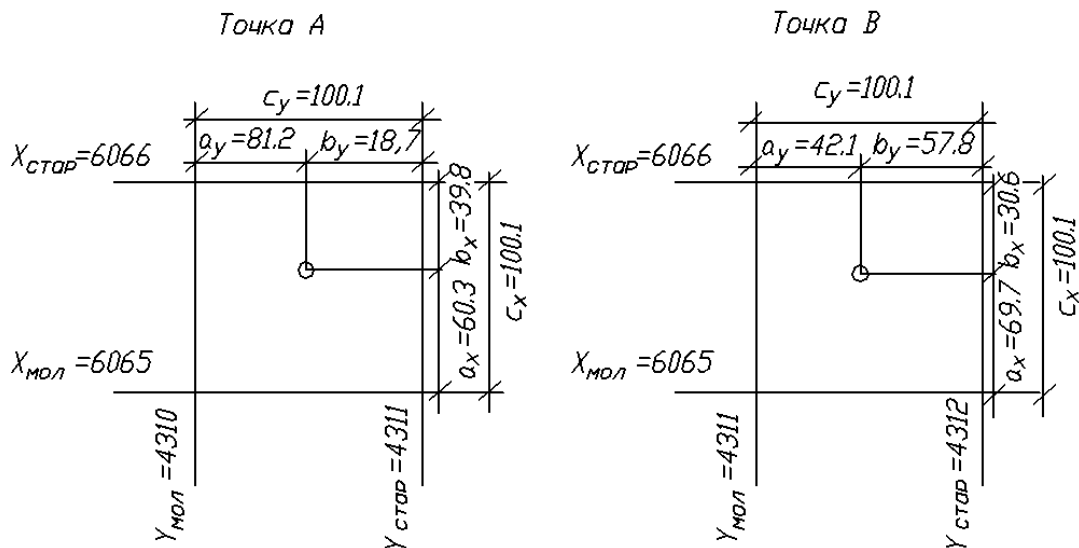


Рис. 1.4 - Схема измерений

Выполняются измерения отрезков a_x , c_x , a_y , c_y , соединив нуль линейки с младшей линией координатной сетки, рис. 1.5.

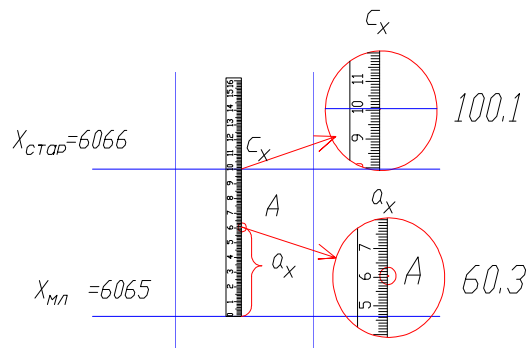


Рис. 1.5 – Измерение отрезков a_x , c_x

Аналогично выполняются измерения для оси «*Y*» и для точки *B*. Результаты измерений записываются на схему измерений, рис. 1.4.

Для контроля нуль линейки соединяется со старшей линией координатной сетки и измеряются отрезки b_x, c_x, b_y, c_y , рис. 1.6.

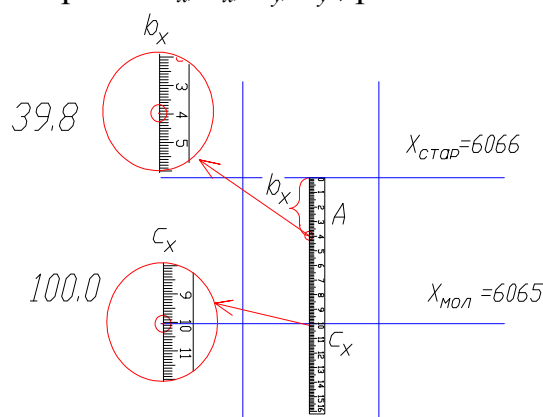


Рис. 1.6 – Измерение отрезков b_x, c_x

Контроль. $a_x + b_x = c_x$; $a_y + b_y = c_y$, допуск 0.3мм.

В формулах (1.2), (1.3) вместо ξ необходимо поставить X и Y , таким образом, мы получим формулы вычисления прямоугольных координат искомых точек:

$$\begin{aligned} X &= X_{МЛ} + \frac{X_{СТАР} - X_{МЛ}}{c_x} a_x; \\ Y &= Y_{МЛ} + \frac{Y_{СТАР} - Y_{МЛ}}{c_y} a_y, \end{aligned} \quad ; \quad (1.4)$$

где $X_{МЛ}, X_{СТАР}, Y_{МЛ}, Y_{СТАР}$ – соответственно, значение младших и старших линий координатной сетки;

a_x, a_y – расстояние от младшей линии координатной сетки до определяемой точки;

c_x, c_y – расстояние между смежными линиями координатной сетки.

Контрольная формула будет иметь такой вид:

$$\begin{aligned} X &= X_{СТАР} - \frac{X_{СТАР} - X_{МЛ}}{c_x} b_x; \\ Y &= Y_{СТАР} - \frac{Y_{СТАР} - Y_{МЛ}}{c_y} b_y, \end{aligned} \quad , \quad (1.5)$$

где $X_{МЛ}, X_{СТАР}, Y_{МЛ}, Y_{СТАР}$ – соответственно, значение младших и старших линий координатной сетки;

b_x, b_y – расстояние от старшей линии координатной сетки до определяемой точки;

c_x, c_y – расстояние между смежными линиями координатной сетки.

По формулам (1.4) и (1.5) высчитываются координаты определяемой точки. При выполнении вычислений используются результаты измерений величин $a_x, a_y, b_x, b_y, c_x, c_y$:

Точка А

$$X = X_{МЛ} + \frac{X_{СТАР} - X_{МЛ}}{c_X} a_X = 6065 + \frac{6066 - 6065}{100,1} 60,3 = 6065,6024 \text{ км};$$

$$Y = Y_{МЛ} + \frac{Y_{СТАР} - Y_{МЛ}}{c_Y} a_Y = 4310 + \frac{4311 - 4310}{100,1} 81,2 = 4310,8112 \text{ км}.$$

Контроль

$$X = X_{СТАР} - \frac{X_{СТАР} - X_{МЛ}}{c_X} b_X = 6066 - \frac{6066 - 6065}{100,1} 39,8 = 6065,6024 \text{ км};$$

$$Y = Y_{СТАР} - \frac{Y_{СТАР} - Y_{МЛ}}{c_Y} b_Y = 4311 - \frac{4311 - 4310}{100,0} 18,7 = 4310,8700 \text{ км}.$$

Точка В

$$X = X_{МОЛ} + \frac{X_{СТАР} - X_{МЛ}}{c_X} a_X = 6065 + \frac{6066 - 6065}{99,8} 69,7 = 6065,6984 \text{ км};$$

$$Y = Y_{МОЛ} + \frac{Y_{СТАР} - Y_{МЛ}}{c_Y} a_Y = 4311 + \frac{4312 - 4311}{100,1} 42,1 = 4311,4206 \text{ км}.$$

Контроль

$$X = X_{СТАР} - \frac{X_{СТАР} - X_{МЛ}}{c_X} b_X = 6066 - \frac{6066 - 6065}{100,1} 30,4 = 6065,6963 \text{ км};$$

$$Y = Y_{СТАР} - \frac{Y_{СТАР} - Y_{МЛ}}{c_Y} b_Y = 4312 - \frac{4312 - 4311}{100,1} 57,8 = 4311,4226 \text{ км}.$$

Допуск на разность значений координат, которые получены по основным и контрольным формулам составляет

$$\Delta = 0,6 \times M, \quad (1.6)$$

где M – знаменатель масштаба карты.

Для нашего примера допуск на разность координат составит

$$0,6 \times 10000 = 6000 \text{ мм} = 6 \text{ м}.$$

Примечания. Вычисления координат выполняются с точностью до четырех знаков после запятой. Результаты записываются на бланке с точностью до трех знаков после запятой.

Если определяемая точка размещается не в полном квадрате координатной сетки, то предварительно измеряется расстояние между линиями координатной сетки в полном квадрате, и линейка устанавливается согласно рис. 1.7, дальнейшие измерения выполняются по общей программе.

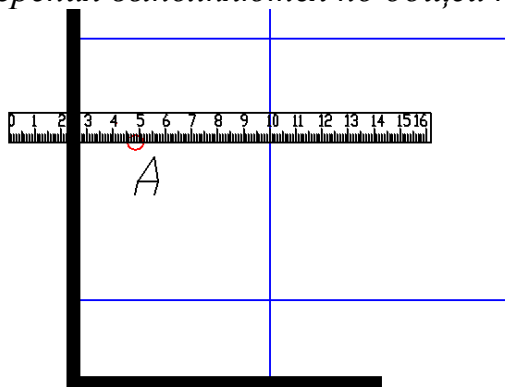


Рис. 1.7 - Измерение точек, которые расположены на границах листа

Разность вычисленных и приближенных координат не должна превышать допуск 0.3 км. Это будет контроль решения задачи на наличие грубых ошибок.

Приближенные координаты

$X_A=6065.6$ км, $Y_A=4310.8$ км, $X_B=6065.7$ км, $Y_B=4311.5$ км.

Результаты вычислений

$X_A=6065.602$ км, $Y_A=4310.811$ км, $X_B=6065.698$ км, $Y_B=4311.421$ км.

Если все контроли соответствуют допускам, результаты записываются на бланке работы, табл. 1.2.

Таблица 1.2 - Фрагмент заполненного отчетного бланка

Условие задачи	Исходные данные	Формулы вычислений	Результат
2. Определить геодезические прямоугольные координаты X_A, Y_A, X_B, Y_B точек A и B	<p>Точка A</p> <p>$a_X=60.3$мм $c_X=100.1$мм $a_Y=75.8$мм $c_Y=100.1$мм</p> <p>Точка B</p> <p>$a_X=69.7$мм $c_X=99.8$мм $a_Y=48.6$мм $c_Y=100.1$мм</p>	$X = X_{\text{МЛАД}} + \frac{X_{\text{СТАР}} - X_{\text{МЛАД}}}{c_X} a_X$ $Y = Y_{\text{МЛАД}} + \frac{Y_{\text{СТАР}} - Y_{\text{МЛАД}}}{c_Y} a_Y$	<p>$X_A = 6065602$м</p> <p>$Y_A = 4310758$м</p> <p>$X_B = 6065698$м</p> <p>$Y_B = 4311486$м</p>

Задача 3 - Определение географических координат $\varphi_A, \lambda_A, \varphi_B, \lambda_B$ точек A и B

Методика определения географических координат полностью аналогичная предыдущей задаче. Разность заключается в том, что прямоугольные координаты определяются относительно сетки прямоугольных координат, а географические относительно сетки географических координат. В первом случае мы имеем дело с линейными величинами (прямоугольные координаты), во втором - с дугами, т.е. с угловыми величинами. Для приближенной оценки соответствия географических и прямоугольных координат воспользуемся известными факторами. Одна морская миля соответствует $1'$ дуги меридиана и равняется приблизительно 1800м. Длина дуги в $1''$ (равняется приблизительно 1800/60м) приблизительно будет равна 30м.

Аналогичные вычисления можно выполнить исходя из среднего радиуса Земли он равен 6370км. Исходя из этого радиуса длина дуги размером $1''$ равна

$$l = \frac{R1''}{\rho}, \tag{1.7}$$

где R – средний радиус Земли ($R=6370$ км);

ρ - количество секунд в одном радиане ($\rho=206265''$).

$$l = \frac{R1''}{\rho} = \frac{6370000 \text{ м} \times 1''}{206265''} = 30.9 \text{ м}.$$

Перед решением задачи необходимо разобраться на карте с оцифровкой координатной сетки географической системы координат. Пример оцифровки фрагмента карты приведен на рис. 1.8

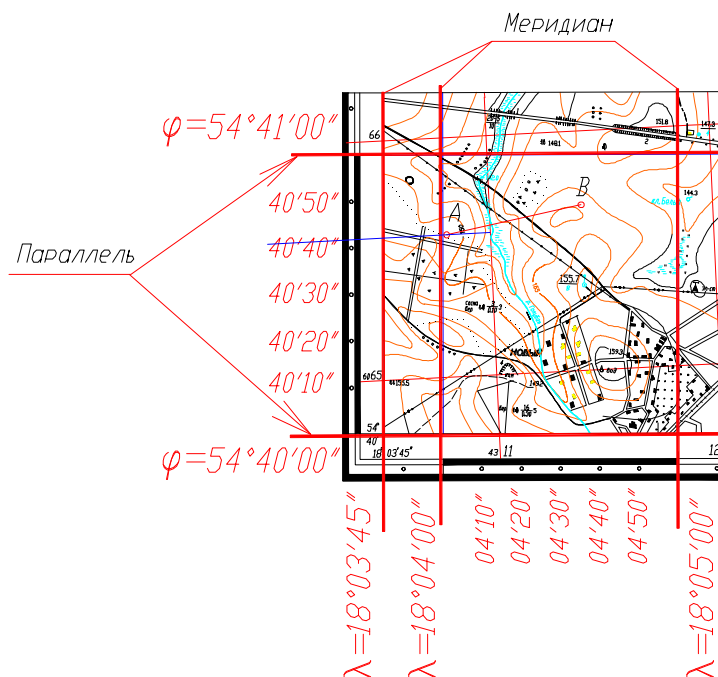


Рис. 1.8 - Оцифровка фрагмента координатной сетки географической системы координат

Составляется схема на которую будут вписаны результаты измерений, рис. 1.9.

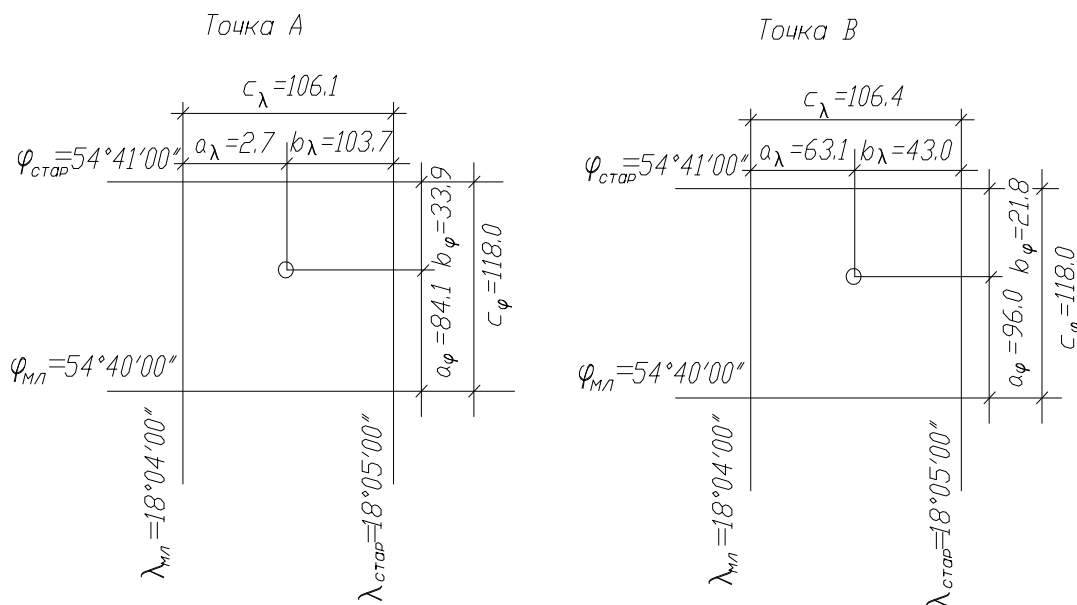


Рис. 1.9 - Схема измерений

Определяются приблизительные координаты φ_A , λ_A , φ_B , λ_B точек A и B . Для этого из каждой определяемой точки проводятся линии параллельные линиям координатной сетки. По шкалам координат определяются искомые координаты. Точность определения значений координат составляет $1''$. Для примера, результаты приблизительного определения искомых координат приведены на рис. 1.10.

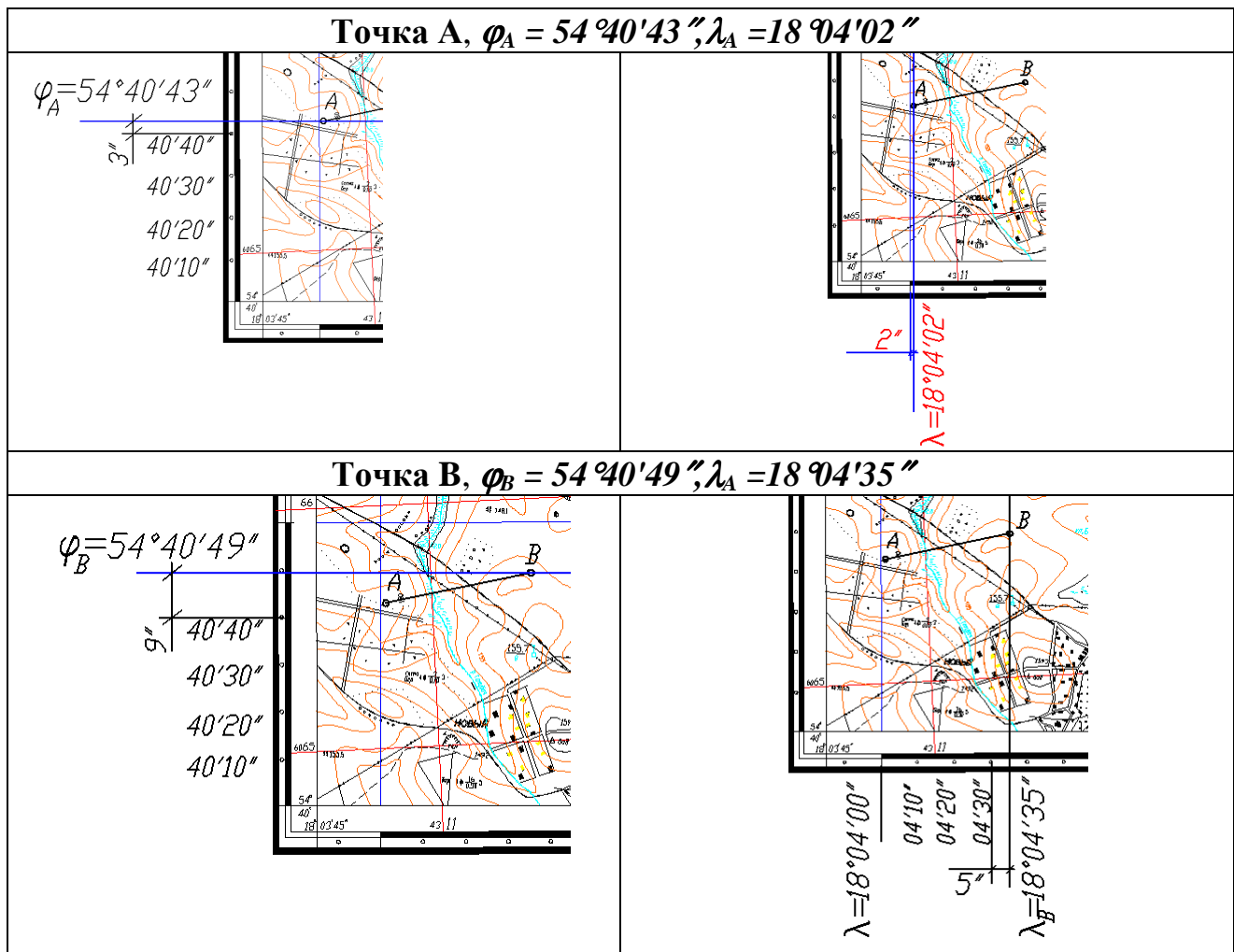


Рис. 1.10 - Результаты определения приблизительных координат

В формулах (1.2) и (1.3) вместо ξ записываются φ , или λ . Запишем формулы вычисления географических координат:

$$\varphi = \varphi_{МЛ} + \frac{\varphi_{СТАР} - \varphi_{МЛ}}{c_{\varphi}} a_{\varphi},$$

$$\lambda = \lambda_{МЛ} + \frac{\lambda_{СТАР} - \lambda_{МЛ}}{c_{\lambda}} a_{\lambda},$$
(1.8)

и контрольные формулы:

$$\varphi = \varphi_{СТАР} + \frac{\varphi_{СТАР} - \varphi_{МЛ}}{c_{\varphi}} b_{\varphi},$$

$$\lambda = \lambda_{СТАР} + \frac{\lambda_{СТАР} - \lambda_{МЛ}}{c_{\lambda}} b_{\lambda},$$
(1.9)

где φ, λ - географические координаты точки;

$\varphi_{СТАР}, \varphi_{МЛ}, \lambda_{СТАР}, \lambda_{МЛ}$ - старшие и младшие значения координатной сетки;

a_{φ}, a_{λ} - расстояние от младшей координатной линии сетки до определяемой точки;

b_{φ}, b_{λ} - расстояние от определяемой точки к старшей линии координатной сетки;

c_{φ}, c_{λ} - расстояние между смежными линиями координатной сетки.

Вычисляются географические координаты определяемых точек.

