

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра инженерной геодезии

ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА

Методические указания и задания
к расчетно-графической работе
для студентов дневной формы обучения
специальности 1-56 02 01 «Геодезия»

Минск
БНТУ
2011

УДК 528.4 (075.8)

ББК (076)я73

Т 33

Составители:

М.С. Нестерёнок, А.Ю. Будю

Рецензенты:

В.П. Подшивалов, А.С. Позняк

Методические указания и задания разработаны в соответствии с типовой программой по предмету «Геодезия» и предназначены для закрепления теоретических знаний по разделу «Теодолитная съемка», приобретения практических навыков в работе с угломерными геодезическими приборами технической точности, математической обработке результатов измерений, выполняемых при теодолитной съемке, составлению контурного топографического плана местности и определения площади участков местности.

Издание предназначено для студентов 1 курса дневной формы обучения специальности 1-56 02 01 «Геодезия».

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

А. Место расчетно-графической работы «Теодолитная съемка» в учебном процессе по изучению дисциплины Геодезия

Расчетно-графическая работа **Теодолитная съемка** выполняется после освоения исходных сведений по геодезии, практических измерений техническими теодолитами и рассмотрения техники линейных измерений механическими приборами.

Б. Техническое оснащение

1. На аудиторные занятия по теме «**Теодолитная съемка**» студентам выдаются по мере надобности: теодолиты, линейки масштабные ЛМП, транспортиры геодезические, планиметры полярные, таблицы условных топографических знаков, образец оформления топографического плана и др.

2. Каждый студент по указанию преподавателя должен отсканировать следующие бланки:

- таблица 1 – Журнал измерения углов и сторон основного и диагонального теодолитных ходов;

- таблица 2 – Угловая привязка теодолитных ходов к пунктам геодезической опорной сети;

- ведомость вычисления координат вершин теодолитного хода – 2 экземпляра;

- ведомость вычисления площади многоугольника по координатам;

3. Каждый студент должен приобрести и использовать по мере надобности:

- инженерный калькулятор;

- тетрадь в клетку 12 стр.;

- бумагу чертежную хорошего качества формата А1 (60×75 см);

- линейку металлическую или пластмассовую, проверенную на точность шкалы, длиной 25–30 см, угольник с четко видимыми миллиметровыми делениями;

- транспортир диаметром не менее 10 см;

- циркуль-измеритель (с игольчатыми наконечниками);

- чертежные инструменты, предусмотренные предметом «Топографическое черчение» (в работе также необходимы: карандаш простой или механический со стержнем диаметром 0,5 средней твердости типа 2 М, ластик карандашный; рейсфедер, чертежное перо стальное № 1 и ручку для пера, линейку с выступом на ребре, препятствующим стеканию туши с пера на бумагу, другие устройства для вычерчивания кривых линий);
- тушь черную, синюю (голубую), красную.

В. Оформление отчета по расчетно-графической работе

Отдельные поэтапные задания студент представляет на текущую проверку и на промежуточные зачеты, оформленными в тетради или на отдельных листах бумаги вручную или при помощи компьютера. Вручную составленные схемы, поясняющие геометрическую сущность расчетов, вычерчиваются под линейку. Надписи на схемах должны быть аккуратными, ровными, выполненными по предварительной разметке.

Топографический план в окончательном виде вычерчивается тушью с применением условных топографических знаков и шрифтов, предусмотренных таблицами условных знаков для топографических планов.

Для окончательной защиты работы «**Теодолитная съемка**» студент оформляет отчет, титульный лист которого приведен в Приложении В. Отчет включает следующие принятые преподавателем материалы: задания 1.1; 1.2; таблица 1; таблица 2; таблица 3; задания 1.4; 1.6; 1.7; таблицы 5 и 6; задания 3; 4.1; 4.2; таблицы 7 и 8; задания 4.2.3; 4.3; 4.4.

Пункт «Содержание» помещается после титульного листа. В содержания приводятся полные названия заданий и исходных материалов (журналов-таблиц).