Точка А

$$\varphi = \varphi_{МОЛ} + \frac{\varphi_{СТАР} - \varphi_{МЛ}}{c_{\varphi}} a_{\varphi} = 54^{\circ}40'00'' + \frac{54^{\circ}41'00'' - 54^{\circ}40'00''}{118.0} 84.1 = 54^{\circ}40'42.76''$$

$$\lambda = \lambda_{МОЛ} + \frac{\lambda_{СТАР} - \lambda_{МЛ}}{c_{\lambda}} a_{\lambda} = 18^{\circ}04'00'' + \frac{18^{\circ}05'00'' - 18^{\circ}04'00''}{106.1} 2.7 = 18^{\circ}04'01.53''$$

Контроль

$$\varphi = \varphi_{СТАР} - \frac{\varphi_{СТАР} - \varphi_{МЛ}}{c_{\varphi}} b_{\varphi} = 54^{\circ}41'00'' - \frac{54^{\circ}41'00'' - 54^{\circ}40'00''}{118.0} 33.9 = 54^{\circ}40'42.76''$$

$$\lambda = \lambda_{СТАР} + \frac{\lambda_{СТАР} - \lambda_{МЛ}}{c_{\lambda}} b_{\lambda} = 18^{\circ}04'00'' - \frac{18^{\circ}05'00'' - 18^{\circ}04'00''}{106.1} 103.7 = 18^{\circ}04'01.36''$$

Точка В

$$\varphi = \varphi_{МОЛ} + \frac{\varphi_{СТАР} - \varphi_{МЛ}}{c_{\varphi}} a_{\varphi} = 54^{\circ}40'00'' + \frac{54^{\circ}41'00'' - 54^{\circ}40'00''}{118.0} 96.0 = 54^{\circ}40'48.81''$$

$$\lambda = \lambda_{МОЛ} + \frac{\lambda_{СТАР} - \lambda_{МЛ}}{c_{\lambda}} a_{\lambda} = 18^{\circ}04'00'' + \frac{18^{\circ}05'00'' - 18^{\circ}04'00''}{106.4} 63.1 = 18^{\circ}04'35.58''$$

Контроль

$$\varphi = \varphi_{СТАР} - \frac{\varphi_{СТАР} - \varphi_{МЛ}}{c_{\varphi}} b_{\varphi} = 54^{\circ}40'00'' - \frac{54^{\circ}41'00'' - 54^{\circ}40'00''}{118.0} 21.8 = 54^{\circ}40'48.91''$$

$$\lambda = \lambda_{МОЛ} - \frac{\lambda_{СТАР} - \lambda_{МЛ}}{c_{\lambda}} b_{\lambda} = 18^{\circ}04'00'' + \frac{18^{\circ}05'00'' - 18^{\circ}04'00''}{106.4} 43.0 = 18^{\circ}04'35.75''$$

Полученные результаты проверяются с приблизительными координатами, и по контрольным формулам. Допуск на разность координат, которые получены аналитическим методом и приблизительными координатами составляет 0.5".

После проверки полученных географических координат они записываются на бланк, вместе с результатами измерений. Точность расчетов географических координат составляет два знака после запятой, а в бланк результаты записываются с точностью один знак после запятой (одна десятая секунды). Фрагмент бланка показан в табл. 1.3.

Таблица 1.3 - Фрагмент заполненного отчетного бланка

Условие задачи	Исходные данные	Формулы вычислений	Результат
3. Определить географические координаты φ_A , λ_A , φ_B , λ_B точек А и В	Точка А $a_{\varphi}=84.1\text{мм}$ $c_{\varphi}=118.1\text{мм}$ $a_{\lambda}=2.7\text{мм}$ $c_{\lambda}=103.7\text{мм}$	$\varphi = \varphi_{МЛАД} + \frac{\varphi_{СТАР} - \varphi_{МЛАД}}{c_{\varphi}} a_{\varphi}$	$\varphi_A = 54^{\circ} 40' 42.8''$ $\lambda_A = 18^{\circ} 04' 01.5''$
	Точка В $a_{\varphi}=96.0\text{мм}$ $c_{\varphi}=118.0\text{мм}$ $a_{\lambda}=63.1\text{мм}$ $c_{\lambda}=106.4\text{мм}$	$\lambda = \lambda_{МЛАД} + \frac{\lambda_{СТАР} - \lambda_{МЛАД}}{c_{\lambda}} a_{\lambda}$	$\varphi_B = 54^{\circ} 40' 48.8''$ $\lambda_A = 18^{\circ} 04' 35.6''$

Задача 4 - Определение отметок H_A и H_B точек A и B

Перед выполнением задачи необходимо подробно изучить рельеф и горизонтали. Особенно обратить внимание на ближайшие горизонтали к определяемым точкам. Определяемая точка может располагаться относительно ближайших горизонталей следующим образом: между смежными горизонталями, рис. 1.11а, на дне лощины или впадины, рис. 1.11б, на вершине холма или хребта, рис. 1.11в.

Для каждого случая формула определения отметок точки разная.

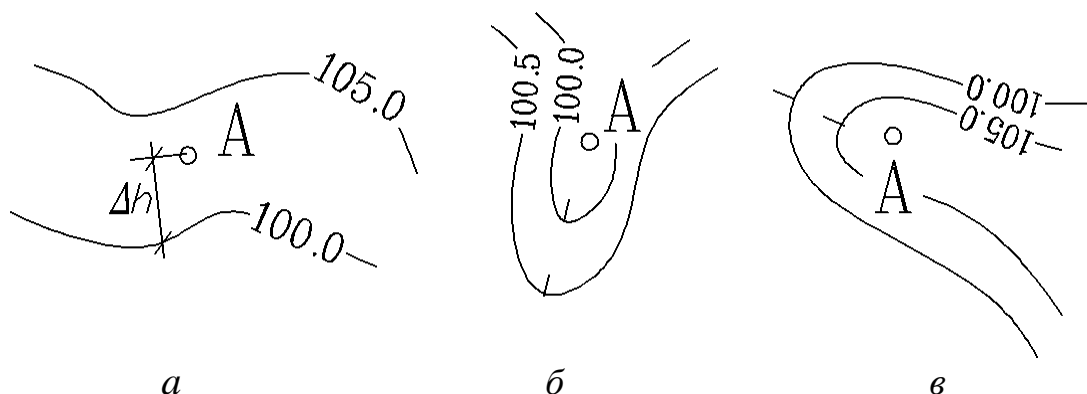


Рис. 1.10 - Варианты размещения определяемой точки

Для первого случая имеем: $H_A = H_{МЛ} + \Delta h$,

где $H_{МЛ}$ – отметка младшей горизонтали;

Δh – превышение между горизонталью и определяемой точкой.

Для второго случая: $H_A = H_{ГОР} - h_p / 2$,

где $H_{ГОР}$ – отметка ближайшей горизонтали;

h_p – высота сечения рельефа карты.

Для третьего случая: $H_A = H_{ГОР} + h_p / 2$,

где $H_{ГОР}$ – отметка ближайшей горизонтали;

h_p – высота сечения рельефа карты.

Как и при решении предыдущих задач составляется схема измерений, рис. 1.12.

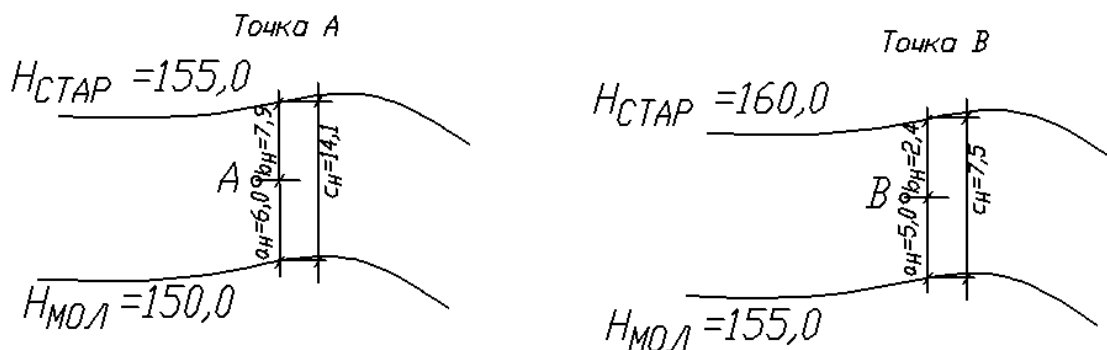


Рис. 1.12 – Схема измерений для определения отметок точек A и B

По карте приблизительно на глаз определяются отметки точек A и B. При сечении рельефа 5м в нашем примере эти отметки равны: $H_A = 152,5м$, $H_B = 158,0м$.

Выполняются измерения между ближайшими горизонталями и определяемой точкой. Результаты записываются на схему, рис. 1.12. Линейные измерения выполняются с точностью 0.3мм.

В формулах (1.2) и (1.3) ξ заменяется на H . Запишем формулы вычисления отметок точек.

$$H = H_{МЛ} + \frac{H_{СТАР} - H_{МЛ}}{c_H} a_H, \quad (1.10)$$

и контрольная формула:

$$H = H_{СТАР} - \frac{H_{СТАР} - H_{МЛ}}{c_H} b_H, \quad (1.11)$$

где H – отметки точек;

$H_{СТАР}, H_{МЛ}$ – старшие и младшие значения отметок горизонталей;

a_H , - расстояние от младшей горизонтали до определяемой точки;

b_H , - расстояние от определяемой точки до старшей горизонтали;

c_H - расстояние между смежными горизонталями.

Выполняются вычисления.

Точка А

$$H = H_{МОЛ} + \frac{H_{СТАР} - H_{МЛ}}{c_H} a_H = 150 + \frac{155 - 150}{14.1} 6.0 = 152.13 ;$$

Контроль

$$H = H_{СТАР} + \frac{H_{СТАР} - H_{МЛ}}{c_H} b_H = 155 - \frac{155 - 150}{14.1} 7.9 = 152.20$$

Точка В

$$H = H_{МОЛ} + \frac{H_{СТАР} - H_{МЛ}}{c_H} a_H = 155 + \frac{160 - 155}{7.5} 5.0 = 158.33 ;$$

Контроль

$$H = H_{СТАР} - \frac{H_{СТАР} - H_{МЛ}}{c_H} b_H = 160 + \frac{160 - 155}{7.5} 2.4 = 158.40 .$$

Полученный результат проверяется по контрольным формулами, или сравниваются результаты с приближенными результатам (допуск 0,5м). Результаты измерений и вычислений записываются на бланк, табл. 1.4.

Таблица 1.4 - Фрагмент заполненного отчетного бланка

Условие задачи	Исходные данные	Формулы вычислений	Результат
4.Определить отметки H_A, H_B точек A и B	Точка А $a_H=6.0мм$ $c_H=14.1мм$ Точка В $a_H=5.0мм$ $c_H=7.5мм$	$H = H_{МЛАД} +$ $+ \frac{H_{СТАР} - H_{МЛАД}}{c_H} a_H$	$H_A = 152.8м$ $H_B = 158.0м$

Задача 5 - Определение дирекционных углов α_{AB}, α_{BA} , истинного азимута A_{AB} , магнитного азимута A_{AB}^M

Азимут - угол отсчитываемый от северного направления меридиана по ходу часовой стрелки до заданного направления.

Азимут, отсчитываемый от северного направления истинного меридиана, называется истинный азимут.

Азимут, отсчитываемый от северного направления магнитного меридиана, называется магнитным азимутом.

Азимут, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана, называется дирекционный угол.

Связь между разными азимутами показана на рис. 1.13.

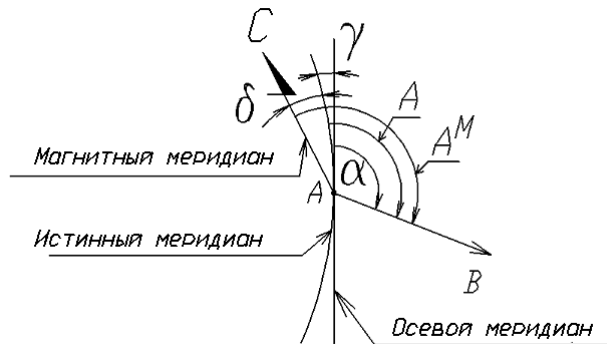


Рис. 1.13 - Схема соотношения ориентирных направлений

Между ориентирными направляющими существует такие соотношения:

$$\begin{aligned} A_{AB} &= \alpha_{AB} \pm \gamma \\ \alpha_{BA} &= \alpha_{AB} \pm 180^\circ, \\ A_{AB}^M &= A_{AB} \pm \delta \end{aligned} \quad 1.12)$$

где A_{AB} – истинный азимут линии AB ;

γ - сближение меридианов;

α_{AB} – дирекционный угол линии AB ;

α_{BA} – дирекционный угол линии BA ;

δ - магнитное склонение.

Угловые параметры ориентирных направлений показаны на всех топографических картах, общий вид схемы ориентирных направления приведены на рис. 1.14.

Задача решается с помощью транспортира, рис. 1.15. Можно определить дирекционный угол или истинный азимут линии AB , затем по формулам (1.12) вычисляются другие ориентирные углы.

Дирекционный угол α_{AB} линии AB будет прямым направлением, а обратное направление α_{BA} исчисляется по формуле

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 180^\circ, \quad (1.13)$$

т.е., если $\alpha_{AB} > 180^\circ$, то от него отнимают 180° , а если $\alpha_{AB} < 180^\circ$, то - прибавляют 180° .

Для определения дирекционного угла графическим способом необходимо центр транспортира разместить в точке пересечения линии AB вертикальной линии координатной сетки и с ней совместить деления 0° – 180° . Производится отсчитывание по шкале транспортира искомого значения дирекционного угла. На рис.1.15, он равняется $\alpha_{AB} = 81^\circ 00'$.

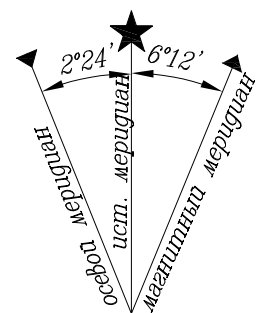


Рис. 1.14 - Схема ориентирных направлений

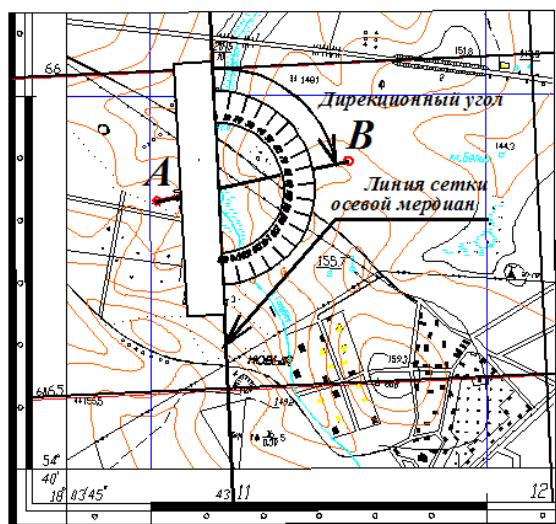


Рис. 1.15 - Определение дирекционного угла транспортиром

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} + 180^\circ = 81^\circ 00' + 180^\circ 00' = 261^\circ 00';$$

$$A_{AB} = \alpha_{AB} + \gamma = 81^\circ 00' + 2^\circ 24' = 83^\circ 24';$$

$$A_{AB}^M = A_{AB} + \delta = 83^\circ 24' + 8^\circ 12' = 91^\circ 36'.$$

Результаты записываются на бланк, форма которого приведена в табл.

1.5.

Таблица 1.5 - Фрагмент заполненного отчетного бланка

Условие задачи	Исходные данные	Формулы вычислений	Результат
5. Определить дирекционные α_{AB} , α_{BA} углы, истинный A_{AB} и магнитный A_{AB}^M азимуты линии AB	$\alpha_{AB} = 81^\circ$	$A = \alpha \pm \gamma$ $\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 180^\circ$ $A_M = A \pm \delta$	$\alpha_{BA} = 261^\circ$ $A_{AB} = 83^\circ 24'$ $A_{AB}^M = 91^\circ 36'$

Задачи на вычисление

Исходными данными для задач на вычисление являются результаты решения задач на определение. На бланке приведено условие задач и расчетные формулы. Для решения этих задач необходимо подставить в формулы исходные данные и выполнить вычисление.

Задача 6 - Вычисление расстояния S_{AB} между двумя точками A и B по координатам X_A, Y_A, X_B, Y_B .

Пример решения этой задачи приведен в табл. 1.6. Исходные данные получаются из задачи 3.

Таблица 1.6 - Расчет расстояний по координатам

Условие задачи	Исходные данные	Формулы вычислений	Результат
6. Вычислить расстояние S_{AB} между двумя точками A и B по координатам	$X_A = 6065,602 \text{ км}$ $Y_A = 4310,811 \text{ км}$ $X_B = 6065,698 \text{ км}$ $Y_B = 4311,421 \text{ км}$	$S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$ $\Delta X = X_B - X_A$ $\Delta Y = Y_B - Y_A$	$\Delta X = 0,096 \text{ км}$ $\Delta Y = 0,610 \text{ км}$ $S_{AB} = 0,618 \text{ км}$

Задача 7 - Вычисление превышения h_{AB} между точками A и B по отметкам H_A, H_B .

Исходные данные берутся из задачи 4, вычисление выполняются в таблице, табл. 1.7.

Таблица 1.7 - Бланк вычисления

Условие задачи	Исходные данные	Формулы вычислений	Результат
7. Вычислить превышение h_{AB} между точками A и B.	$H_A = 152.13$ м $H_B = 158.33$ м	$h_{AB} = H_B - H_A$	$h_{AB} = 5.20$ м

Задача 8.-.Вычисление уклона i_{AB} линии AB

Уклон это тангенс угла наклона, или показатель изменения превышения на единицу расстояния, табл. 1.8.

$$i = \frac{H_B - H_A}{S_{AB}}, \quad (1.16)$$

где H_A и H_B – отметки точек A и B;
 S_{AB} – расстояние между точками A и B.

Таблица 1.8 - Бланк вычисления

Условие задачи	Исходные данные	Формулы вычислений	Результат
8 Вычислить уклон i_{AB} линии AB	$H_A = 152.13$ м $H_B = 158.33$ м $S_{AB} = 734$ м	$i_{AB} = \frac{H_B - H_A}{S_{AB}}$	0.008

Задача 9 - Вычисление дирекционного угла α_{AB} линии AB по координатам X_A, Y_A, X_B, Y_B .

Задача решается по следующей формуле:

$$\alpha = \text{arctg} \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} + 180^\circ n, \quad (1.17)$$

где $n=1$ при $X_B - X_A < 0$;
 $n=2$ при $X_B - X_A > 0$.

Исходные данные берутся из задачи 2.

Результаты записываются в специальный бланк, табл. 1.9.

Таблица 1.9 - Бланк вычисления

Условие задачи	Исходные данные	Формулы вычислений	Результат
9. Вычислить дирекционный угол α_{AB} линии AB	$X_A = 6065,602$ км $Y_A = 4310,758$ км $X_B = 6065,698$ км $Y_B = 4311,486$ км	$\alpha = \text{arctg} \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} + 180^\circ n,$ $n=1$ при $X_B - X_A < 0$ $n=2$ при $X_B - X_A > 0$	$\alpha_{AB} = 82^\circ 29' 16''$

$$\alpha = \text{arctg} \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} + 180^\circ n = \text{arctg} \left[\frac{(4311.486 - 4310.758)}{(6065.698 - 6065.602)} \right] + 180^\circ n = \text{arctg}(7.58333) + 180^\circ n = 82.48786^\circ + 180^\circ \times 2 = 442.48786^\circ - 360^\circ = 82.48786^\circ = 82^\circ 29' 16.3''.$$

Задача на составление

Задача 10 - Составление продольного профиля по линии АВ

Продольный профиль это чертеж вертикального разреза местности по заданному направлению, построенный в заданных горизонтальном и вертикальном масштабах. Масштаб горизонтальный равен масштабу карты 1:10000, вертикальный масштаб в 10 раз крупнее, то есть 1:100000.

На миллиметровке размером 16х16см строится шаблон профиля согласно рис. 1.16.

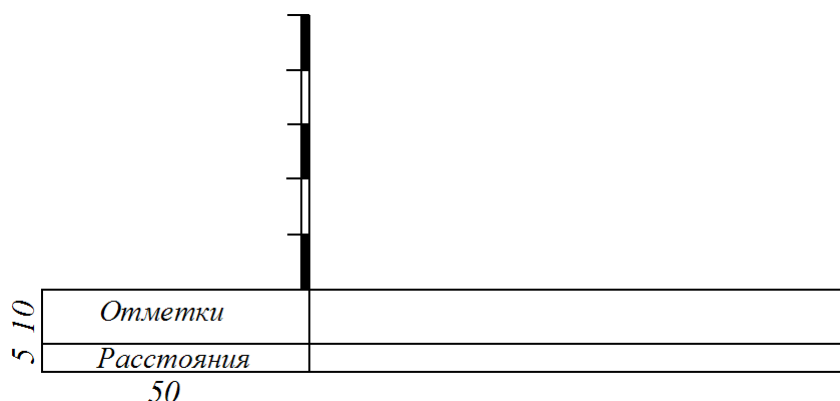


Рис. 1.16 - Шаблон продольного профиля

На топографической карте намечаются характерные точки ситуации и рельефа и по горизонталям определяются их отметки, рис. 1.17.

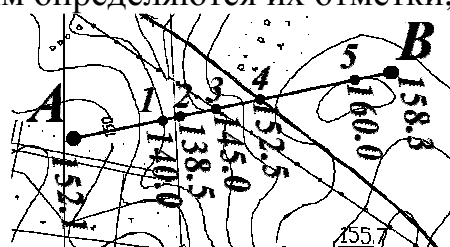


Рис. 1.17 - Характерные точки профиля

Так как масштаб профиля и карты одинаковый, то для переноса расстояний из карты на профиль воспользуемся полоской бумаги, которая накладывается на линию профиля и на нее переносятся все характерные точки профиля и их отметки, рис. 1.18.

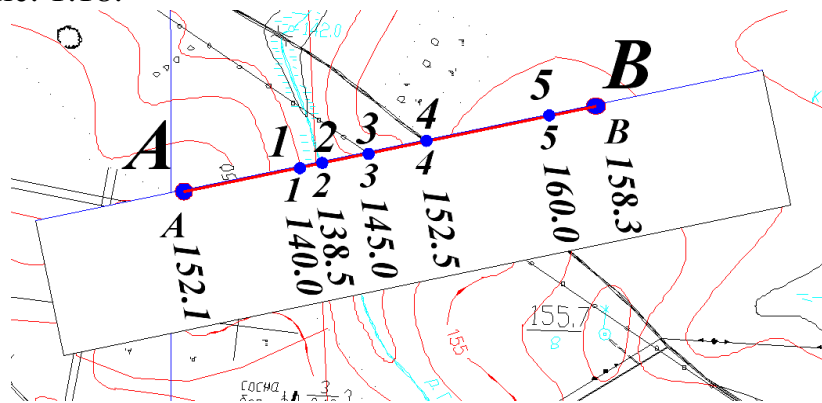


Рис. 1.18 - Перенос расстояний на профиль

Характерные точки рельефа и ситуации переносятся на шаблон профиля, выбирается вертикальный масштаб. Он обычно в 10 раз крупнее горизонтально-

го. В нашем примере горизонтальный масштаб равняется 1:10000, тогда вертикальный масштаб будет равен 1:1000. Исходя из диапазона отметок, подписывается шкала высот. Минимальная отметка составляет 138м, на профиле минимальную отметку принимаем равную 130 м. Максимальная отметка будет равна 160м, рис. 1.19.

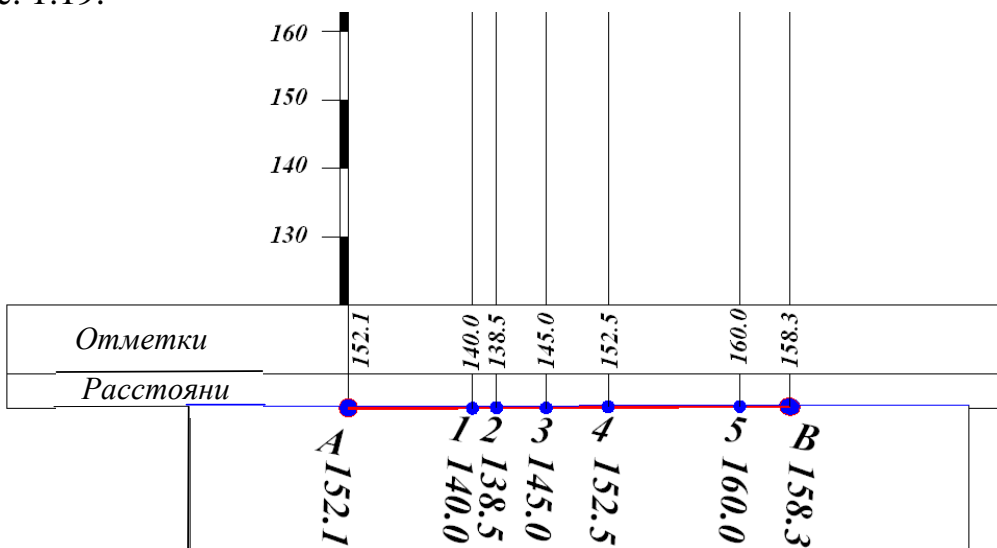


Рис. 1.19 - Заполнение шаблона профиля

По отметкам проводится линия профиля, проставляются номера характерных точек и названия элементов ситуации. Готовый профиль, рис. 1.20, вклеивается в бланк домашнего задания.

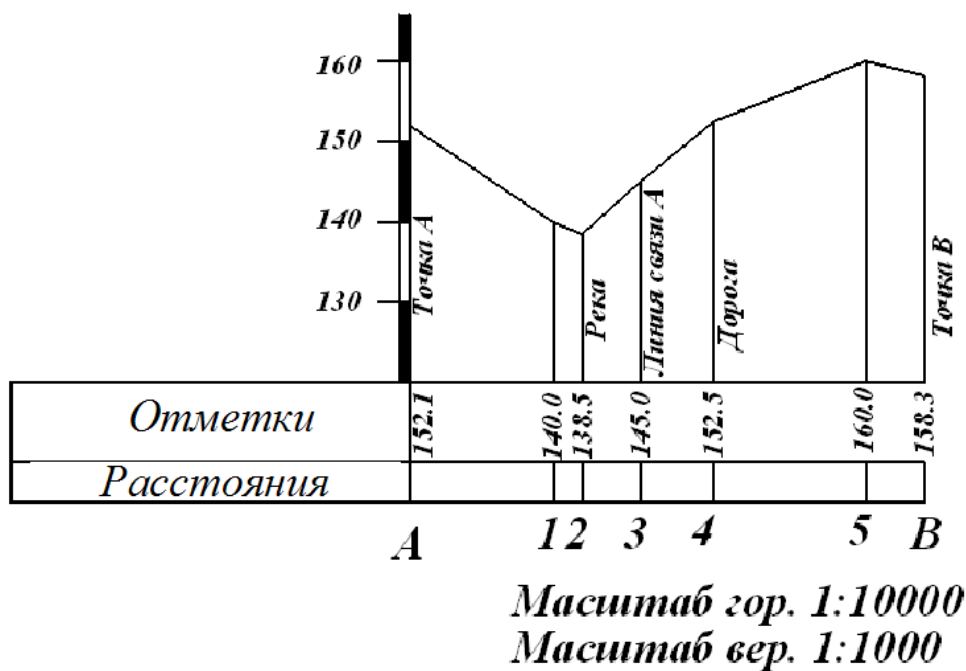


Рис. 1.20 - Законченный профиль

2 ОБРАБОТКА ПОЛЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМОК

2.1 Задание и исходные данные

Задание. Обработать полевые материалы топографических съемок с целью дальнейшего составления топографических планов.

Исходные данные. Первичными исходными данными являются: координаты X_1, Y_1 , отметка H_1 точки 1 и дирекционный угол α_{1-2} линии 1-2 теодолитного хода. Эти данные записываются на первой странице бланка для выполнения работ, рис. 2.1 и на схемы теодолитного хода и нивелирования точек теодолитного хода, рис. 2.3, 2.3.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ			
по курсу «Основы геодезии» для студентов специальности «Архитектура» 6.060102			
Работу выполнил Студент группы А-10 Сташишин И. В.			
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ			
X_1	Y_1	H_1	α_{1-2}
1000.00	1000.00	96.962	87°37.5'

Рис. 2.1 - Запись исходных данных на бланке

Значение координат точки 1 равняются:

$$X_1 = Y_1 = N[\text{сотни метров}] + n[\text{десятки метров}] + t[\text{сантиметров}], \quad (2.1)$$

где N – количество букв в фамилии студента;

n – количество букв в имени студента;

t – количество букв в отчество студента.

Значение дирекционного угла равняется:

$$\alpha_{1-2} = N [\text{градусов}] n [\text{минут}]; \quad (2.2)$$

где N – количество букв в фамилии студента;

n – количество букв в имени студента.

Значение отметки репера H_{Pn1} равняется:

$$H_{Pn1} = N [\text{сотни метров}] + n [\text{десятки метров}] + t [\text{сантиметров}], \quad (2.3)$$

где N – количество букв в фамилии студента;

n – количество букв в имени студента;

t – количество букв в отчество студента.

Пример. фамилии студента - Бондаренко (количество букв $N=10$);

имя студента - Владислав (количество букв $n=9$);

отчество студента - Харитонович (количество букв $t=10$).

Дирекционный угол $\alpha_{1-2} = 10^\circ 09'$.

Координаты точки 1 $X_1 = Y_1 = 10 \times 100(\text{м}) + 9 \times 10(\text{м}) + 9 \times 10(\text{см}) = 1090.90\text{м}$.

Отметка репера $H_{Pnl} = 10 \times 100(м) + 9 \times 10(м) + 9 \times 10(см) = 1090.90м$.

Примечания. Значение исходных данных может быть выдано преподавателем.

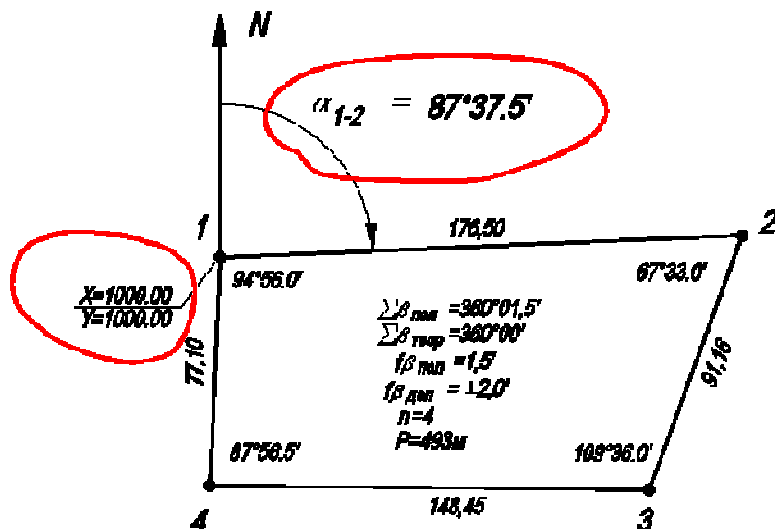


Рис. 2.2 - Запись исходных данных на схему теодолитного хода

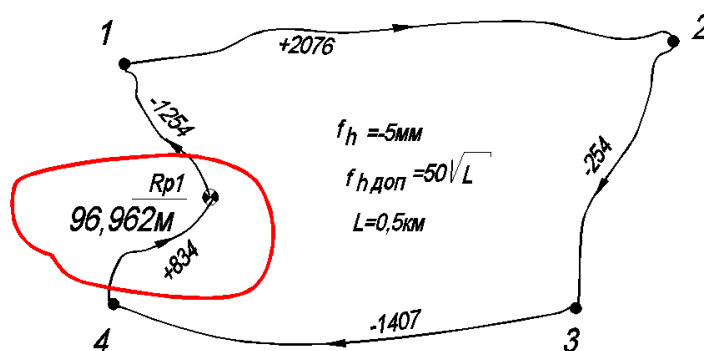


Рис. 2.3 - Запись исходных данных на схему нивелирования точек теодолитного хода

Кроме первичных исходных для выполнения работы используются результаты полевых измерений. Состав и размещение этих материалов приведено в табл. 2.1.

Таблица 2.1 - Состав полевых материалов

№ п/п	Название материала	Ссылка
1	Журнал измерения горизонтальных углов и расстояний	Приложение А
2	Схема теодолитного хода	Приложение Б
3	Ведомость вычисления координат точек теодолитного хода	Приложение В
4	Схема нивелирования точек теодолитного хода	Приложение Г
5	Журнал нивелирования точек теодолитного хода и нивелирной съемки	Приложение Д
6	Журнал тахеометрической съемки	Приложение К

2.2 Отчетные материалы

В результате обработки должны быть получены следующие материалы, табл. 2.2.

Таблица 2.2 - Состав отчетных материалов

<i>№ п/п</i>	<i>Название материала</i>	<i>Ссылка на образцы</i>
1	<i>Схема теодолитного хода с измеренными углами и расстояниями</i>	<i>рис. 2.4</i>
2	<i>Измеренные горизонтальные углы и расстояния теодолитного хода</i>	<i>табл. 2.4</i>
3	<i>Ведомость вычислений координат точек теодолитного хода</i>	<i>табл. 2.7</i>
4	<i>Журнал нивелирования точек теодолитного хода и нивелирной съемки</i>	<i>табл. 2.9</i>
5	<i>Схема нивелирования точек теодолитного хода с вычисленными отметками</i>	<i>рис. 2.5¹</i>
6	<i>Обработанный журнал тахеометрической съемки</i>	<i>рис. 2.10</i>

Примечание:

1. В отчетных материалах схема нивелирования точек теодолитного хода показывается без расчета поправок (смотри рис. 2.5 справа от схемы).

2.3 Обработка материалов теодолитного хода

Задание

Необходимо выполнить следующие работы:

а) составить схему теодолитного хода и выполнить обработку полевого журнала измерений углов и расстояний теодолитного хода;

б) вычислить координаты точек теодолитного хода,

Обработка журнала измерения углов

Плановым обоснованием топографических съемок является теодолитный ход, который состоит из угловых и линейных измерений. В процессе выполнения полевых работ заполняется журнал измерения горизонтальных углов и расстояний, табл. 2.3

На каждой теодолитной станции производится отсчитывание с горизонтального теодолита, получая следующие отсчеты:

- $O_{\text{ЛЕВО ПЕРЕДНЯЯ}}$ - отсчет на переднюю точку при круге лево
- $O_{\text{ЛЕВО ЗАДНЯЯ}}$ - отсчет на заднюю точку при круге лево
- $O_{\text{ПРАВО ПЕРЕДНЯЯ}}$ - отсчет на переднюю точку при круге право
- $O_{\text{ПРАВО ЗАДНЯЯ}}$ - отсчет на заднюю точку при круге право.

Эти отсчеты записываются в соответствующие клетки журнала измерений горизонтальных углов, смотри табл. 2.3, колонка 3.

Исходным материалом для выполнения данной работы является журнал измерения горизонтальных углов и расстояний, приложение А.

Измеренные горизонтальные углы в каждом полуприеме вычисляются по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \beta_{\text{ЛЕВО}}^{\text{ИЗМЕР}} &= O_{\text{ЛЕВО}}^{\text{ПЕРЕДНЯЯ}} - O_{\text{ЛЕВО}}^{\text{ЗАДНЯЯ}}; \\ \beta_{\text{ПРАВО}}^{\text{ИЗМЕР}} &= O_{\text{ПРАВО}}^{\text{ПЕРЕДНЯЯ}} - O_{\text{ПРАВО}}^{\text{ЗАДНЯЯ}}. \end{aligned} \quad (2.4)$$

Вычисленные таким образом углы записываются в колонку 4 журнала, табл. 2.3. Если, $|\beta_{\text{ЛЕВО}}^{\text{ИЗМЕР}} - \beta_{\text{ПРАВО}}^{\text{ИЗМЕР}}| \leq I'$, то вычисляют средние значения измеренных углов, которые записываются в колонку 5. В колонке 6 записывают результаты линейных измерений, прямой, обратный и средний результаты.

Таблица 2.3 – Образец заполнения результатов угловых измерений

Точка установ. теодол.	Точка визирования	Отсчет по горизонтальному углу	Измеренный угол	Средний угол	Расстояние
1	2	3	4	5	6
	передняя	$O_{\text{ЛЕВО}}^{\text{ПЕРЕДНЯЯ}}$			4-1
1КЛ			$O_{\text{ЛЕВО}}^{\text{ПЕРЕДНЯЯ}} - O_{\text{ЛЕВО}}^{\text{ЗАДНЯЯ}}$		$S_{\text{ПР}}$
	задняя	$O_{\text{ЛЕВО}}^{\text{ЗАДНЯЯ}}$		$\beta = \frac{\beta_{\text{ЛЕВ}} + \beta_{\text{ПРАВ}}}{2}$	$S_{\text{ОБР}}$
	передняя	$O_{\text{ПРАВО}}^{\text{ПЕРЕДНЯЯ}}$			$S_{\text{СР}}$
1КП			$O_{\text{ПРАВО}}^{\text{ПЕРЕДНЯЯ}} - O_{\text{ПРАВО}}^{\text{ЗАДНЯЯ}}$		
	задняя	$O_{\text{ПРАВО}}^{\text{ЗАДНЯЯ}}$			

Образец обработанного журнал приведен в табл. 2.4.

Таблица 2.4 – Журнал измерения горизонтальных углов и расстояний

Дата 5 июня 2020р.

Исполнитель Стасишин П.А.

Точка установ. теодол.	Точка визиров	Отсчет по горизонтальному кругу ° ' "	Измеренный угол ° ' "	Средний угол ° ' "	Расстоян. м
	4	122 14,0			4-1
1КЛ			94 56,0		77,12
	2	27 18,0		94 56,0	77,08
1КП	4	260 38,0			77,10
	2	165 42,0			
2КЛ	1	100 18,0			1-2
			67 33,5		176,54
	3	32 44,5		67 33,0	176,46
2КП	1	189 43,5			176,50
			67 32,5		
	3	122 11,0			

Продолжение табл. 2.4

	2	194 03,0			2-3
ЗКЛ			109 36,0		91,18
	4	84 27,0		109 36,0	91,17
	2	10 17,0			91,16
ЗКп			109 36,0		
	4	260 41,0			
	3	167 56,0			3-4
4КЛ			87 57,0		148,46
	1	79 59,0		87 56,5	148,45
	3	111 15,0			148,45
4КП			87 56,0		
	1	23 19,0			

Результаты полевых измерений записывают в схему теодолитного хода, рис. 2.4.

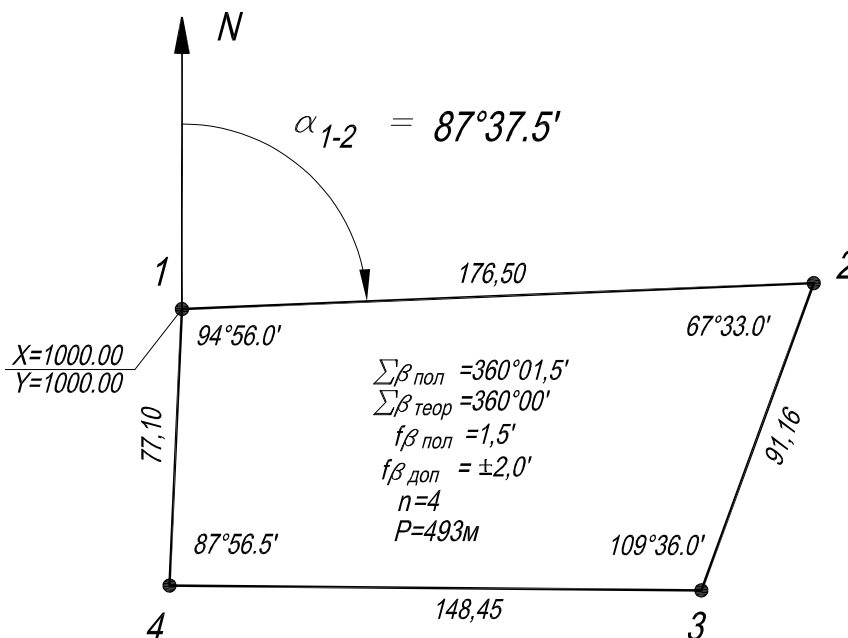


Рис. 2.4 - Схема теодолитного хода

На схеме показывается:

- исходные данные;
- результаты угловых и линейных измерений;
- результаты вычислений суммы измеренных углов и определяется значение полученной и допустимой угловой невязки.

Полученные угловые невязки высчитываются по формуле:

$$f\beta = \Sigma\beta_{\text{пол}} - \Sigma\beta_{\text{теор}}, \quad (2.5)$$

где $\Sigma\beta_{\text{пол}}$ - сумма измеренных углов;

$\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180^\circ(n - 2)$ - теоретическая сумма углов;

n - количество измеренных углов.

Качество угловых измерений, контролируется по полученной и допустимой угловой невязкам:

$$\Sigma\beta_{\text{доп}} = I'\sqrt{n}, \quad (2.6)$$

где n - количество измеренных углов в полигоне.

Вычисление координат точек теодолитного хода

Вычисление координат выполняется в специальной ведомости, приложение В. В колонку 1, табл. 2.5, вписываются номера точек теодолитного хода.

Таблица 2.5 - Фрагмент ведомости вычисления координат точек теодолитного хода (запись исходных данных)

№ тчк	Измерен угол, ° ' "	Исправлен угол, ° ' "	Дирекцион угол, ° ' "	Расстоян м.	Координаты, м	
					X	Y
1	2	3	4	5	9	10
1					<u>1000,00</u>	<u>1000,00</u>
	-0,3		87 37,5	176,50		
2	67 33,0	67 32,7				
	-0,4			91,16		
3	109 36,0	109 35,6				
	-0,4			148,46		
4	87 56,5	87 56,1				
	-0,4			77,10		
1	94 56,0	94 55,6			<u>1000,00</u>	<u>1000,00</u>
			87 37,5			
2						

$$\Sigma\beta_{\text{пол}}=360\ 01,5$$

$$\Sigma\beta=360$$

$$P=493,22$$

$$\Sigma\beta_{\text{теор}}=360^\circ;$$

$$f\beta = +1,5';$$

$$f\beta_{\text{доп}}=I'\sqrt{n}.$$

$$f\beta_{\text{доп}}=2'$$

КОНТРОЛЬ 1:

$$\Sigma\delta = -f\beta;$$

$$\Sigma\delta=(-0,3')+(-0,4')+(-0,4')+(-0,4')=-1,5'=-f\beta;$$

КОНТРОЛЬ 2:

$$\Sigma\beta_{\text{исп}}=\Sigma\beta_{\text{теор}}=360^\circ.$$

В колонки 2 и 5 со схемы теодолитного хода, рис. 2.4, переписываются измеренные горизонтальные углы и расстояния. В колонки 4, 9 и 10 записываются исходный дирекционный угол и координаты точки 1. Так как обрабатывается замкнутый теодолитный ход, значение начального дирекционного угла α_{1-2} и координат X_1 , Y_1 точки 1 записываются дважды. Дирекционный угол в колонке 4 записывается между сносками 1 и 2, в начале и в конце ведомости. Также и координаты точки 1, соответственно, записываются в колонках 9 и 10 в строках точки 1 в начале и в конце ведомости.

Все данные тщательно проверяются.

Вычисляется сумма измеренных углов:

$$\Sigma\beta_{\text{изм}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \dots + \beta_n; \quad (2.7)$$

где β_i – измеренный угол.