Топографический план по указанию преподавателя представляется отдельно без следов перегибов бумажной основы. Затем план необходимо хранить (можно свернутым в тубусе) для дальнейшего использования – определения по нему площадей участков и дополнения его материалами тахеометрической и нивелирной съемок.

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы: усвоить содержание и технологию камеральных работ, выполняемых по результатам полевых материалов теодолитной съемки – вычислительную обработку журналов угловых и линейных измерений и составление контурного плана участка местности, определение площадей контуров.

Содержание заданий по разделам работы

1. Ознакомиться с объектом теодолитной съемки и технологией полевых работ; произвести вычислительную обработку учебных полевых журналов, заполненных данными измерений, выполненных при создании съемочного обоснования.
2. Вычислить координаты пунктов теодолитных ходов.
3. Составить контурный план участка местности по материалам теодолитной съемки.
4. Определить и уравнять площади контуров местности в пределах полигона.

1. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ПОЛЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО СОЗДАНИЮ СЪЕМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ

1.1. На отдельном листе бумаги составить схему съемочного обоснования по рисунок 1. Указать, какие виды геодезических измерений выполнены при его создании и привязке к исходным геодезическим пунктам.

1.2. В скопированных бланках: таблица 1 – **Журнал измерения углов и сторон основного теодолитного хода**; таблица 2 – **Журнал измерения углов и сторон диагонального теодолитного хода и вспомогательного треугольника** и таблица 3 – **Угловая привязка теодолитных ходов к пунктам А и В геодезической опорной сети** вычислить горизонтальные углы для каждой станции при двух положениях круга (КП и КЛ) как разности отсчетов при визировании теодолитом на задние и передние пункты наблюдений. Расхождение углов между двумя полуприемами допускается до 1' (графа 4). При допустимом расхождении средние значения углов

записываются в графу 5. Пример вычислений и записи приведен в журнале (таблица 1) для станции № 1.

В таблице 1 вычислить фактическую и допустимую угловые невязки хода.

Схема съёмочного обоснования

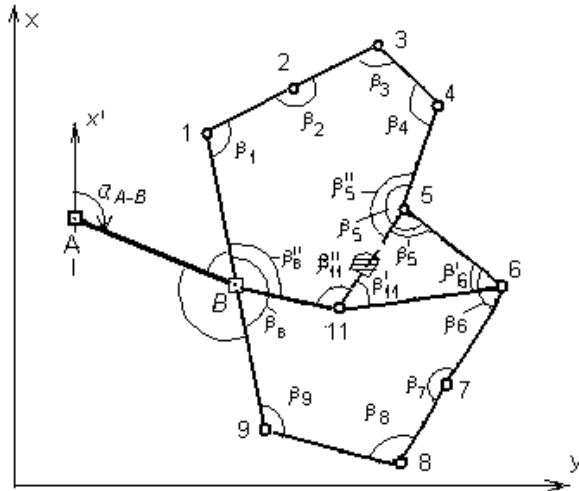


Рисунок 1 – Схема съёмочного обоснования:

A, B – исходные пункты полигонометрии; $B-1-2-...-9-B$ – основной теодолитный ход; $5-11-B$ – диагональный ход; $5-11$ – неприступная для сквозного измерений лентой сторона хода, определяемая из решения вспомогательного треугольника $5-6-11$

Таблица 1 – Журнал измерения углов и сторон основного теодолитного хода

Теодолит 2ТЗ0П; рулетка ОПК 2-50 АНТ/1

№ точки		Отсчеты по гориз. кругу	Горизонтальные углы		Длины линий, S 1-промер 2-промер гор. прол. S, m	Углы наклона и на какую длину
ста-нц.	наб-люд.		4	5		
1	2	3	4	5	6	7
1	2	274° 27'		β_1	(1-2)	
	B	163° 09'	$\frac{111^\circ 18'}{111^\circ 17'}$	111° 17,5'	96,50	
	2	94° 40'			96,53	
B	343° 23'		96,52			