ВНИМАНИЕ! ВСЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ СОПРОВОЖДАЮТСЯ ТЕКУЩИМИ КОНТРОЛЯМИ. БЕЗ ПРОХОЖДЕНИЯ ЭТИХ КОНТРОЛЕЙ ДАЛЬНЕЙШИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ЗАПРЕЩАЮТСЯ.

Контроль. Вычисленная в ведомости сумма измеренных углов должна равняться сумме этих же углов, которые приведены на схеме теодолитного хода.

Вычисляется угловая невязка:

$$f_\beta = \Sigma\beta_{\text{изм}} - 180^\circ(n-2), \quad (2.8)$$

где $\Sigma\beta_{ИЗМ}$ – сумма измеренных углов;

n – количество углов.

Угловая невязка записывается под измеренными углами.

Вычисляется допустимая угловая невязка:

$$f\beta_{доп} = 1'\sqrt{n}, \quad (2.9)$$

где n – количество углов.

Например, при $n = 4$, $f\beta_{доп} = 2'$. Допустимая невязка записывается под вычисленной угловой невязкой.

Контроль. Вычисленная допустимая невязка должна равняться величине допустимой невязки, которая приведена на схеме теодолитного хода.

Вычисляются поправки в измеренные углы:

$$\delta_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n}, \quad (2.10)$$

где n – количество углов.

Полученные поправки округляются до одной десятой минуты при условии, что их сумма будет равняться полученной угловой невязке, взятой с обратным знаком. Вычисленные поправки в формате <минута, десятая доля минуты> красным цветом записываются в ведомость (колонка 2) сверху соответствующих измеренных углов.

Контроль. $\Sigma\delta_{\beta} = -f_{\beta}$.

Вычисляются исправленные горизонтальные углы:

$$\beta_{ИСП} = \beta_{ИЗМ} + \delta_{\beta}. \quad (2.11)$$

Исправленные горизонтальные углы записываются в колонку 3 ведомости.

Контроль. Вычисленная сумма исправленных горизонтальных углов должна равняться теоретической сумме измеренных углов, т.е. в примере, который приведен в табл. 2.5, эта сумма должна равняться 360° .

Вычисляются дирекционные углы. Формулы вычисления дирекционных углов зависят от того, какие измерялись горизонтальные углы.

Для правых по ходу горизонтальных углов дирекционные углы вычисляются по следующей формулой:

$$\alpha = \alpha_{ПРЕД} - \beta \pm 180^{\circ}. \quad (2.12)$$

В нашем случае измерены правые по ходу углы, следовательно, дирекционные углы вычисляются по формуле (2.12).

Для левых по ходу горизонтальных углов формула вычисления дирекционных углов имеет вид:

$$\alpha = \alpha_{ПРЕД} + \beta \pm 180^{\circ}. \quad (2.13)$$

В формулах (2.9) и (2.10):

α – дирекционный угол, который вычисляется;

$\alpha_{ПРЕД}$ – предыдущий дирекционный угол;

β – исправленный горизонтальный угол.

Рассмотрим пример вычисления дирекционных углов (горизонтальные углы правые).

$$\begin{array}{rcl}
 \alpha_{1-2} = & & \mathbf{87^\circ 37,5'} \\
 + 180^\circ & & \mathbf{267^\circ 37,5'} \\
 - \beta_2^{ИСП} = & & 67^\circ 32,7' \\
 A_{2-3} = & & \mathbf{200^\circ 04,8'} \\
 + 180^\circ & & 380^\circ 04,8' \\
 - \beta_3^{ИСП} = & & 109^\circ 35,6' \\
 \alpha_{3-4} = & & \mathbf{270^\circ 29,2'} \\
 - 180^\circ & & 90^\circ 29,2' \\
 - \beta_4^{ИСП} = & & 87^\circ 56,1' \\
 \alpha_{4-1} = & & \mathbf{2^\circ 33,1'} \\
 + 180^\circ & & 182^\circ 33,1' \\
 - \beta_1^{ИСП} = & & 94^\circ 55,6' \\
 \alpha_{1-2} = & & \mathbf{87^\circ 37,5'} \\
 A_{1-2}^{ВЫЧ} = & & \mathbf{87^\circ 37,5'} \\
 A_{1-2}^{НАЧ} = & & \mathbf{87^\circ 37,5'}
 \end{array}$$

Дирекционные углы записываются в колонку 4 ведомости, табл. 2.6.

Контроль. Вычисленный дирекционный угол начальной стороны (стороны 1-2) должен быть равен начальному значению дирекционному углу этой стороны.

По вычисленным дирекционным углам и значениями расстояний вычисляются приращения координат:

$$\begin{aligned}
 \Delta X &= S \cos \alpha, \\
 \Delta Y &= S \sin \alpha.
 \end{aligned} \tag{2.14}$$

Вычисленные приращения координат записываются у колонки 6 и 7 ведомости.

Контроль. После вычисления приращений координат проверяются их знаки, они должны отвечать знакам функций синус и косинус дирекционных углов; для контроля можно воспользоваться следующими соотношениями:

$$\begin{aligned}
 &\text{если } 0 < \alpha < 90^\circ, \text{ то } \Delta X > 0, \Delta Y > 0; \\
 &\text{если } 90^\circ < \alpha < 180^\circ, \text{ то } \Delta X < 0, \Delta Y > 0; \\
 &\text{если } 180^\circ < \alpha < 270^\circ, \text{ то } \Delta X < 0, \Delta Y < 0; \\
 &\text{если } 270^\circ < \alpha < 360^\circ, \text{ то } \Delta X > 0, \Delta Y < 0.
 \end{aligned}$$

Контролируются числовые значения приращений с помощью теоремы Пифагора

$$S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}.$$

Вычисляются суммы приращений координат, которые равняются невязкам f_x, f_y :

$$\begin{aligned}
 f_x &= \Sigma \Delta X, \\
 f_y &= \Sigma \Delta Y.
 \end{aligned} \tag{2.15}$$

Качество линейных измерений оценивается по абсолютной и относительной линейными погрешностям:

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} - \text{абсолютная линейная погрешность,} \tag{2.16}$$

$$\frac{f_s}{S} = \frac{1}{P/f_s} - \text{относительная линейная погрешность} \quad (2.17)$$

где P - периметр полигона, равный сумме всех измеренных расстояний, в данном примере он равен $P=493,22\text{м}$.

Результаты вычислений записываются в нижней части ведомости. Относительная линейная погрешность не должна превышать $1/2000$.

Вычисляются поправки в приращения координат:

$$\begin{aligned} \delta_x &= -\frac{f_x}{P} S, \\ \delta_y &= -\frac{f_y}{P} S, \end{aligned} \quad (2.18)$$

где S - измеренные расстояния между точками теодолитного хода в сотнях метров;

P - периметр полигона в сотнях метрах.

Вычисленные поправки в приращения координат округляются до сантиметров таким образом, чтобы их сумма равнялась соответствующей невязке, взятой с обратным знаком. Поправки вписываются красным цветом в колонки 6 и 7 над соответствующими приращениями координат, табл. 2.5

Контроль. $\Sigma\delta_x = -f_x$; $\Sigma\delta_y = -f_y$.

Вычисляются исправленные приращения координат:

$$\begin{aligned} \Delta X_{\text{исп}} &= \Delta X_{\text{выч}} + \delta_x, \\ \Delta Y_{\text{исп}} &= \Delta Y_{\text{выч}} + \delta_y, \end{aligned} \quad (2.19)$$

где $\Delta X_{\text{выч}}$, $\Delta Y_{\text{выч}}$ - вычисленные приращения координат;

δ_x , δ_y - поправки в приращения координат.

Вычисленные приращения координат записываются у колонки 8 и 9 ведомости.

Контроль. $\Sigma\Delta X_{\text{выч}}=0$; $\Sigma\Delta Y_{\text{выч}}=0$. **Результаты контроля записываются в нижней части ведомости в колонках 8 и 9.**

Таблица 2.6 - Фрагмент ведомости вычисления координат точек теодолитного хода (вычисление дирекционных углов и приращений координат).

№ тчк	Дирекционный угол,	Расст. м.	Вычисленные приращения в м		Исправленные приращения в м	
			ΔX	ΔY	ΔX	ΔY
1	4	5	6	7	8	9
1			+1	-1		
	87 37,5	176,50	+7,31	+176,35	+7,32	+176,34
2			+1	-1		
	200 04,8	91,16	-85,62	-31,30	-85,61	-31,31
3			+1	-1		
	270 29,2	148,46	+1,26	-148,45	+1,27	-148,46
4						
	2 33,1	77,10	+77,02	+3,43	+77,02	+3,43
1						
	87 37,5					
2						
		493,22	$f_x=-0,03$	$f_y=+0,03$	$\Sigma\Delta X=0,00$	$\Sigma\Delta Y=0,00$

Завершающей операцией обработки материалов теодолитного хода является вычисление координат:

$$X = X_{\text{ПРЕД}} + \Delta X_{\text{ИСП}}; Y = Y_{\text{ПРЕД}} + \Delta Y_{\text{ИСП}}, \quad (2.20)$$

где $X_{\text{ПРЕД}}, Y_{\text{ПРЕД}}$ – предыдущие значения координат X и Y ;

$X_{\text{ИСП}}, Y_{\text{ИСП}}$ – исправленные значения приращений координат ΔX и ΔY .

Контроль. Вычисленные по ходу координаты начальной точки должны быть равны исходным координатам.

Образец полностью законченной ведомости приведен в табл. 2.7.

Таблица 2.7 – Образец ведомости вычислений координат

№ тчк	Измер. углы, °	Исправ. углы, °	Дирекц. углы, °	Расст. м.	Вычислен. приращения в м		Исправлен. приращения в м		Координаты, м	
					ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	X	Y
1					+1	-1			<u>1000,00</u>	<u>1000,00</u>
	-0,3		<u>87 37,5</u>	176,50	+7,31	+176,35	+7,32	+176,34		
2	67 33,0	67 32,7			+1	-1			1007,32	1176,34
	-0,4		200 04,8	91,16	-85,62	-31,30	-85,61	-31,31		
3	109 36,0	109 35,6			+1	-1			921,71	1145,03
	-0,4		270 29,2	148,46	+1,26	-148,45	+1,27	-148,46		
4	87 56,5	87 56,1							922,98	996,57
	-0,4		2 33,1	77,10	+77,02	+3,43	+77,02	+3,43		
1	94 56,0	94 55,6							<u>1000,00</u>	<u>1000,00</u>
			<u>87 37,5</u>							
2										

360 01.5 360

493,22 $f_x = -0,03$ $f_y = +0,03$ $\Sigma \Delta X = 0,00$ $\Sigma \Delta Y = 0,00$

$$\Sigma \beta_{\text{ПОЛ}} = 360^{\circ} 01,5';$$

$$\Sigma \beta_{\text{ТЕОР}} = 360^{\circ};$$

$$f\beta = +1,5';$$

$$\Sigma \beta_{\text{ДОП}} = 1' \sqrt{n}.$$

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,03^2 + 0,03^2} = \pm 0,03;$$

$$\frac{f_s}{S} = \frac{1}{P/f_s} = \frac{1}{493,22/0,03} = \frac{1}{16441} \leq \frac{1}{2000}.$$

2.4 Обработка материалов нивелирования точек теодолитного хода и нивелирной съемки

Исходными материалами для выполнения данной работы является схема нивелирования, приложение Г, и журнал, приложение Д, нивелирования точек теодолитного хода.

Работа начинается с вычислений отметок точек теодолитного хода на схеме нивелирования, рис. 2.5 и 2.6. Прежде всего, вычисляется сумма измеренных превышений

$$\Sigma h = -1254 + 2076 - 254 - 1407 + 834 = +5 \text{ мм.}$$

Эта величина будет невязкой в превышениях $f_h = \Sigma h$. После чего проверяется соответствие полученной и допустимой невязок: $f_{h \text{ доп}} 50\sqrt{L}$, где L – длина хода в километрах.

В нашем случае длина хода составляет 0,5 км. Таким образом, допустимая невязка будет равна 35 мм, а полученная – 5 мм, следовательно, нивелирование выполнено верно. После диагностики полученной невязки вычисляются по-

правки в превышениях $\delta_h = -f_h/n$, где n – число станций. Поправки округляются до сантиметров таким образом, чтобы их сумма равнялась полученной невязке в превышениях, полученной с обратным знаком. Поправки вводятся в измеренные превышения $h_{ВЫЧ} = h_{ПОЛ} + \delta_h$.

Контроль. $\Sigma\delta_h = -f_h$.

Вычисление невязок и поправок показано на рис. 2.5.

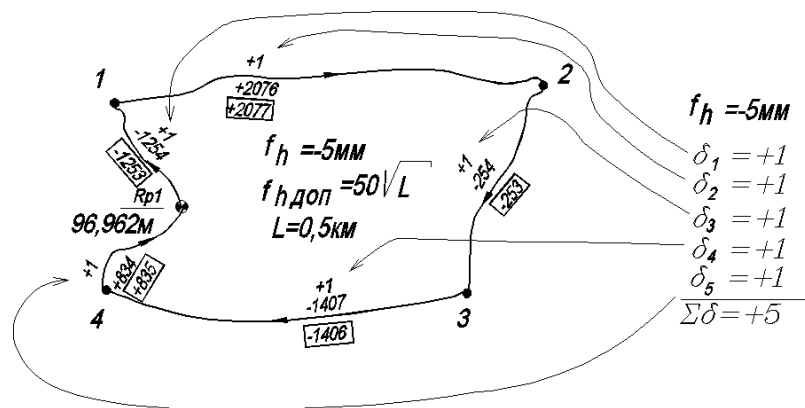


Рис. 2.5 - Вычисление исправлений у превышение

После завершения вычислений исправленных превышений обязательно выполняется **контроль** $\Sigma h_{ВЫЧ} = 0$.

Если сумма исправленных превышений равняется нулю, то вычисляются отметки точек.

$$\begin{aligned}
 H_1 &= H_{Rp1} + h_{Rp1-1}^{ИСП}; \\
 H_2 &= H_1 + h_{1-2}^{ИСП}; \\
 H_3 &= H_2 + h_{2-3}^{ИСП}; \\
 H_4 &= H_3 + h_{3-4}^{ИСП}; \\
 H_{Rp1} &= H_4 + h_{4-Rp1}^{ИСП}.
 \end{aligned}
 \tag{2.21}$$

Контроль. Высчитанная по ходу отметка H_{Rp1} должна равняться исходному значению отметки этой точки.

Расчеты отметок показаны на рис. 2.6.

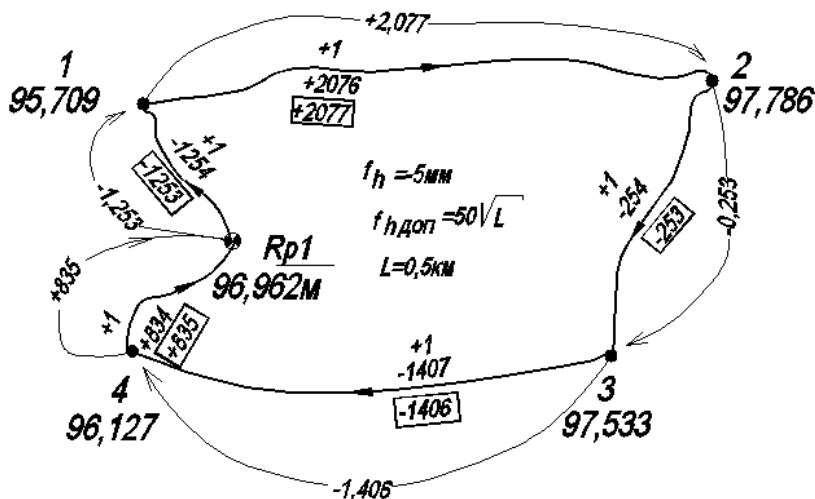


Рис. 2.6- Вычисление отметок точек теодолитного хода

Так нивелирование точек теодолитного хода представляет собой замкнутый нивелирный ход, который опирается на одну начальную точку $Rp1$. Невязка в превышениях fh таких ходов вычисляется по формуле:

$$fh = \Sigma h_{CP}, \quad (2.22)$$

где h_{CP} - среднее превышение.

Обработка журналов начинается из контрольных вычислений (постраничного контроля), для этого суммируются отдельно на каждой странице задние ($\Sigma a_{ЗАДН}$) и передние ($\Sigma b_{ПЕРЕД}$) отсчеты, вычисленные ($\Sigma h_{ВЫЧ}$) и средние (Σh_{CP}) превышения; контроль:

$$\Sigma a_{ЗАДН} - \Sigma b_{ПЕР} = \Sigma h_{ВЫЧ};$$

$$\Sigma h_{ВЫЧ} = 2 \Sigma h_{CP},$$

результаты контроля записываются в соответствующих колонках, табл. 2.8.

Таблица 2.8 - Образец записи результатов постраничного контроля

Журнал нивелирования точек теодолитного хода и нивелирной съемки

Дата 20 июня 2020г.

Исполнитель Стасишин П.А.

№ ст	№ тчк	Отсчеты по рейкам			Превышения			Отметки	
		задн	передн	промеж	вычисл	средн	исправл	ГИ	точек
	$Rp1$	384	1636		-1252	1		97,346	96,962
1		5168	6424		-1256	-1254	-1253	97,345	
	$T1$	4784	4788					97,346	95,709
	1			1043					96,303
	2			841					96,504
...
...
	28			904					97,264
	29			1275					96,893
	30			1482					96,687
	$T4$	1823	987		836	2		97,949	96,126
5		6604	5772		832	834	836	97,949	
	$Rp1$	4781	4785					97,949	96,962
	31			1559					96,390
	32			1582					96,367
		37979	37989		-10	-5	0		
		-10							

$$fh = -5 \text{ мм};$$

$$fh_{доп} = 50\sqrt{L} = 50 \times \sqrt{2} = 35 \text{ мм}.$$

Вычисляется невязка fh в превышениях:

$fh = \Sigma h_{СЕР}$ - для замкнутого нивелирного хода;

$fh = \Sigma h_{СЕР} - (H_{кон} - H_{нач})$ - для разомкнутого нивелирного хода. Проверяется соответствие вычисленной невязки величине допустимой невязке $fh_{доп}$,

$fh_{доп} = 50\sqrt{L}$ - для нивелирования точек теодолитного хода,

где L - длина хода в км;

n - число нивелирных станций.

Вычисляются поправки δ_h в превышениях

$$\delta_h = -fh/n. \quad (2.24)$$

$$\text{Контроль} - \Sigma \delta_h = -fh;$$

Исправленные превышения вычисляются по следующей формуле:

$$h_{\text{ВИП}} = h_{\text{СР}} + \delta_h. \quad (2.25)$$

Контроль - $\Sigma h_{\text{ИСП}} = (H_{\text{КОН}} - H_{\text{НАЧ}})$ - для разомкнутого хода, $\Sigma h_{\text{ИСП}} = 0$ - для замкнутого хода.

Отметки связующих точек вычисляются по значениям отметок предыдущих точек и исправленных превышений:

$$H = H_0 + h_{\text{ИСП}}, \quad (2.26)$$

где H_0 - отметка предыдущей точки;

H - отметка следующей точки;

Контроль - вычисленная отметка начальной точки должна равняться отметке начальной точки.

После вычисления отметок всех связующих точек вычисляются отметки промежуточных точек. Для станций, которые имеют промежуточные точки, вычисляется отметка горизонта инструмента

$$\begin{aligned} H_{\text{ГИ}}^A &= H_A + a; \\ H_{\text{ГИ}}^B &= H_B + b, \end{aligned} \quad (2.27)$$

где H_A - отметка задней по ходу связующей точки;

H_B - отметка передней по ходу связующей точки;

a - отсчет на задней точке;

b - отсчет на передней точке.

Если $|H_{\text{ГИ}}^A - H_{\text{ГИ}}^B| \leq 5 \text{ мм}$, то вычисляется среднее значение $H_{\text{ГИ}} = \frac{H_{\text{ГИ}}^A + H_{\text{ГИ}}^B}{2}$.

Отметки промежуточных точек равны:

$$H = H_{\text{ГИ}} - c, \quad (2.28)$$

где c - отсчет на промежуточной точке.

Образец обработанного нивелирного журнала приведен в табл. 2.9.

Таблица 2.9- Журнал нивелирования точек теодолитного хода и нивелирной съемки

№ ст	№ тчк	Отсчеты по рейкам			Превышения			Отметки	
		задн	передн	промеж	вычисл	средние	исправл	ГИ	точек
	Rp1	384	1636		-1252	1		97,346	96,962
1		5168	6424		-1256	-1254	-1253	97,345	
	T1	4784	4788					97,346	95,709
	1			1043					96,303
	2			841					96,504
	3			1460					95,886
	4			1225					96,121
	5			1228					96,118
	6			939					96,407

Продолжение таблицы 2.9

№ ст	№ тчк	Отсчеты по рейкам			Превышения			Отметки	
		задн	передн	промеж	вычисл	средние	исправл	ГИ	точек
2	T1	2639	563		2076	1		98,348	95,709
		7424	5348		2076	2076	2077	98,349	
	T2	4785	4785					98,349	97,786
	7			1853					96,496
	8			1723					96,626
	9			1940					96,409
	10			1939					96,410
	11			1647					96,702
	12			1941					96,408
	13			1938					96,411
	14			1604					96,745
3	T2	1548	1801		-253	1		99,334	97,786
		6335	6590		-255	-254	-253	99,334	
	T3	4787	4789					99,334	97,533
	15			1693					97,641
	16			3078					96,256
	17			1916					97,418
	18			2201					97,133
	19			1914					97,42
	20			1866					97,468
	21			1713					97,621
	22			1697					97,637
	23			1884					97,450
	24			2131					97,203
	25			1961					97,373
	26			1547					97,787
	27			1544					97,790
4	T3	635	2044		-1409	1		98,168	97,533
		5419	6824		-1405	-1407	-1406	98,171	
	T4	4784	4780					98,170	96,127
	28			906					97,264
	29			1277					96,893
	30			1483					96,687
5	T4	1823	987		836	1		97,950	96,127
		6604	5772		832	834	835	97,949	
	Rp1	4781	4785					97,950	96,962
	31			1559					96,390
	32			1582					96,367
		37979	37989		-10	-5	0		
		-10							

$$fh = -10 \text{ мм}$$

$$L = 0,5 \text{ км}$$

$$Fh_{\text{доп}} = 50\sqrt{L} = 50 \times \sqrt{0,5} = 35 \text{ мм}$$

2.5 Обработка журнала тахеометрической съемки

Исходными данными для обработки тахеометрического журнала является полевой журнал тахеометрической съемки, приложение К, и схема нивелирования точек теодолитного хода, приложение Г.