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
2	1	13° 48'		β_2	(2-3)	
	3	193° 48'			91,68	
	1	193° 19'			91,66	
	3	13° 19'				
3	2	326° 28'		β_3	(3-4)	3° 20' на всю длину
	4	219° 47'			66,22	
	2	146° 08'			66,20	
	4	39° 26'				
4	3	30° 20'		β_4	(4-5)	
	5	282° 06'			80,20	
	3	210° 52'			80,13	
	5	102° 37'				
5	4	347° 49'		β_5	(5-6)	
	6	106° 20'			89,94	
	4	12° 30'			89,85	
	6	131° 01'				
6	5	244° 39'		β_6	(6-7)	
	7	145° 33'			99,87	
	5	139° 43'			99,84	
	7	40° 36'				
7	6	138° 46'		β_7	(7-8)	
	8	318° 46'			92,21	
	6	249° 28'			80,13	
	8	69° 28'				
8	7	341° 17'		β_8	(8-9)	
	9	237° 47'			76,96	
	7	55° 40'			76,94	
	9	312° 11'				
9	8	204° 39'		β_9	(9-B)	
	$\square B$	74° 56'			99,01	
	8	280° 48'			98,95	
	$\square B$	151° 04'				
$\square B$	9	349° 58'		β_B	(B-1)	
	1	169° 57'			96,74	
	9	155° 14'			96,78	
	1	335° 14'				
$\Sigma\beta_{\text{изм}} =$ $\Sigma\beta_{\text{теор}} =$ $f_{\beta} =$						
$f_{\beta \text{ доп}} = 1' \sqrt{n} =$						

Таблица 2 – Журнал измерения углов и сторон диагонального теодолитного хода и вспомогательного треугольника

№ точки		Отсчеты по гориз. кругу	Горизонтальные углы		Длины линий, S 1-промер 2-промер гор. прол. S, м	Углы наклона и на какую длину
Станц.	Наблюд.		КП и КЛ	среднее		
1	2	3	4	5	6	7
диагональный ход						
5	4	55° 19'		β''_5	(5-11) неприс- тупное расстоян.	
	11	261° 46'				
	4	349° 05'				
	11	195° 31'				
11	5	248° 51'		β_{11}	(11-B) 86,07 86,05	3° 20' на всю длину
	▣B	100° 12'				
	5	165° 15'				
	▣B	16° 35'				
▣B	11	198° 24'		β''_B		
	1	106° 48'				
	11	288° 36'				
	1	197° 00'				
вспомогательный треугольник по определению длины стороны (5-11), неприступной для полного измерения мерной лентой						
11	6	351° 10'		β'_{11}		
	5	307° 48'				
	6	40° 59'				
	5	357° 37'				
6	5	193° 19'		β'_6		
	11	144° 39'				
	5	87° 52'				
	11	39° 11'				
5	11	157° 35'		β'_5		
	6	69° 39'				
	11	53° 11'				
	6	325° 15'				

Таблица 3 – Угловая привязка теодолитных ходов к пунктам *A* и *B* геодезической опорной сети (рисунок 4)

Обозначение		Отсчет по вертикальн. кругу		Горизонтальный угол в полуприеме		Среднее значение угла
Верш. угла	Точки визи-рования			обозначение	значение	
пп. □B	КП	1	n_1	250° 26'	$\beta'_1 = n_1 - n_A$	β_1
		A	n_A	198° 14'	$\beta'_2 = n_A - n_B$	β_2
		B	n_B	70° 26'	$\beta'_B = n_1 - n_B$	β_B
	КЛ	1	n_1	148° 51'	$\beta''_1 = n_1 - n_A$	
		A	n_A	96° 39'	$\beta''_2 = n_A - n_B$	
		B	n_B	328° 50'	$\beta''_B = n_1 - n_B$	

1.3. В графу 6 таблиц 1 и 2 записать горизонтальные проложения S сторон хода. Значения S находят с учетом угла наклона стороны хода или ее части:

1) если в графе 7 не указан угол наклона стороны или ее части, то углы наклона не превышают $1,5^\circ$, в таких случаях поправка на наклон линии не учитывается, а за окончательное значение S длины стороны принимают среднее S_{cp} из 2-х промеров;

2) при наличии угла наклона горизонтальное проложение стороны хода вычисляется по формуле

$$S = S_{cp} - \Delta S, \quad (1)$$

где ΔS – поправка за наклон:

$$\Delta S = S_n(1 - \cos v) \quad \text{или} \quad \Delta S = 2 S_n \sin^2(v/2), \quad (2)$$

где S_n – длина наклонного участка стороны хода;

v – угол наклона этого участка.

Если угол наклона относится ко всей измеренной длине S_{cp} стороны, то ее горизонтальное проложение равно

$$S = S_{cp} \cos v. \quad (3)$$

1.4. На отдельном листе отчета по образцу рисунка 2 оформить вычисления горизонтального проложения непрístupной стороны

5-11 хода (недоступной для непосредственного измерения лентой вследствие препятствия в виде водохранилища). Согласно рисунку 2, *б* искомая длина S_{5-11} определяется решением треугольника 5-6-11, в котором известны углы $\angle 5$, $\angle 6$, $\angle 11$ и сторона S_{5-6} .

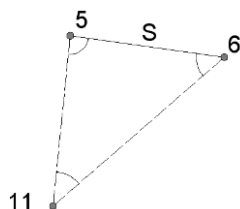
Решение. В таблицу, составленную по образцу рисунка 2, *а*, выписать из графы 5 журнала полевых измерений (из таблицы 2) значения названных горизонтальных углов, а из графы 6 – горизонтальное проложение S_{5-6} .

Вычисление длины непрístupной стороны 5–11

а

Горизонтальный угол			Длины сторон треугольника 5-6-11
обозначение	измеренный	поправка		исправленный
β_5			Дано $S_{5-6} =$
β_6			
β_{11}			Вычисл. по ф-ле (4) $S_{5-11} =$ $S_{6-11} =$
$\Sigma\beta_{\text{изм}}$			
$\Sigma\beta_{\text{теор}}$			
$f_{\Sigma\beta}$			Контроль по ф-ле (5) const = _____ = = _____ = _____.
$f_{\Sigma\beta, \text{доп}}$			

б



в

Расчетные формулы

Студент: _____

Рисунок 2 – К вычислению длины непрístupной стороны 5–11 диагонального хода:

a – таблица расчетов; *b* – схема треугольной фигуры; *в* – формулы

Используя формулы (6)–(11) настоящих указаний определить фактическую угловую невязку $f_{\Sigma\beta}$ треугольника 5-6-11, ее допустимую величину $f_{\Sigma\beta, \text{доп}}$, уравнять углы. Применив теорему синусов проверить правильность записи формул (4) и (5), затем вычислить длину неприступной стороны 5-11 и вспомогательной стороны 6-11:

$$s_{5-11} = s_{5-6} \sin(\beta_6) / \sin(\beta_{11}), \quad s_{6-11} = s_{5-6} \sin(\beta_5) / \sin(\beta_{11}). \quad (4)$$

Результаты расчета проконтролировать на соблюдение равенства следующих соотношений

$$s_{5-11} / \sin(\beta_6) = s_{5-6} / \sin(\beta_{11}) = s_{11-6} / \sin(\beta_5) = \text{const}. \quad (5)$$

1.5. В скопированном бланке таблица 3 – **Угловая привязка теодолитных ходов к пунктам геодезической опорной сети** записать вычисленные значения горизонтальных углов $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ и β_B , показанных на рисунке 1 и рисунке 4.

1.6. Оформить по примеру рисунок 3 решение обратной геодезической задачи на определение исходного дирекционного угла α_{A-B} стороны *A-B* опорной геодезической сети, к которой привязан теодолитный ход. Координаты исходных пунктов *A* и *B* выбрать из таблицы 4 соответственно заданному номеру варианта.