Со схемы нивелирования точек теодолитного хода выписываются отметки тахеометрических станций $H_{СТАН}$ (отметка точек). Вычисляются отметки значений места нуля

$$МО = \frac{КЛ + КП}{2}, \quad (2.34)$$

где $КП$ и $КЛ$ – отсчеты по вертикальному кругу при положениях теодолита «Круг право», «Круг лево», которые получены при выполнении ориентирных работ на каждой тахеометрической станции. В журнале тахеометрической съемки, табл. 2.9, это:

$$\text{для тахеометрической станции 1} - МО = \frac{КЛ + КП}{2} = \frac{0^{\circ}17' + (-0^{\circ}15')}{2} = 1.0'.$$

Результаты записываются на титульной строке журнала, рис. 2.7.

№ пикета	Дальномер. раст., D, м	Отсчет. ГК °.	Отсчет. ВК °.	Угол наклона, ν	Горизон. пролож. S, м	Превышения. h, м	Отмет. H, м	Примечан
Станция № 1 $i = 1.45$				МО = +1'	H _{см} = 95.71			
T4	77.10	0°00'	Л 0 20.5' П-018.5'	0 19.5	77.10	+0.42	96.13	
33	16,39	12 49,6	0 18,0	0 17,0	16,39	0,08	95,79	рельеф
34	24,88	112 39,2	0 02,5	0 01,5	24,88	0,01	95,72	мост
35	51,43	98 10,6	-0 06,0	-0 07,0	51,43	-0,1	95,61	-,-
36	52,87	111 55,1	-0,055	-0 06,5	52,87	-0,1	95,61	-,-
37	30,48	136 12,4	0 02,0	0 01,0	30,48	0,01	95,72	-,-

Рис. 2.7 - Запись МО в тахеометрический журнал

Контроль. Разность значений МО, определенных на всех тахеометрических станциях не должна превышать 2'.

Определяются значение углов наклона:

$$\nu = КП - МО; \quad (2.35)$$

Результаты записываются в колонку 5 журнала тахеометрической съемки. Вычисляются значение горизонтальных проекций расстояний:

$$S = D \cos \nu, \quad (2.36)$$

где D - дальномерное расстояние;

ν - угол наклона, если $\nu < 3^{\circ}$, то $S = D$.

Результат записывается в колонку 6.

Вычисляется превышение:

$$h = Stg \nu; \quad (2.37)$$

Результаты записываются в колонку 7. Вычисляются отметки пикетных точек:

$$H_i = H_{СТАН} + h. \quad (2.38)$$

Результаты записываются в колонку 8.

Образец обработанного журнала тахеометрической съемки приведен в табл. 2.9.

Таблица 2.10 - Журнал тахеометрической съемки

Дата 6.06.2010

Исполнитель Стасишин П.

№ пикета	Дальном. раст., D, м	Отсчет. ГК °'	Отсчет. ВК °'	Угол наклона, ν °'	Горизон. пролож. S, м	Превышения. h, м	Отмет. Н, м	Примечан
Станция № 1 $i=1.45$ МО = +1'				$H_{cm}=95.71$				
T4	77.10	0°00'	Л 0 20.5'	0 19.5	77.10	+0.42	96.13	
			П-018.5'					
33	16,39	12 49,6	0 18,0	0 17,0	16,39	0,08	95,79	рельеф
34	24,88	112 39,2	0 02,5	0 01,5	24,88	0,01	95,72	мост
35	51,43	98 10,6	-0 06,0	-0 07,0	51,43	-0,1	95,61	-, -
36	52,87	111 55,1	-0,055	-0 06,5	52,87	-0,1	95,61	-, -
37	30,48	136 12,4	0 02,0	0 01,0	30,48	0,01	95,72	-, -
38	45,78	158 16,7	0 04,0	0 03,0	45,78	0,04	95,75	рельеф
39	56,55	138 52,6	0 07,0	0 06,0	56,55	0,01	95,72	-, -
40	79,28	121 42,2	0 01,5	0 00,5	79,28	0,01	95,72	рельеф
T2	176,50	94 55,4	0 41,5	0 40,5	176,49	2,07	97,78	
T4	77.10	0°01'	Л 0°20.5'	0°19.5'	77.10	+0.42	96.13	
			П-0°18.5'					
Станция № 2 $i=1.28$ МО = +1'				$H_{cm}=97.78$				
T1	176,50	0	Л - 0 39,5	- 0 40,5	176,49	-2,07	95,71	
			П +0 40,5					
41	50,31	249 15,6	0 04,5	0 03,5	50,31	0,05	97,83	рельеф
42	34,83	292 28,9	-0 14,0	-0 15,0	34,83	-0,15	97,63	бордюр
43	37,40	308 17,4	-0 16,0	-0 16,0	37,4	-0,17	97,61	-, -
44	36,84	246 49,8	0 31,0	0 30,0	36,84	0,32	98,1	рельеф
T3	91,16	249 15,6	-0 08,5	-0 09,5	91,16	-0,25	97,53	
T1	176,50	0	Л - 0 39,5	- 0 40,5	176,49	-2,07	95,71	
			П +0 40,5					
Станция № 3 $i=1.15$ МО = +1'				$H_{cm}=97.53$				
T2	91,16	0	Л 0 10,5	0 09,5	91,16	0,25	97,78	
			П -0 08,5					
45	41,06	118 36,7	0 27,0	0 26,0	41,06	0,31	97,84	рельеф
46	58,11	145 06,8	0 15,0	0 14,0	58,11	0,23	97,76	-, -
47	53,76	179 47,9	-0 05,5	-0 06,5	53,76	-0,1	97,43	бордюр
48	52,85	191 01,4	-0 11,5	-0 12,5	52,85	-0,19	97,34	-, -
49	54,65	206 08,5	-0 17,0	-0 18,0	54,65	-0,29	97,24	столб осе
50	53,20	216 09,5	-1 16,5	-1 17,5	53,19	-1,2	96,33	стадион
51	89,90	211 48,5	-0 26,0	-0 27,0	89,9	-0,7	96,83	рельеф
52	27,21	234 09,6	-2 28,0	-2 29,0	27,18	-1,18	96,35	стадион
53	46,16	268 42,9	-1 27,0	-1 28,0	46,14	-1,18	96,35	-, -
T4	148,46	268 42,9	-0 31,6	- 0 32,6	148,45	-1,41	96,13	
T2	91,16	0	Л 0 10,5	0 09,5	91,16	0,25	97,78	
			П -0 08,5					

Продолжение таблицы 2.10

№ пикета	Дальном. расст, D, м	Отсчет. ГК °′	Отсчет. ВК °′	Угол наклона, ν °′	Горизон. пролож. S, м	Превышения. h, м	Отмет. Н, м	Примечан
Станция № 4 $i=1.25$				МО = +1′	$H_{см}=96.13$			
T3	148,46	0	Л 0 33,0	0 32,0	148,45	1,4	97,53	
			П -0 31,0					
54	37,18	341 14,8	0 18,0	0 17,0	37,18	0,18	96,31	стадион
55	49,37	41 10,8	0 12,5	0 11,5	49,37	0,16	96,29	-, -
56	20,34	30 41,6	0 32,0	0 31,0	20,34	0,18	96,31	-, -
57	48,65	53 34,4	0 25,5	0 24,5	48,65	0,34	96,47	столб осе
58	56,13	78 38,9	0 08,0	0 07,0	56,13	0,11	96,24	рельеф
59	61,63	114 55,6	-0 42,5	-0 41,5	61,63	-0,75	95,38	урез
60	39,94	122 11,8	-1 04,0	-1 05,0	39,94	-0,76	95,37	-, -
61	13,31	58 19,6	0 30,5	0 29,5	13,31	0,11	96,24	столб осе
62	40,92	220 34,0	-0 27,5	-0 58,5	40,92	-0,70	95,43	урез
63	23,76	268 04,4	0 07,4	0 06,4	23,76	0,04	96,17	рельеф
64	58,82	209 50,4	-0 33,0	-0 34,0	58,82	-0,59	95,54	урез
65	53,70	139 58,6	-0 45,0	-0 46,0	53,7	-0,72	95,41	-, -
66	71,40	130 30,5	-0 31,5	-0 32,5	71,4	-0,68	95,45	-, -
T1	77,10	87 56,6	0 19,5	0 18,5	77,1	-0,42	95,709	
T3	148,46	0	Л 0 33,0	0 32,0	148,45	1,40	97,53	
			П -0 31,0					

3 СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

3.1 Задание и исходные данные

Задание. На основе полевых материалов составить топографический план комбинированной съемки в составе:

- 1) плана контурной (теодолитной) съемки;
- 2) плана нивелирной съемки;
- 3) плана тахеометрической съемки.

План составляется в масштабе 1:1000, сечение рельефа 0.5м, сплошные горизонталы должны быть проведены через 0.5м.

Исходные данные. Состав исходных материалов приведен в табл. 3.1.

Таблица 3.1 - Исходные материалы для составления топографических планов

<i>№ материала</i>	<i>Название материала</i>	<i>Ссылка на образец</i>
1	<i>Ведомость вычисления координат точек теодолитного хода</i>	<i>табл. 2.7</i>
2	<i>Обработанный журнал нивелирования точек теодолитного хода и нивелирной съемки</i>	<i>табл. 2.9</i>
3	<i>Абрис теодолитной (контурной) съемки</i>	<i>прил. Е</i>
6	<i>Абрис тахеометрической съемки</i>	<i>прил. И</i>
7	<i>Обработанный журнал тахеометрической съемки</i>	<i>табл. 2.10</i>

Результаты работы. Состав отчетных материалы приведен в табл.

3.2.

Таблица 3.2 - Состав отчетных материалов

<i>№ материала</i>	<i>Название материала</i>	<i>Ссылка на образцы</i>
1	<i>Топографический план комбинированной съемки</i>	<i>прил. Н</i>
1.1	<i>контурный (теодолитный) план</i>	<i>рис. 3.7</i>
1.2	<i>нивелирный план</i>	<i>рис. 3.8</i>
1.3	<i>тахеометрический план</i>	<i>рис. 3.13</i>

3.2 Разбивка координатной сетки

Работа по составлению плана начинается из подготовки ватмана и разбивки координатной сетки. План составляется на ватмане формата А-4 (420×297) или А-3 (594×420). Координатная сетка для планов масштаба 1:1000 имеет клетки размером 10 на 10 см, она разбивается выверенной линейкой длиной порядка 60 см, рис. 3.1. Проводятся диагонали и от точки пересечения диагоналей откладываются равные отрезки a , концы которых образуют прямоугольник, что является основой построения координатной сетки. На основе

данного прямоугольника, откладывая по его сторонам десяти сантиметровые отрезки, строится сетка.

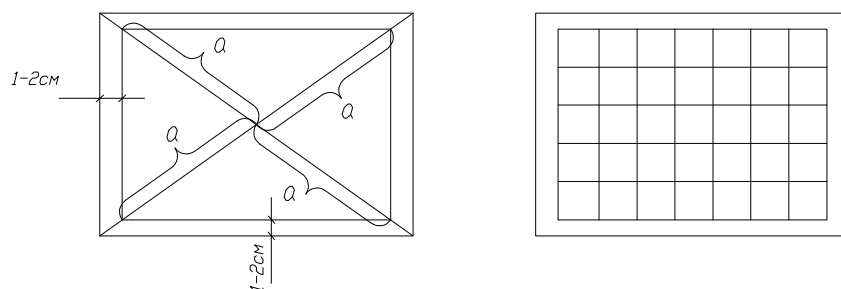


Рис. 3.1 - Разбивка сетки методом диагоналей

Для контроля качества разбивки сетки проводятся диагональные линии, максимальные длины сторон треугольников погрешностей, получаемых в вершинах квадратов, не должны превышать 1мм.

3.3 Оцифровка линий координатной сетки

Линии координатной сетки должны быть оцифрованы таким образом, чтобы план полностью поместился в рамки листа ватмана. Для этого вычисляются средние координаты точек теодолитного хода:

$$X_0 = \frac{\sum X_i}{n}, \quad Y_0 = \frac{\sum Y_i}{n}; \quad (3.1)$$

где X_i, Y_i – координаты точек теодолитного хода.

Например, для ведомости координат, табл. 2.7, имеем следующие средние координаты: $X_0=963$ м, $Y_0=1079$ м. Эти координаты округляются до 100м. Получаем для данного примера следующие округленные координаты:

$$X_0=1000\text{м}, \quad Y_0=1100\text{м}$$

Таким образом, средние линии сетки будут иметь значение $X=1000\text{м}$, $Y=1100\text{м}$, рис. 3.2. На основе этих координат оцифровываются все линии координатной сетки.

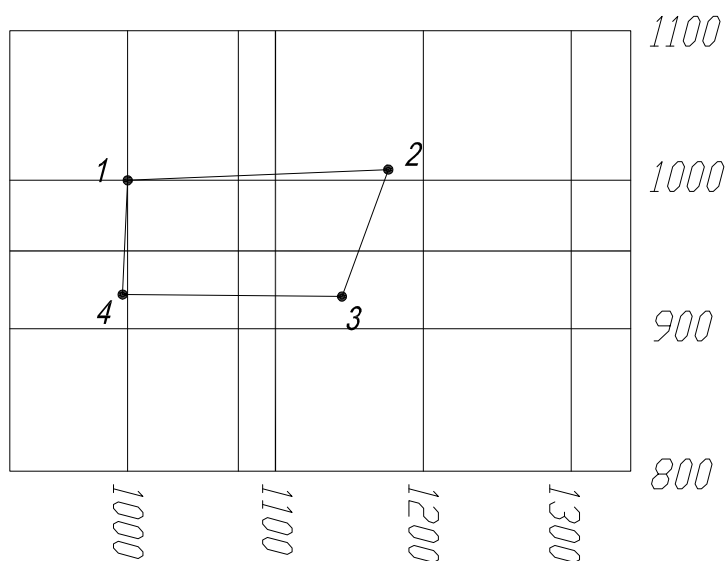


Рис. 3.2 - Оцифровка координатной сетки

На глаз по координатам наносятся точки теодолитного хода. Согласно рис. 3.3 проводится граница съемки.

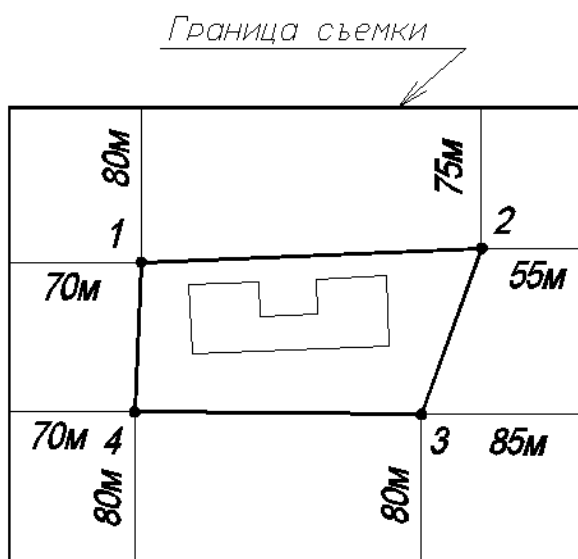


Рис. 3.3 - Граница съемки

Исходя из этой границы оценивается размещение плана на ватмане. Если план не помещается на ватмане, то оцифровка сетки корректируется.

Если план не вписывается в указанный формат, то используется формат А-2 или план разворачивается таким образом, чтобы он вошел в границы листа формата А-3. При этом в правом верхнем углу обязательно показывается направление на север, рис. 3.4.

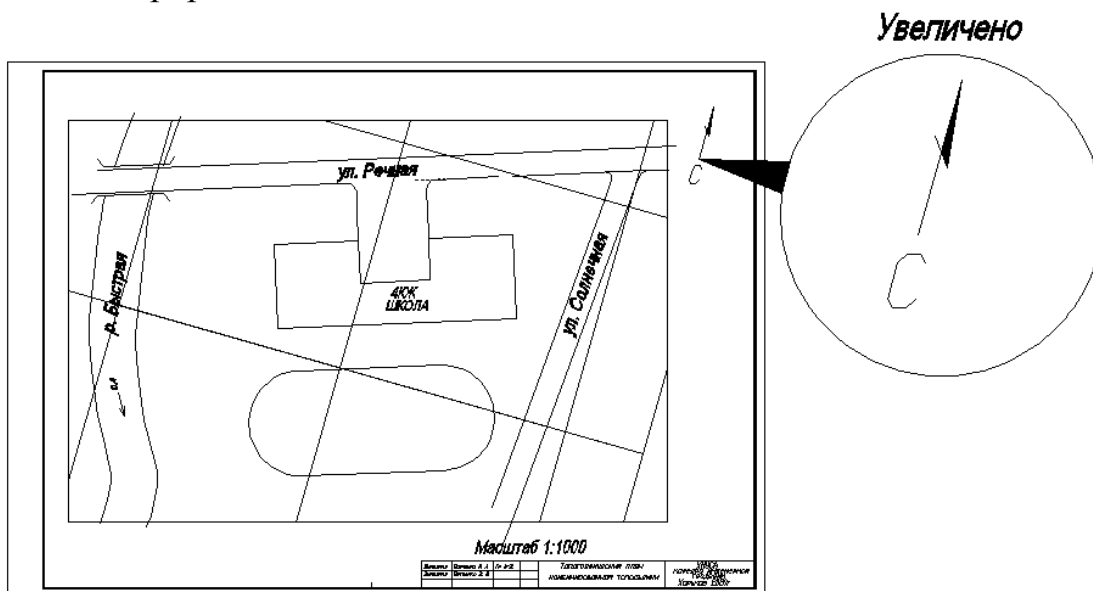
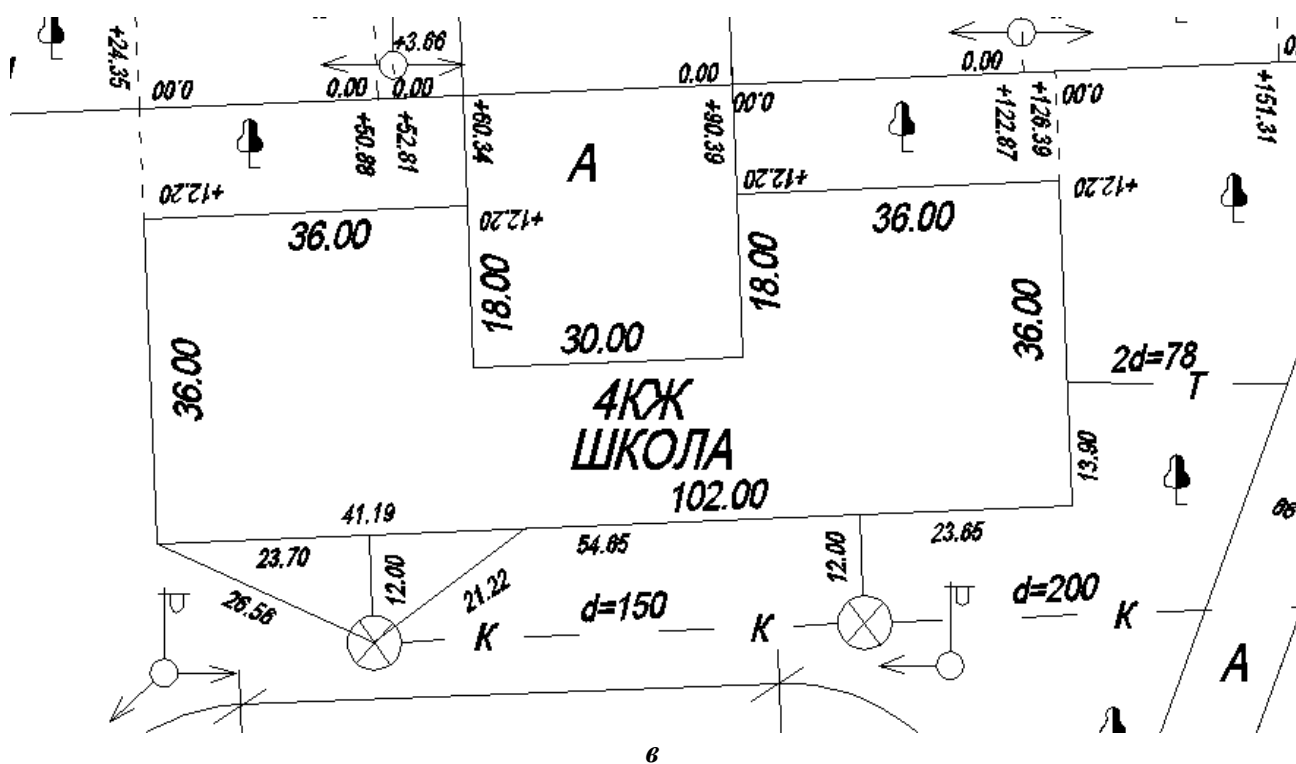
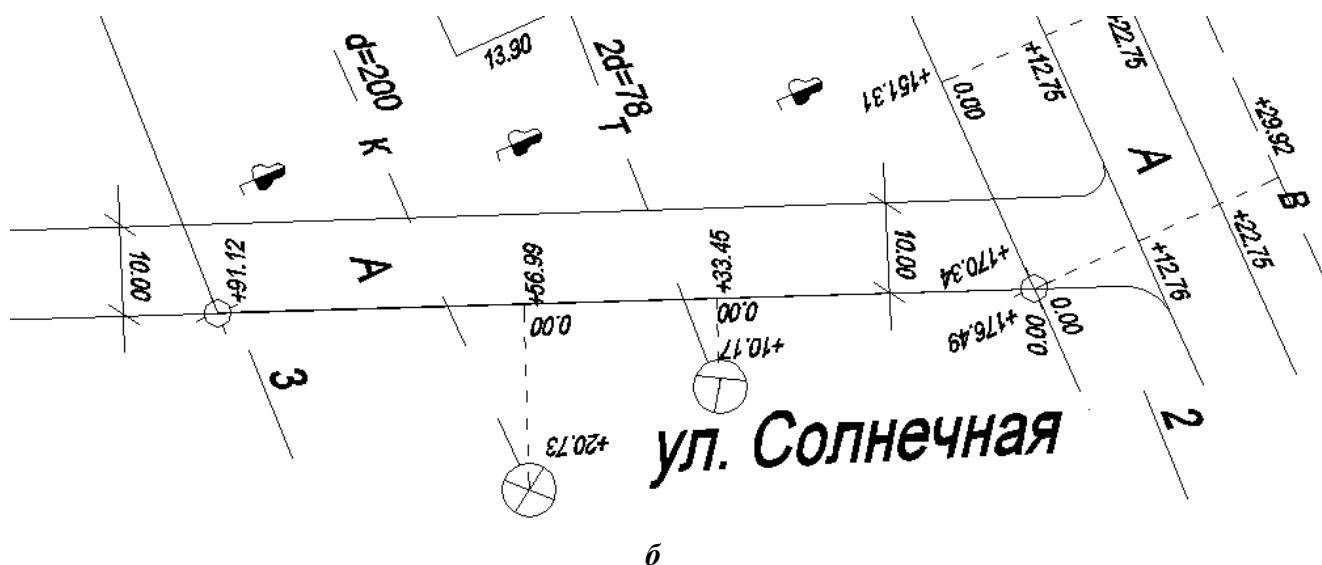