Вычисление исходного дирекционного угла α_{A-B} (вариант № ____)

Дано: $x_B = \underline{\hspace{2cm}}$ $y_B = \underline{\hspace{2cm}}$
 $x_A = \underline{\hspace{2cm}}$ $y_A = \underline{\hspace{2cm}}$

Решение

$\alpha_{A-B} = \underline{\hspace{2cm}}$ $S_{A-B} = \underline{\hspace{2cm}}$
 $\alpha_{B-A} = \underline{\hspace{2cm}}$

Студент _____

Рисунок 3 – К вычислению исходного дирекционного угла $\alpha_{A,B}$ или $\alpha_{B,A}$

Таблица 4 – **Варианты координат исходных пунктов**

№ варианта	Координаты исходных пунктов полигонометрии, м			
	пп. А		пп. В	
	x_A , М	y_A , М	x_B , М	y_B , М
1	2	3	4	5
0	4328,65	2168,50	4280,00	2260,00
1	4530,68	2183,79	4481,71	2275,12
2	4534,51	2171,98	4485,49	2263,28
3	4539,30	2177,67	4490,17	2268,91
4	4536,88	2178,55	4487,67	2269,75
5	4728,53	2370,19	4679,21	2461,33
6	4722,95	2375,51	4673,87	2466,78
7	4719,66	2379,07	4670,29	2470,18
8	4715,54	2382,67	4665,64	2473,50
9	4925,11	2568,74	4875,69	2659,83
10	4919,83	2573,67	4870,33	2664,71
11	4910,10	2577,49	4860,49	2668,48
12	4915,42	2588,25	4865,73	2679,19
13	4127,21	2772,49	4077,44	2863,39
14	4125,12	2775,98	4075,28	2866,84
15	4120,33	2777,81	4070,75	2868,81
16	4131,16	2779,98	4081,71	2871,05
17	4120,67	2971,57	4071,57	3063,07
18	4219,61	2976,30	4169,95	3067,26
19	4224,74	2978,46	4174,84	3069,29
20	4227,85	2982,40	4177,87	3073,18
21	4228,75	2469,96	4180,15	2561,49
22	4224,11	2472,28	4175,65	2563,88
23	4225,32	2475,51	4176,96	2567,17

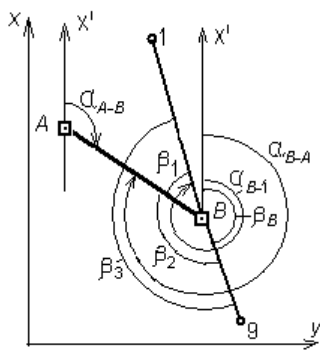
24	4431,41	2477,74	4383,13	2569,44
----	---------	---------	---------	---------

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5
25	4428,87	2481,39	4380,73	2573,16
26	4419,30	2483,19	4371,29	2575,03
27	4426,10	2273,00	4377,90	2360,59
28	4423,28	2274,04	4373,14	2364,74
29	4527,25	2278,04	4478,36	2369,41
30	4522,50	2278,89	4474,44	2370,70

1.7. Оформить вычисления дирекционного угла стороны B-1 основного хода по примеру рисунка 4.

**Вычисление начального дирекционного угла стороны B-1
основного теодолитного хода (вариант № ____)**



1) $\alpha_{B-1} = \alpha_{B-A} + \beta_1 = \underline{\hspace{2cm}}$

2) контроль
 $\alpha_{B-1} = \alpha_{B-A} - \beta_2 + \beta_3 = \underline{\hspace{2cm}}$

Студент _____

Рисунок 4 – К вычислению начального дирекционного угла стороны B-1
основного теодолитного хода

2. ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ ВЕРШИН ТЕОДОЛИТНЫХ ХОДОВ

2.1. Заполнить ведомость вычисления координат вершин основного теодолитного хода исходными данными по образцу таблицы 5

(для дополнительных справок следует использовать заполненную ведомость из приложения А):

Таблица 5 – **Ведомость вычисления координат вершин замкнутого**

№ точки	Измерен. угол β , поправки, v_β	Исправленный угол β'	Дирекционный угол α	Румб r	Гориз. проложение S
1	2	3	4	5	6
$\square B$			α_n		
	-0,3		331° 30,0'	СЗ: 28° 30,0'	96,76
1	111° 17,5'	111° 17,2'			
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
	-0,4				
$\square B$	180° 00,5'	180° 00,1'	α_k		
			331° 30,0'		
1					

$$\Sigma \beta_{\text{изм}} = \alpha_{n+1} = \alpha_n + 180 - \beta_{\text{испр}} \quad \Sigma S =$$

$$\Sigma \beta_{\text{теор}} = \alpha_n + 180^\circ n - \alpha_k$$

$$f_\beta =$$

$$f_{\beta \text{ доп}} = 1' \sqrt{n} =$$

теодолитного хода

Приращения координат, м						Координаты, м		№ точки		
вычисленные и поправки			исправленные							
±	$\Delta x'$	±	$\Delta y'$	±	Δx	±	Δy			
	7		8		9		10			
								11		
								12		
								+4100,00	+2200,00	□B
										1
										2
										3
										4
										5
										6
										7
										8
										9
								+4100,00	+2200,00	□B
										1

$\Sigma \Delta x' = \Sigma \Delta y' = \Sigma \Delta x = \Sigma \Delta y = \quad x_k - x_n = \quad y_k - y_n =$

$= \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$

$\Sigma \Delta x_{\text{теор}} = \Sigma \Delta y_{\text{теор}} =$

$f_x = \underline{\hspace{1cm}} \quad f_y = \underline{\hspace{1cm}}$

Фактич. абс. невязка: $f_d = \sqrt{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{1cm}}$ м;

Невязка абс. доп (f_d)_{доп} = $\Sigma S / 1500 = \underline{\hspace{1cm}}$ м.

Фактич. относит. невязка: $f_d / \Sigma S = \underline{\quad} / \underline{\quad} = 1 / \underline{\quad} < (1 / 1500)$.

– в графе 1 через одну строку записать номера вершин хода;
– в графе 2 в строках с номером вершины записать соответствующие значения измеренных правых по ходу углов $\beta' = \beta_{\text{изм}}$ по данным журнала (таблица 1);

– в графе 4 записать вычисленный по варианту начальный дирекционный угол $\alpha_n = \alpha_{B-1}$ в верхнюю строку между обозначениями пунктов B и 1 и тот же угол записать в нижнюю часть графы между пунктами B и 1 и отметить как конечный угол $\alpha_k = \alpha_{B-1}$;

– в графе 6 ведомости в строках между номерами вершин записать горизонтальные проложения S соответствующих сторон хода по данным графы 6 полевого журнала (таблицы 1);

– в графах 11 и 12 в верхней строке и внизу ведомости записать исходные координаты x_B и y_B пункта B (выбрать по варианту из таблицы 4).

2.2. Проверить и записать сумму внутренних углов $\Sigma\beta_{\text{изм}}$ теодолитного хода 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, B и указать ее теоретическое значение

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180^\circ (n - 2), \quad (6)$$

где n – число углов многоугольника.

Рассчитать фактическую угловую невязку замкнутого хода, указав ее знак,

$$f_\beta = \Sigma\beta_{\text{изм}} - \Sigma\beta_{\text{теор}} \quad \text{или} \quad f_\beta = \Sigma\beta' - \Sigma\beta_{\text{теор}} \quad (7)$$

и сравнить ее с допустимой величиной

$$f_{\beta \text{ доп}} = \pm 1' \sqrt{n}. \quad (8)$$

В случае допустимости фактической невязки, т. е.

$$|f_\beta| \leq f_{\beta \text{ доп}} \quad (9)$$

вычислить поправки v_{β_i} в углы β'_i с округлением до $0,1'$ (знак поправки противоположен знаку невязки)

$$v_{\beta i} = - (f_{\beta} / n), \quad (10)$$

проверить равенство суммы поправок величине невязки с обратным знаком, т. е.

$$\sum v_{\beta i} = - f_{\beta} \quad (11)$$

и записать их в графе 2 над значениями измеренных углов.