Рис. 3.4 – Размещение плана на листе ватмана

3.4 Накладка точек теодолитного хода

После разбивки координатной сетки и ее оцифровки выполняется наклад-ка точек плано-высотного обоснования, которые должны быть нанесены с точностью порядка 0.3мм. Для обеспечения заданной точности применяется масштабная линейка и циркуль-измеритель, рис. 3.5. Циркулем-измерителем от линии сетки по оси X, в пределах одного квадрата, откладывается расстояние,

Рис. 3.7 - Составление плана теодолитной съемки



Продолжение рис. 3.7

- 1) по линии 1-2 строятся точки, основания перпендикуляров; от этих точек по перпендикулярным направлениям по размерам строится дорога, водопровод, углы фасада здания, рис. 3.7а;
 - 2) аналогично выполняются построения относительно линии 2-3, рис. 3.7б;
 - 3) построение плана завершается нанесением элементов ситуации по линейным размерам (школа, дорога), рис. 3.7в;
 - 4) план вычерчивается в условных знаках, приложение Л.
- Образец плана теодолитная съемка приведена на рис.3.8.

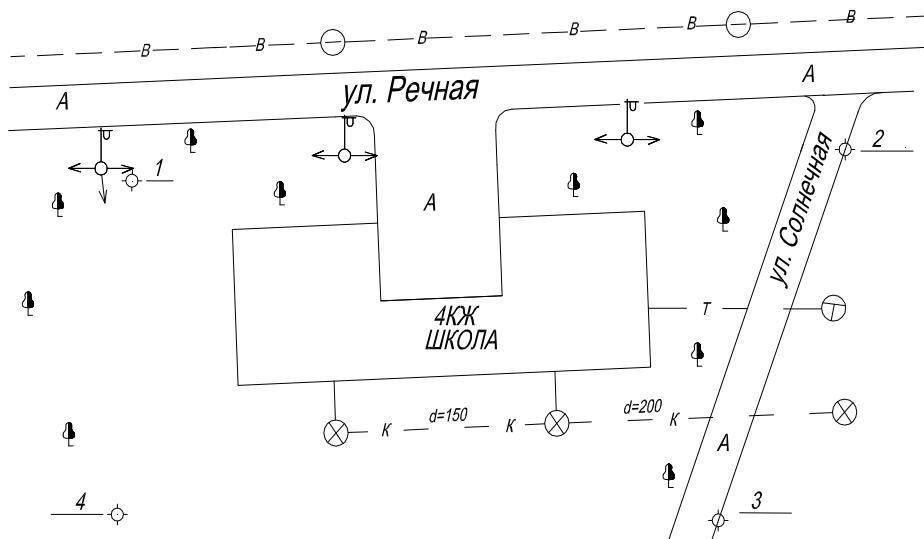


Рис. 3.8 - План теодолитной съемки

3.6 Составление плана нивелирной съемки

Нивелирная съемка - это съемка при которой плановое положение объектов определяется контурами, поперечниками или вершинами квадратов (прямоугольников), а отметки - геометрическим нивелированием. В нашем случае положение пикетных точек определяется контурами плана.

В соответствие с номерами пикетов, приведенными на абрисе съемки, приложение Ж, на план из журнала нивелирования, табл. 2.9, записываются отметки пикетов. Образец плана нивелирной съемки приведен на рис. 3.9.

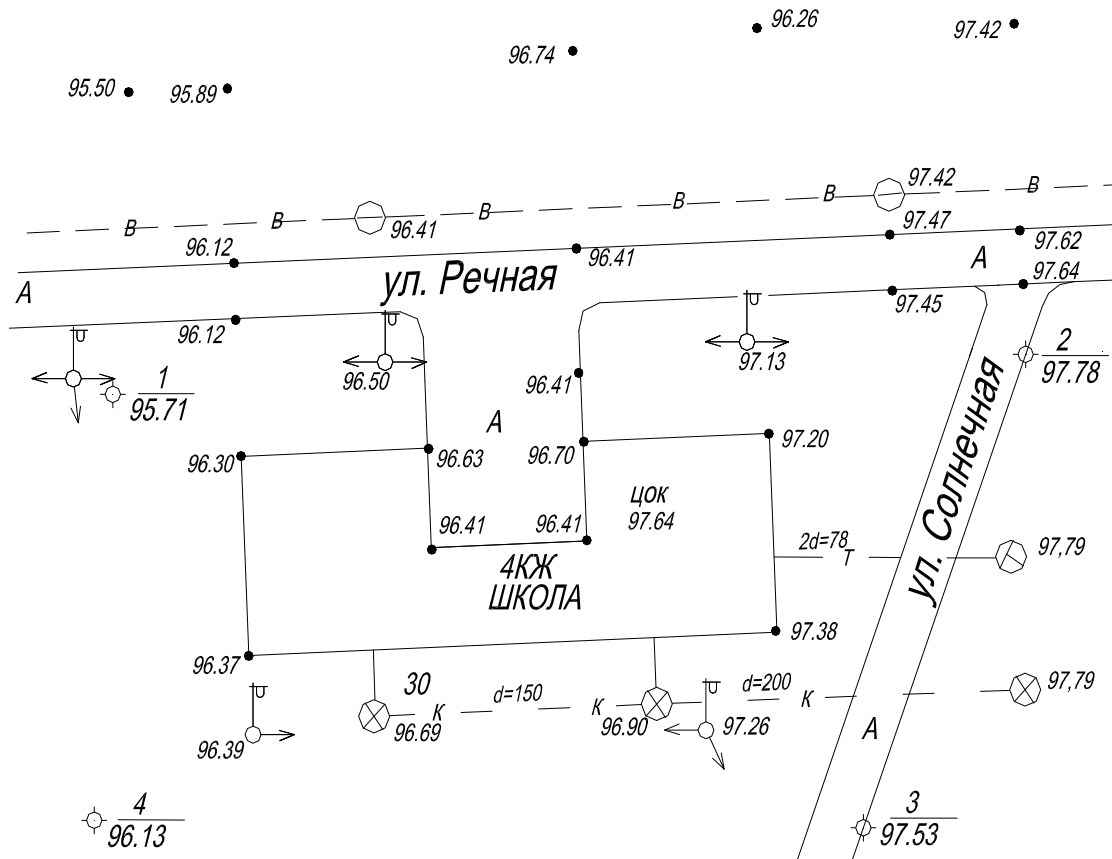


Рис. 3.9 – План нивелирной съемки

3.7 Составление плана тахеометрической съемки

В тахеометрической съемке положение характерных точек ситуации и рельефа определяется полярными координатами, приведенными в тахеометрическом журнале, а отметки – тригонометрическим нивелированием. Эти точки наносятся с помощью специального кругового транспортира - тахеографа, рис. 3.11.

Исходными материалами для составления плана тахеометрической съемки является: абрис тахеометрической съемки, приложение И, обработанный журнал тахеометрической съемки, образец которого приведен в табл. 2.9.

На плане проводится вспомогательная линия, соединяющая опорную и ориентирную точку, например точка 1 (опорная точка) и точка 4 (ориентирная точка). В опорную точку вставляется игла и на нее одевается тахеограф, рис. 3.11.

Разворачивается тахеометр таким образом, чтобы отсчет по его круговой шкале, произведенный от линии 1-4, рис. 3.11, был равен горизонтальному углу на заданную пикетную точку ($74^{\circ} 30'$). По линейке откладывается заданное расстояние ($92.3\text{мм} - 92.3\text{м}$) и делается укол. Получаем требуемую пикетную точку. Ставится номер пикета и аналогично накладываются остальные точки. После завершения накладки точек на первой станции, алогично наносятся все остальные пикетные точки других станций.

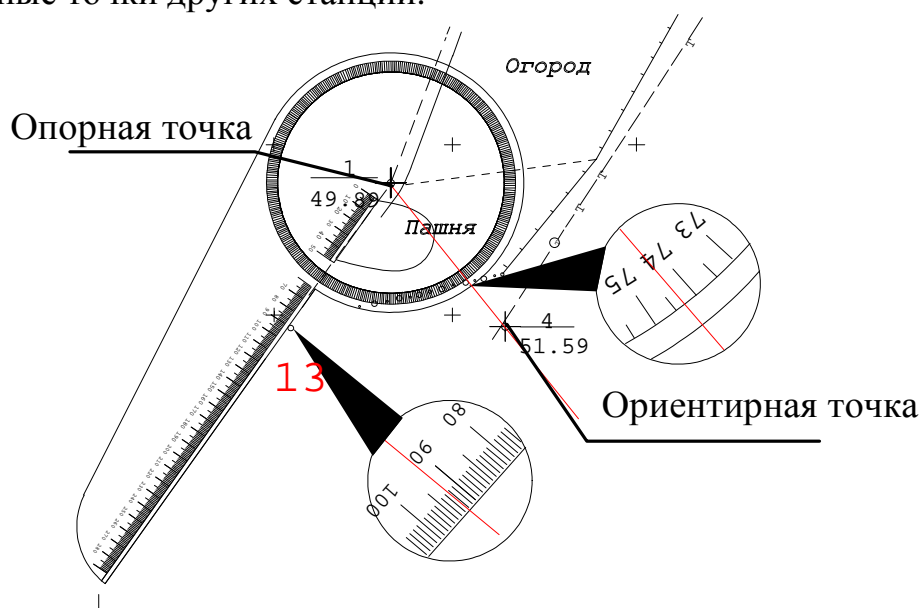


Рис. 3.10 - Накладка точек по полярным координатам

Руководствуясь абрисом тахеометрической съемки, приложение И, строится ситуация. Из журнала тахеометрической съемки, табл. 2.9, выбираются соответствующие отметки пикетов, которые записываются на план вместо их номеров.

3.8 Проведение горизонталей

Рассмотрим методику проведения горизонталей. Имеется ряд пикетных точек, рис. 3.11.

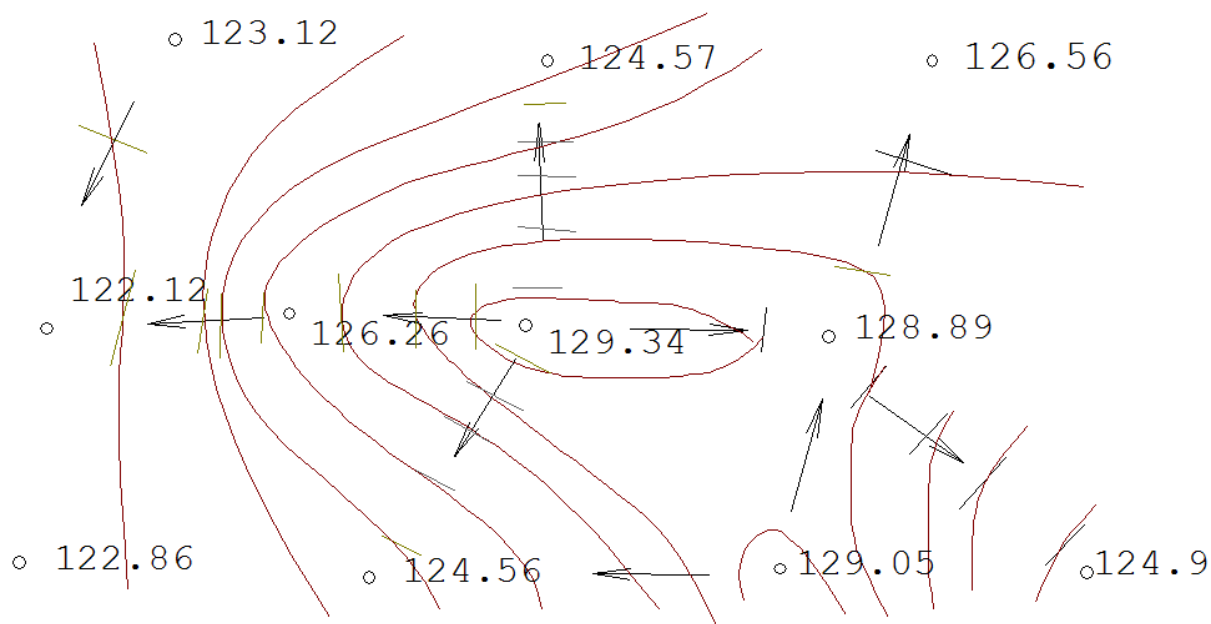


Рис. 3.11 - Предыдущее проведение горизонталей

По отметкам пикетов определяется форма рельефа. В данном четко просматриваются две вершины (129.34м и 129.05м) и склоны, отходящие от этих вершин. Таким образом, представленный на рис. 3.11, рельеф является седловиной. Стрелками показываются направления склонов. Между смежными пикетными точками проводятся риски, соответствующие отметкам кратным высоте сечения рельефа (в данном случае 1м). Так на рис. 3.12 между точками 129.34 м и 126.26 м имеем точки 127 м , 128 м , 129 м . Через эти точки будут проведены соответствующие горизонталы. Соединив точки с равными отметками, получим изображение рельефа, рис. 3.12.

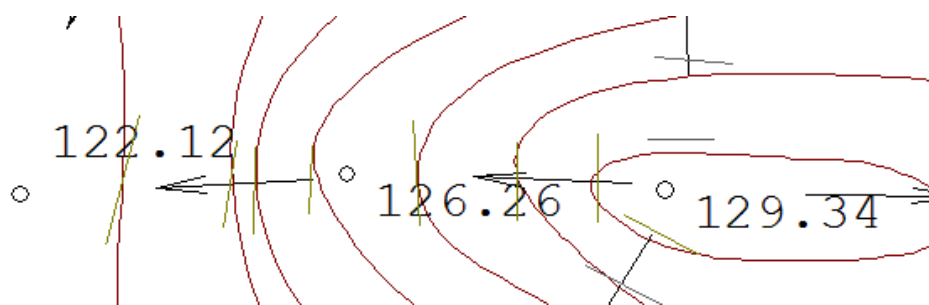


Рис. 3.12 – Приближенное интерполирование горизонталей

Окончательное уточнение положения горизонталей и их сгущение выполняется на основе графической интерполяции с помощью палетки.

На листе бумаги (можно взять миллиметровку) размером порядка $10\text{ на }10\text{см}$, рис. 3.13, проводятся горизонталы линии, которые цифруются согласно диапазону отметок точек плана.

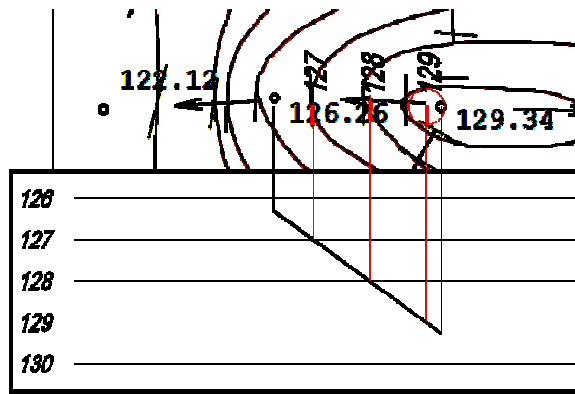


Рис. 3.13 - Палетка

Полученная палетка прикладывается до двух точек, между которыми необходимо провести горизонтали. От этих точек на палетку опускаются два перпендикуляра, длина которых соответствует отметкам этих точек. Концы перпендикуляров соединяются прямой линией. Проекция на план точек пересечения линий, соединяющих два перпендикуляра с горизонтальными линиями палетки дадут точки прохождения соответствующих горизонталей.

Образец плана с предварительными, проведенными на глаз, горизонталями, приведен на рис. 3.14. На этом рисунке в технологических целях горизонтали проведены по зданию, дорогам и пр. Горизонтали проведены через 0.5м.

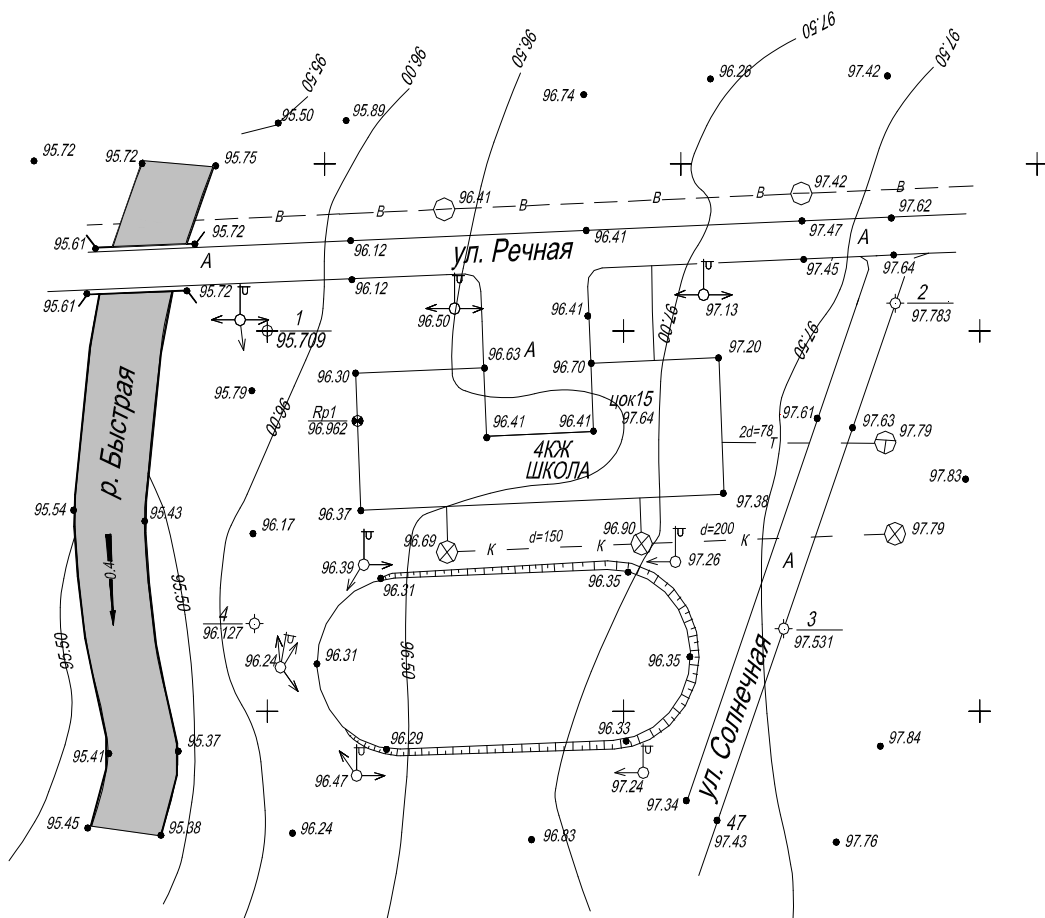


Рис. 3.14 – Предварительное проведение горизонталей

Образец завершеного плана комбинированной съемки приведен в приложении Н.

3.10 Окончательное оформление расчетно-графических работ

Расчетная часть расчетно-графической работы оформляется на специальном бланке, который можно получить на кафедре. Кроме бланка на кафедре можно получить образец выполнения работы в электронном или бумажном вариантах. В бланк вклеивается специально сфальцованный план, методика фальцовки чертежей приведена на рис. 3.21.