Уравнять углы $\beta_{\text{изм}} = \beta'$, прибавив к ним поправки. Исправленные (т. е. приближенно уравненные) углы β записать в графе 3. Проверить сумму исправленных углов на условие (6).

2.3. Последовательно вычислить дирекционные углы сторон хода по формуле

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + 180^\circ - \beta_i; \quad (\alpha_{i+1} < 360^\circ), \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (12)$$

последний результат вычислений должен совпасть с записанным значением $\alpha_k = \alpha_{B.1}$.

В графу 5 записать румбы, соответствующие дирекционным углам сторон хода

2.4. Вычислить приращения координат (графы 7, 8 координатной ведомости)

$$\Delta x'_i = \pm s_i \cos \alpha_i; \quad \Delta y'_i = \pm s_i \sin \alpha_i. \quad (13)$$

Проверить значения $\Delta x'_i$ и $\Delta y'_i$ и правильность румбов следует по формулам

$$\Delta x'_i = \pm s_i \cos r_i; \quad \Delta y'_i = \pm s_i \sin r_i. \quad (14)$$

Рассчитать невязки сумм $\sum \Delta x'_i$ и $\sum \Delta y'_i$ вычисленных приращений координат: f_x – по оси абсцисс и f_y – по оси ординат

$$f_x = \sum \Delta x'_i - (x_k - x_n); \quad f_y = \sum \Delta y'_i - (y_k - y_n). \quad (15)$$

В замкнутом полигоне $(x_k - x_n) = 0$; $(y_k - y_n) = 0$, поэтому невязки определяются как алгебраические суммы вычисленных приращений координат

$$f_x = \sum \Delta x'_i = [\Delta x']; \quad f_y = \sum \Delta y'_i = [\Delta y'], \quad (16)$$

где [] – символ суммы Гаусса.

Величины f_x и f_y являются катетами прямоугольного треугольника погрешностей, гипотенуза которого f_s представляет *абсолютную невязку* теодолитного хода:

$$f_s = \pm \sqrt{f_x^2 + f_y^2}. \quad (17)$$

По формулам обратной геодезической задачи можно определить румб и дирекционный угол абсолютной невязки f_s .

2.5. Оценить точность теодолитного хода. *Допустимая абсолютная невязка* основного (замкнутого) теодолитного хода в нашем задании вычисляется при допустимой относительной невязке $(1/T)_{\text{доп}} = 1/1500$, т. е.

$$f_{s \text{ доп}} = \sum S (1/T)_{\text{доп}} \leq 2\Delta p \text{ М} / 1500, \quad (18)$$

где $\Delta p = 0,2$ мм – допустимая погрешность положения на плане масштаба 1: М точек съемочного обоснования в середине хода для застроенной территории и открытой местности и $\Delta p = 0,3$ мм для закрытой местности (покрытой древесной и кустарниковой растительностью).

Точность теодолитного хода оценивают также по величине его фактической относительной невязки

$$f_s / \sum S = 1 / (\sum S : f_s) \leq (1/T)_{\text{доп}}. \quad (19)$$

Пр и м е р. В таблице Приложения А для хода малой длины вычислены и указаны в графах 7 и 8 значения $\Delta x'_i$ и $\Delta y'_i$, $\sum \Delta x'_i = -215,39$ и $\sum \Delta y'_i = +343,82$, теоретические суммы $\sum \Delta x_{\text{теор}} = x_k - x_n = 215,54$; $\sum \Delta y_{\text{теор}} = y_k - y_n = +344,09$. По формулам (15) найдены невязки $f_x = +0,15$; $f_y = -0,27$; по формуле (17) – абсолютная невязка хода $f_s = 0,31$ м. Фактическая относительная невязка $f_s / \sum S = 1 / 2112$ оказалась меньше заданной допустимой относительной $(1/T)_{\text{доп}} = 1 : 2000$. По формуле $f_{s \text{ доп}} = \sum S (1/T)_{\text{доп}} \leq 2\Delta p \text{ М} / 2000$ находим, что для съемки застроенной территории в масштабе 1 : М = 1 : 1000 абсолютная фактическая невязка теодолитного хода $f_d = 0,31$ м допустима – она меньше критерия $f_{s \text{ доп}} = 0,40$ м.