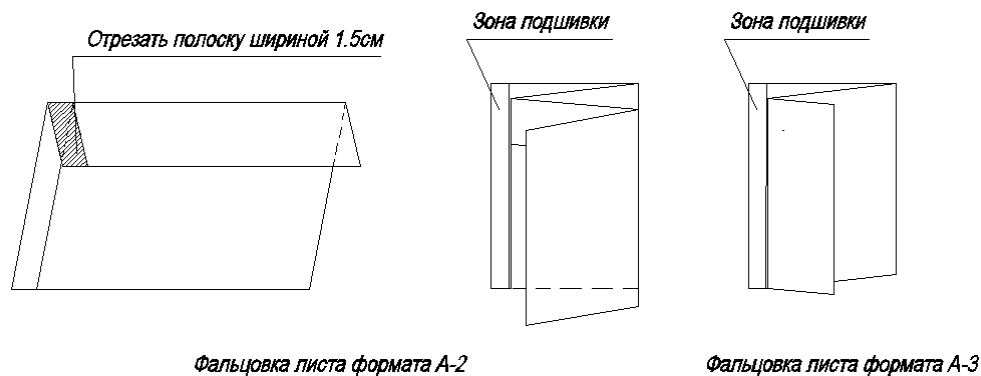


Рис. 3.20 – Фальцовка плана

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расчетно-графические работы выполняются студентами в течение всего учебного курса «Геодезия». Предусматривается три смысловых модуля.

- 1) Решение задач на картах.
- 2) Обработка полевых журналов.
- 3) Составление топографических планов.

Общая оценка данной работы составляет 1/3 общей оценки курса.

Критерий оценивания работы следующий:

«отлично» – работа выполнена аккуратно, в полном объеме и без ошибок;

«хорошо» - работа выполнена не аккуратно, в полном объеме и без ошибок;

«удовлетворительно» - работа выполнена не аккуратно, в полном объеме, но с ошибками;

«не удовлетворительно» - работа выполнена не аккуратно, не в полном объеме, и с ошибками.

При не удовлетворительной оценке работа не засчитывается, студенту предлагается выполнить эту работу повторно.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

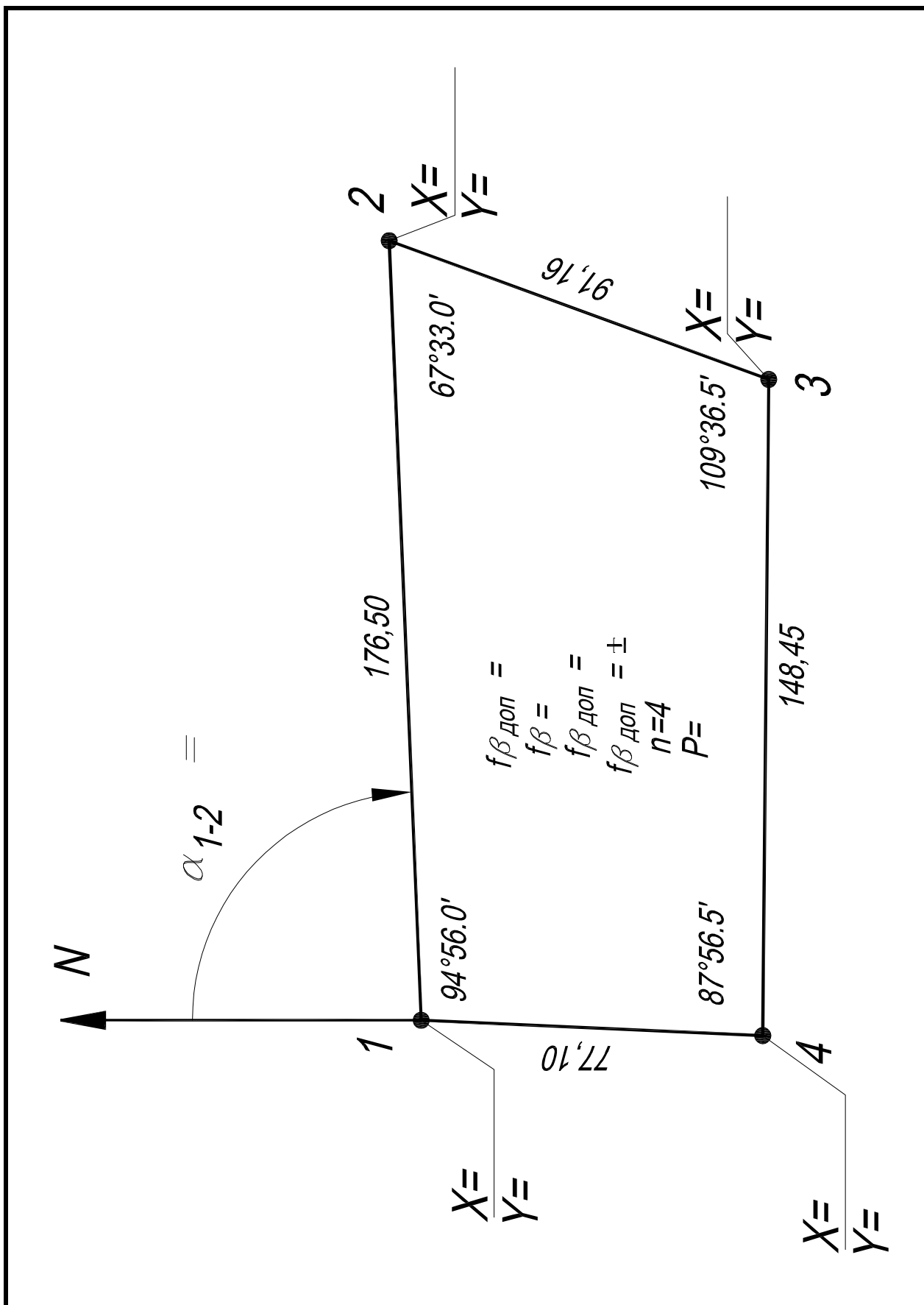
Журнал измерения горизонтальных углов и расстояний

Дата 5 июня 2020г.

Исполнитель Стасишин П.А.

Точка установк. теодол.	Точка визиров	Отсчет по горизонтальному кругу ° ' "	Измеренный угол ° ' "	Средний угол ° ' "	Расстоян м
	4	122 14,0			4-1
1КЛ					77,12
	2	27 18,0			77,08
	4	260 38,0			
1КП					
	2	165 42,0			
	1	100 18,0			1-2
2КЛ					176,54
	3	32 44,5			176,46
	1	189 43,5			
2КП					
	3	122 11,0			
	2	194 03,0			2-3
3КЛ					91,18
	4	84 27,0			91,17
	2	10 17,0			
3Кп					
	4	260 41,0			
	3	167 56,0			3-4
4КЛ					148,46
	1	79 59,0			148,45
	3	111 15,0			
4КП					
	1	23 19,0			

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Схема теодолитного хода



ПРИЛОЖЕНИЕ В
Ведомость вычисления координат

№ тчк	Измер. углы, ° , ' , ''	Исправ. углы, ° , ' , ''	Дирекц. углы, ° , ' , ''	Расст. м.	Вычислен. приращения в м		Исправлен. приращения в м		Координаты, м		
					ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	X	Y	
1											
2	67 33,0			176,50							
3	109 36,0			91,16							
4	87 56,5			148,46							
1	94 56,0			77,10							
2											

$$f_x = \sum \Delta X \quad f_y = \sum \Delta Y \quad \Sigma \Delta X = \quad \Sigma \Delta Y =$$

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

$$f_s = \frac{I}{S} = \frac{P}{f_s}$$

360

$$\Sigma \beta_{\text{пол}} ='$$

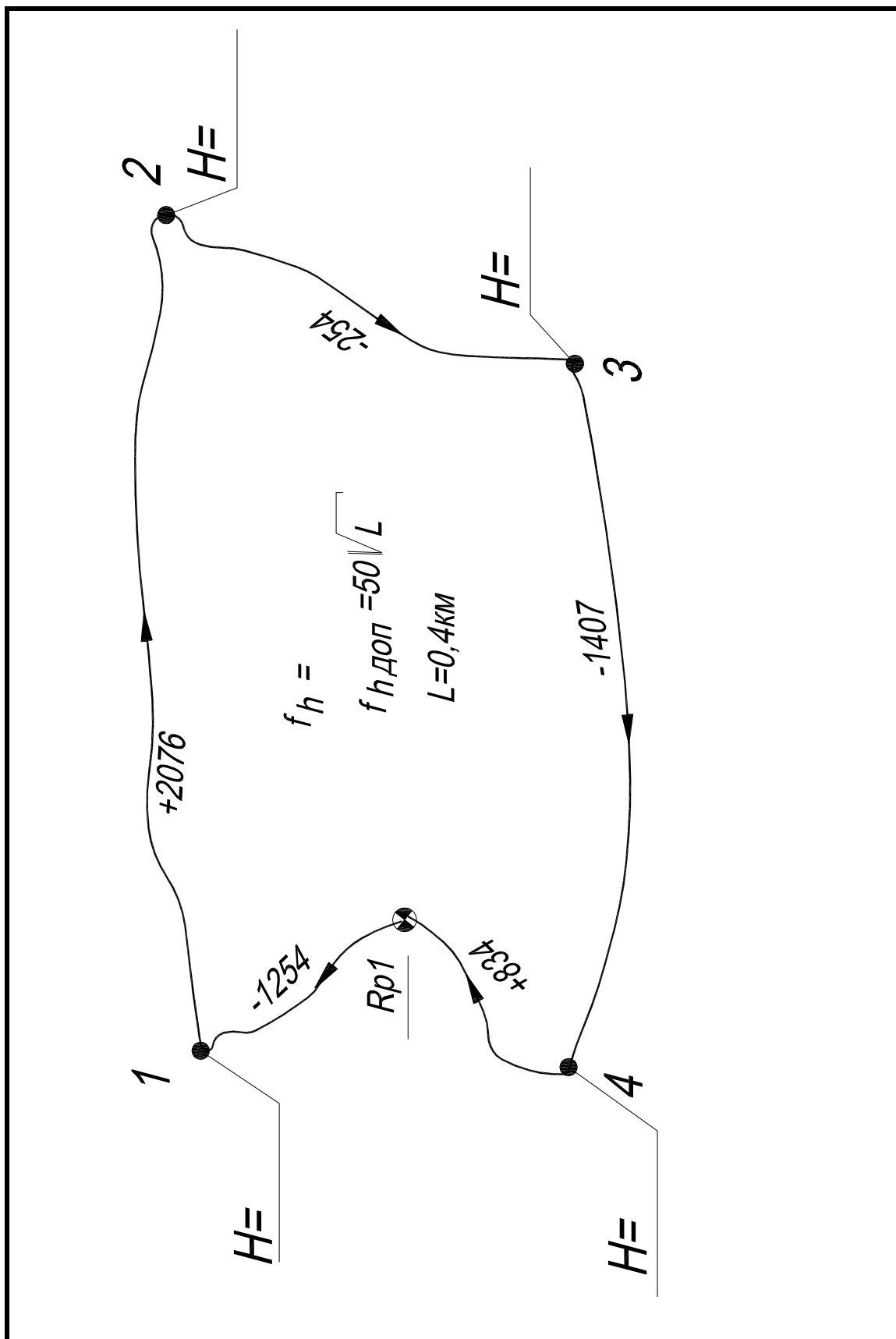
$$\Sigma \beta_{\text{теор}} = 360 \cdot n$$

$$f\beta =$$

$$\Sigma \beta_{\text{доп}} = I' \cdot \sqrt{n}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Схема нивелирования точек теодолитного хода



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Журнал нивелирования точек теодолитного хода и нивелирной съемки

Дата 21 июня 2020г.

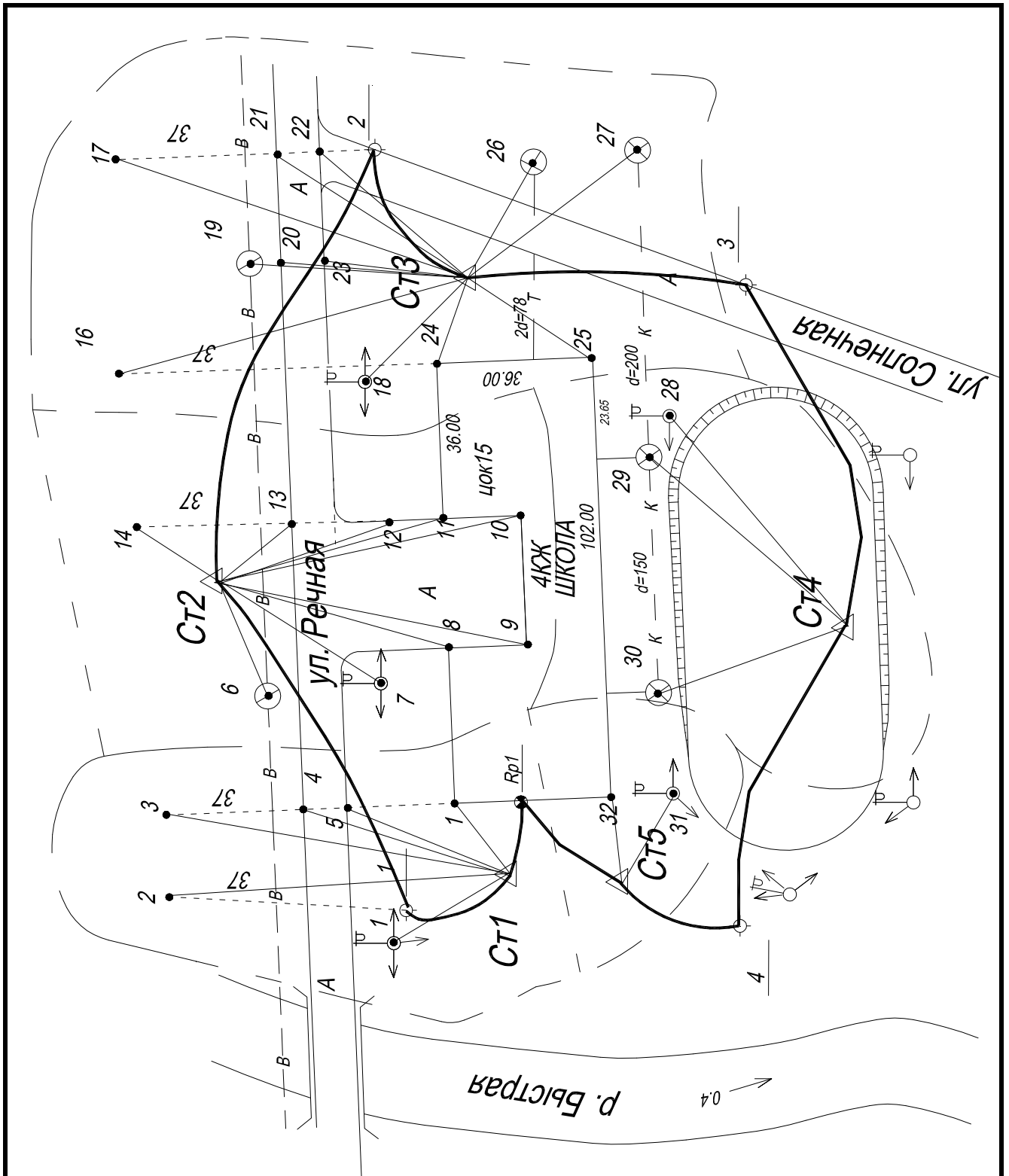
Исполнитель Петренко А. А.

№ ст	№ тчк	Отсчеты по рейкам			Превышения			Отметки	
		задн	передн	промеж	вычисл	средние	исправл	ГИ	точек
1	Rp1	384	1636		-1252	1			
		5168	6424		-1256	-1254			
	T1	4784	4788						
	1			1043					
	2			841					
	3			1460					
	4			1225					
	5			1228					
	6			939					
2	T1	2639	563		2076	1			
		7424	5348		2076	2076			
	T2	4785	4785						
	7			1853					
	8			1723					
	9			1940					
	10			1939					
	11			1647					
	12			1941					
	13			1938					
	14			1604					
3	T2	1548	1801		-253	1			
		6335	6590		-255	-254			
	T3	4787	4789						
	15			1693					
	16			3078					
	17			1916					
	18			2201					
	19			1914					
	20			1866					
	21			1713					
	22			1697					
	23			1884					
	24			2131					
	25			1961					
	26			1547					
	27			1544					
4	T3	635	2044		-1409	1			
		5419	6824		-1405	-1407			
	T4	4784	4780						
	28			906					
	29			1277					
	30			1483					
5	T4	1823	987		836	1			
		6604	5772		832	834	835		
	Rp1	4781	4785						
	31			1559					
	32			1582					
		37979	37989		-10	-5	0		
			-10						

$$f_h = -5 \text{ мм};$$

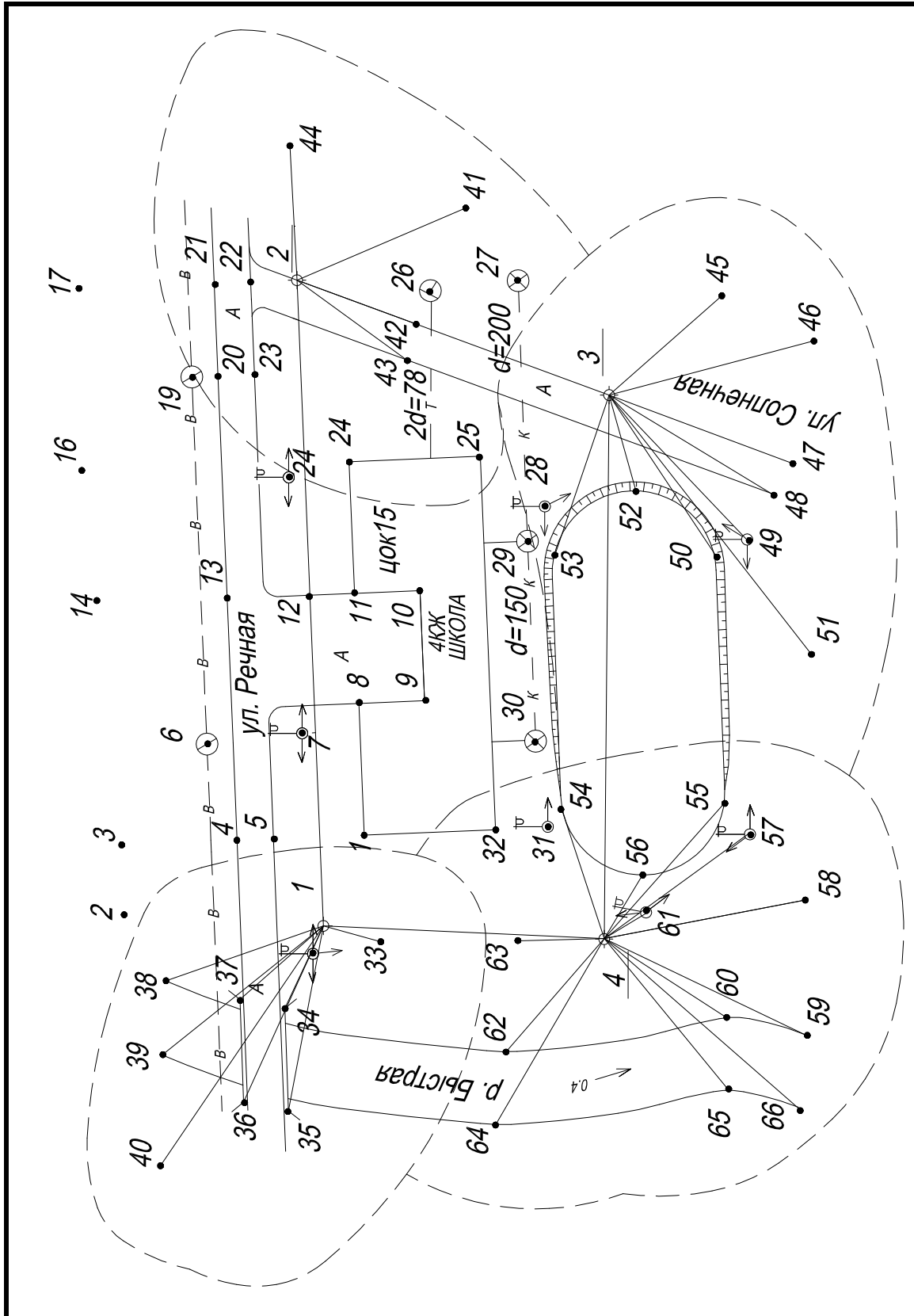
$$fh_{\text{доп}} = 50\sqrt{L} = 50 \times \sqrt{2} = 35 \text{ мм}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
Абрис нивелирной съемки



ПРИЛОЖЕНИЕ И

Абрис тахеометрической съемки



ПРИЛОЖЕНИЕ К
Журнал тахеометрической съемки

Дата 6.06.2010

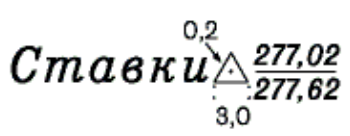

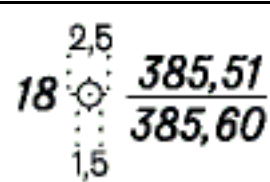
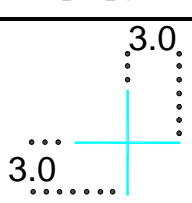
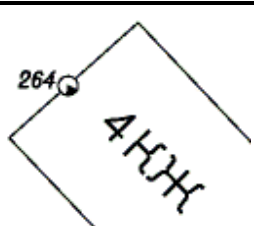
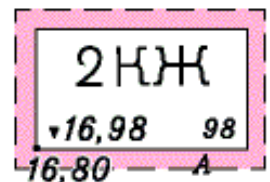
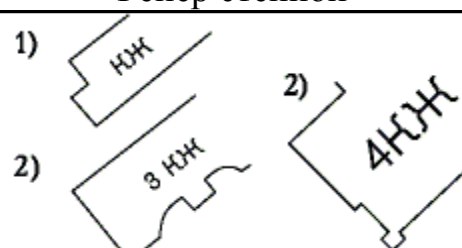
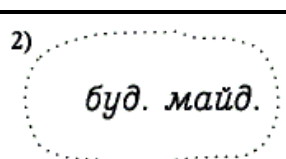
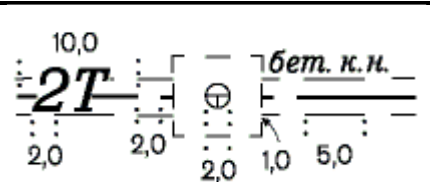
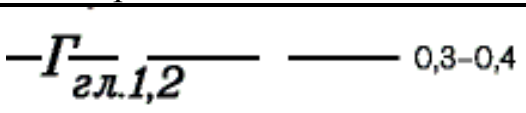
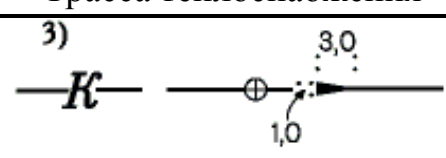
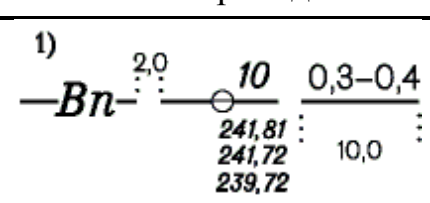
Исполнитель Стасишин П.

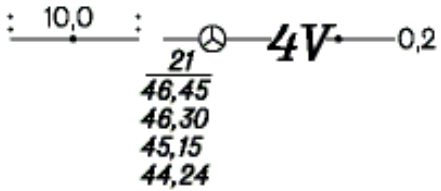
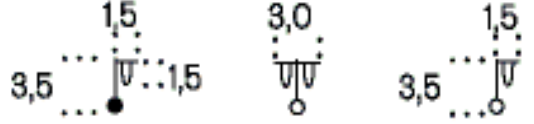
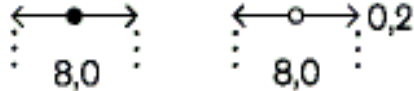
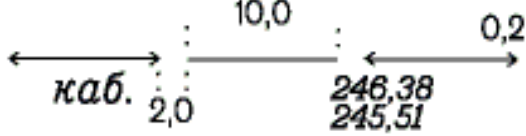
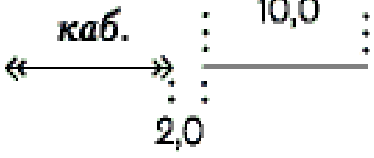





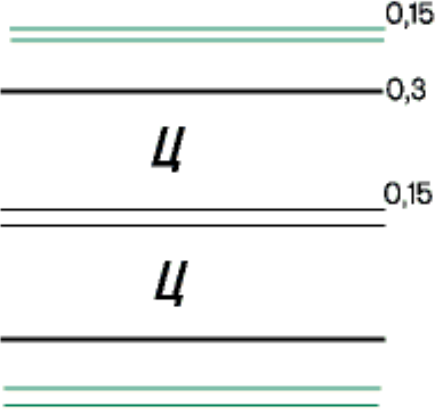

№ пикета	Дальном. расст, D, м	Отсчет. ГК °′	Отсчет. ВК °′	Угол наклона, ν °′	Горизон. пролож. S, м	Превышения. h, м	Отмет. Н, м	Примечан
Станция № 1 $i=1.45$ $MO = +1'$				$H_{cm}=95.71$				
T4	77.10	0°00′	Л 0 20,5′	0 19,5	77.10	+0.42	96.13	
			П-018.5′					
33	16,39	12 49,6	0 18,0	0 17,0	16,39	0,08	95,79	рельеф
34	24,88	112 39,2	0 02,5	0 01,5	24,88	0,01	95,72	мост
35	51,43	98 10,6	-0 06,0	-0 07,0	51,43	-0,1	95,61	-, -
36	52,87	111 55,1	-0,055	-0 06,5	52,87	-0,1	95,61	-, -
37	30,48	136 12,4	0 02,0	0 01,0	30,48	0,01	95,72	-, -
38	45,78	158 16,7	0 04,0	0 03,0	45,78	0,04	95,75	рельеф
39	56,55	138 52,6	0 07,0	0 06,0	56,55	0,01	95,72	-, -
40	79,28	121 42,2	0 01,5	0 00,5	79,28	0,01	95,72	рельеф
T2	176,50	94 55,4	0 41,5	0 40,5	176,49	2,07	97,78	
T4	77.10	0°01′	Л 0°20.5′	0°19.5′	77.10	+0.42	96.13	
			П-0°18.5′					
Станция № 2 $i=1.28$ $MO = +1'$				$H_{cm}=97.78$				
T1	176,50	0	Л - 0 39,5	- 0 40,5	176,49	-2,07	95,71	
			П +0 40,5					
41	50,31	249 15,6	0 04,5	0 03,5	50,31	0,05	97,83	рельеф
42	34,83	292 28,9	-0 14,0	-0 15,0	34,83	-0,15	97,63	бордюр
43	37,40	308 17,4	-0 16,0	-0 16,0	37,4	-0,17	97,61	-, -
44	36,84	246 49,8	0 31,0	0 30,0	36,84	0,32	98,1	рельеф
T3	91,16	249 15,6	-0 08,5	-0 09,5	91,16	-0,25	97,53	
T1	176,50	0	Л - 0 39,5	- 0 40,5	176,49	-2,07	95,71	
			П +0 40,5					
Станция № 3 $i=1.15$ $MO = +1'$				$H_{cm}=97.53$				
T2	91,16	0	Л 0 10,5	0 09,5	91,16	0,25	97,78	
			П -0 08,5					
45	41,06	118 36,7	0 27,0	0 26,0	41,06	0,31	97,84	рельеф
46	58,11	145 06,8	0 15,0	0 14,0	58,11	0,23	97,76	-, -
47	53,76	179 47,9	-0 05,5	-0 06,5	53,76	-0,1	97,43	бордюр
48	52,85	191 01,4	-0 11,5	-0 12,5	52,85	-0,19	97,34	-, -
49	54,65	206 08,5	-0 17,0	-0 18,0	54,65	-0,29	97,24	столб осв
50	53,20	216 09,5	-1 16,5	-1 17,5	53,19	-1,2	96,33	стадион
51	89,90	211 48,5	-0 26,0	-0 27,0	89,9	-0,7	96,83	рельеф
52	27,21	234 09,6	-2 28,0	-2 29,0	27,18	-1,18	96,35	стадион


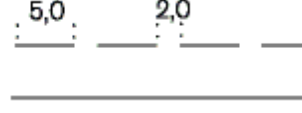




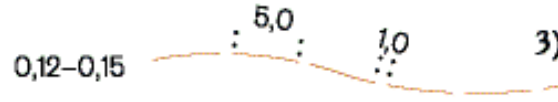
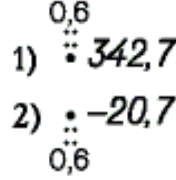


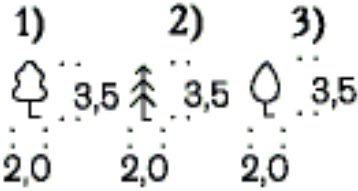
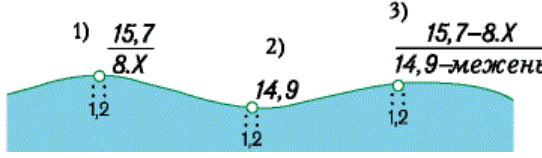
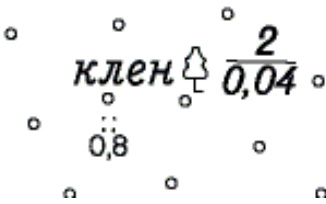
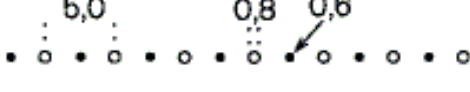
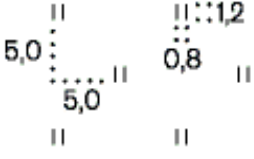
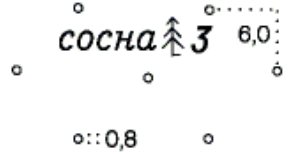
№ пикета	Дальном. раст., D, м	Отсчет. ГК ° '	Отсчет. ВК ° '	Угол наклона, ν ° '	Горизон. пролож. S, м	Превышения. h, м	Отмет. Н, м	Примечан
53	46,16	268 42,9	-1 27,0	-1 28,0	46,14	-1,18	96,35	-, -
T4	148,46	268 42,9	-0 31,6	-0 32,6	148,45	-1,41	96,13	
T2	91,16	0	Л 0 10,5	0 09,5	91,16	0,25	97,78	
			П -0 08,5					
Станция № 4 $i=1.25$ МО = +1'				Н _{см} =96.13				
T3	148,46	0	Л 0 33,0	0 32,0	148,45	1,4	97,53	
			П -0 31,0					
54	37,18	341 14,8	0 18,0	0 17,0	37,18	0,184	96,31	стадион
55	49,37	41 10,8	0 12,5	0 11,5	49,37	0,164	96,29	-, -
56	20,34	30 41,6	0 32,0	0 31,0	20,34	0,184	96,31	-, -
57	48,65	53 34,4	0 25,5	0 24,5	48,65	0,344	96,47	столб осе
58	56,13	78 38,9	0 08,0	0 07,0	56,13	0,114	96,24	рельеф
59	61,63	114 55,6	-0 42,5	-0 41,5	61,63	-0,746	95,38	урез
60	39,94	122 11,8	-1 04,0	-1 05,0	39,94	-0,756	95,37	-, -
61	13,31	58 19,6	0 30,5	0 29,5	13,31	0,114	96,24	столб осе
62	40,92	220 34,0	-0 27,5	-0 58,5	40,92	-0,696	95,43	урез
63	23,76	268 04,4	0 07,4	0 06,4	23,76	0,044	96,17	рельеф
64	58,82	209 50,4	-0 33,0	-0 34,0	58,82	-0,586	95,54	урез
65	53,70	139 58,6	-0 45,0	-0 46,0	53,7	-0,716	95,41	-, -
66	71,40	130 30,5	-0 31,5	-0 32,5	71,4	-0,676	95,45	-, -
T1	77,10	87 56,6	0 19,5	0 18,5	77,1	-0,417	95,709	
T3	148,46	0	Л 0 33,0	0 32,0	148,45	1,4	97,53	
			П -0 31,0					

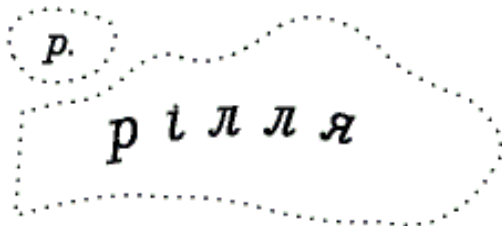
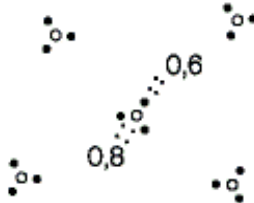
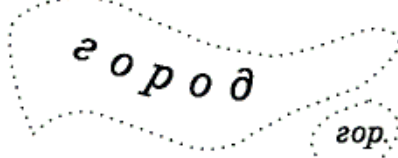
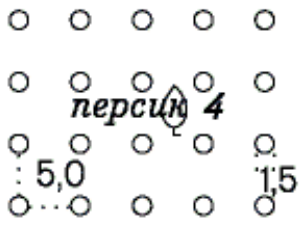
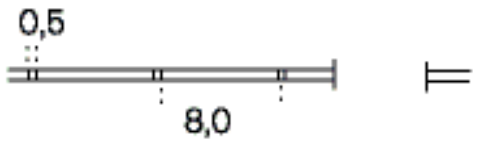
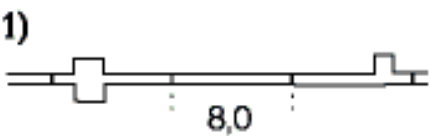
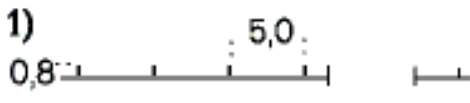
ПРИЛОЖЕНИЕ М

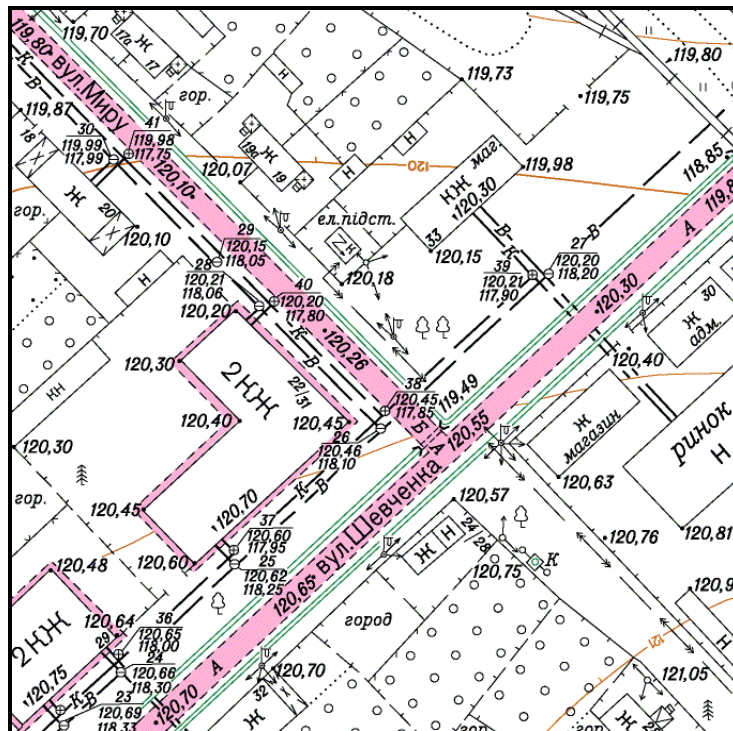
Условные знаки []

 <p>Пункты геодезической сети. В числителе дроби отметка центра; в знаменателе - отметка земли; по левую сторону от знака - название пункта.</p>	 <p style="text-align: center;">Репер грунтовой</p>
 <p style="text-align: center;">Пункт съемочного обоснования</p>	 <p style="text-align: center;">Пересечение линий координатной сетки</p>
 <p style="text-align: center;">Репер стенной</p>	 <p style="text-align: center;">Отмостка домов. Цифрами показаны отметка пола первого этажа, отмостки или земли.</p>
 <p style="text-align: center;">Дома жилые</p>	 <p style="text-align: center;">Строительная площадка</p>
 <p style="text-align: center;">Трасса теплоснабжения</p>	 <p style="text-align: center;">Газопровод</p>
 <p style="text-align: center;">Канализация</p>	 <p style="text-align: center;">Водопровод</p>

 <p>Кабель связи</p>	 <p>Фонари электрические на столбах</p>
 <p>ЛЭП низкого напряжения</p>	 <p>Электрокабель подземный высокого напряжения</p>
 <p>Электрокабель подземный высокого напряжения</p>	 <p>Колодец теплосети</p>
 <p>Колодец водопровода</p>	 <p>Колодец ливневой канализации</p>
 <p>Колодец электросети</p>	 <p>Колодец канализации</p>
 <p>Автомагистрали</p>	 <p>Автодороги с твердым покрытием</p>

 <p>Улучшенная грунтовая дорога</p>	 <p>Грунтовая дорога</p>
 <p>Горизонтали основные</p>	 <p>Подписи горизонталей</p>
 <p>Горизонтали утолщенные</p>	 <p>Изображение элементов рельефа</p>
 <p>Горизонтали промежуточные</p>	 <p>Отметки рельефа</p>
<p><i>скел.</i></p>  <p>Обрывы скалистые</p>	 <p>Обрывы земляные</p>
 <p>Деревья</p>	 <p>Изображение водоемов</p>
 <p>Лес лиственный</p>	 <p>Полосы кустарников</p>
 <p>Травянистая растительность</p>	 <p>Лес хвойный</p>

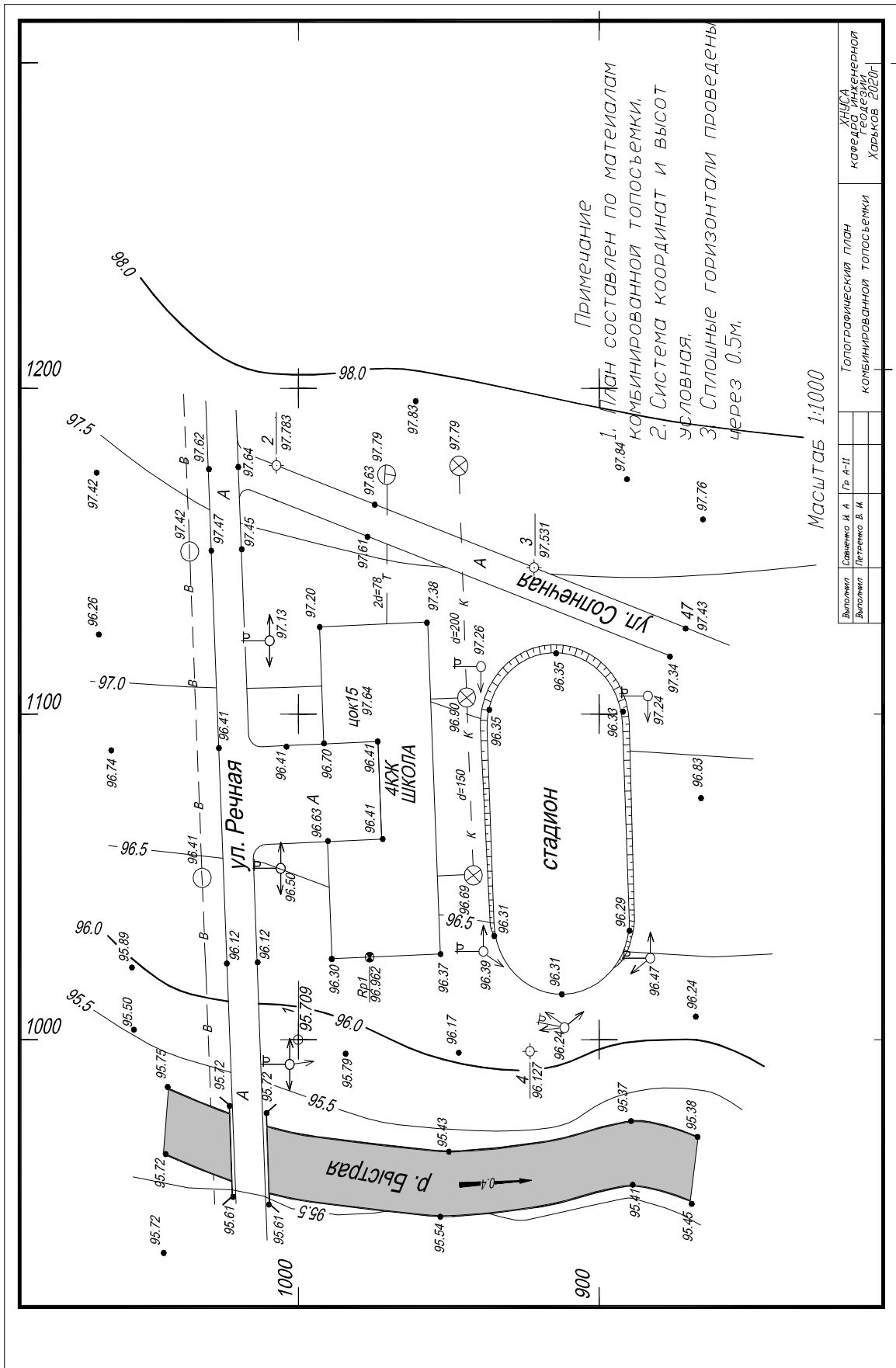
 <p>Пашня</p>	 <p>Кустарники</p>  <p>Огород</p>
 <p>Фруктовый сад</p>	 <p>Изгороди каменный высотой до 1м с воротами</p>
 <p>Изгороди каменные, железобетонные высотой более 1м</p>	 <p>Изгороди деревянные</p>



Фрагмент крупномасштабного топографического плана

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

План комбинированной топоъемки



СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. *Войтенко С. П. Інженерна геодезія: підручник// С.П. Войтенко. - К: Знання, 2009*
2. *Гайдай С.А., Заціпась С.Я.и др.Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500./Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 2001.*
3. *Криворучко В. Т. Компьютерный учебно-методический комплекс по инженерной геодезии серия «Геодезия в архитектуре». Диск CD. - Харьков: ХНУСА, 2017*
4. *Криворучко В. Т. Методическое пособие по геодезической практики. - Харьков: ХНУСА, 2017*
5. *Криворучко В. Т. Инженерная геодезия. Серия «Геодезия в архитектуре»: Учебное пособие для студентов специальности «Архитектура и градостроительство». – Харьков: Изд-во ХНУСА, 2017. – 158 с*
6. *Криворучко В. Т. Отчетная тетрадь для лабораторных работ. - Харьков: ХНУСА, 2017*

Учебное издание

Компьютерный учебно-методический комплекс по инженерной геодезии. Серия «Геодезия в архитектуре». Методическое пособие для выполнения расчетно-графических работ по дисциплине «Геодезия». Специальность «Архитектура и градостроительство» - Харьков: кафедра геодезии ХНУСА 2017 г.

Автор: Криворучко Владимир Тимофеевич

Копирование и размножение без согласия автора запрещено

Ответственный за выпуск Т. А. Наливайко

Под редакцией автора

План 2017 поз

Электронное издание.

Подп. в печать

Зак. №

Бесплатно

ХНУБА, 61002, Харьков ул. Сумская, 40