2.6. Уравнять вычисленные приращения координат приближенным способом, т. е. распределить между ними невязки f_x и f_y .

Для уравнивания следует вычислить поправки v_{xi} и v_{yi} в приращения $\Delta x'_i$ и $\Delta y'_i$. Поправки должны быть пропорциональными длинам соответствующих сторон хода, т. е. найдены по формулам

$$v_{xi} = K_x d_i; \quad v_{yi} = K_y d_i, \quad (20)$$

где K_x и K_y – коэффициенты пропорциональности, равные

$$K_x = -f_x / \sum S_i; \quad K_y = -f_y / \sum S_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (21)$$

где $\sum S_i$ – длина хода.

Сумма поправок должна быть равна соответствующей невязке, взятой с обратным знаком:

$$\sum v_{xi} = -f_x; \quad \sum v_{yi} = -f_y, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (22)$$

Поправки v_{xi} и v_{yi} следует записать в графах 7 и 8 ведомости над вычисленными приращениями, а в графах 9 и 10 указать уравненные (иначе – исправленные или увязанные) приращения координат:

$$\Delta x_i = \Delta x'_i + v_{xi}; \quad \Delta y_i = \Delta y'_i + v_{yi}. \quad (23)$$

Пример. В таблице приложения В (графы 7 и 8) над значениями $\Delta x'_i$ и $\Delta y'_i$ записаны поправки v_{xi} и v_{yi} . Для уравнивания величин $\Delta x'_i$ по оси X найдены значение $K_x = - (+0,15) / 658,12 = 0,000 224$ и поправки $v_{x1} = K_x d_1 = K_x \cdot 151,92 = -0,03$ м; $v_{x2} = K_x \cdot 119,2 = -0,03$ м и т. д. Сумма поправок v_{xi} равна невязке f_x с обратным знаком, т. е. $\sum v_{xi} = -f_x = 0,15$ м. В графе 9 записаны уравненные приращения координат Δx_i и их сумма $\sum \Delta x = -215,54$, которая совпала с разностью $x_k - x_n$. Аналогично уравниваются приращения по оси Y .

2.7. Последовательно вычислить координаты вершин основного теодолитного хода по формулам

$$x_{i+1} = x_i + \Delta x_i; \quad y_{i+1} = y_i + \Delta y_i, \quad (24)$$

т. е. абсцисса x_i и ордината y_i следующей вершины равны абсциссе и ординате предыдущей вершины плюс соответствующие уравненные приращения координат. Для контроля вычисляют координаты x_k и y_k конечного пункта, которые должны совпасть с исходными значениями.

Пример. В графах 11 и 12 таблицы приложения А координаты вершин теодолитного хода последовательно вычислены по формулам (24) начиная от исходных значений x_n и y_n (пункт В) с конечным контролем по исходным величинам x_k и y_k (пункт С).

2.8. Вычислить координаты пункта 11 диагонального теодолитного хода 5-11-В. Пример заполнения расчетной ведомости исходными данными приведен в таблице 6. Примеры расчетов см. в таблице 5 и в приложении А.

Таблица 6 – **Ведомость вычисления координат вершин**

№ точки	Измерен. угол β , поправки, v_β	Исправленный угол β'	Дирекционный угол α	Румб r	Гориз. проложение S
1	2	3	4	5	6
4			α_n		
	+0,4		185° 17,8'	ЮЗ: 5°17,8'	
5	153° 33,5'	153° 33,9'			
					S_{5-11}
11					
	+0,4				S_{11-B}
□В	91° 36,0'	91° 36,4'	α_k		
			331° 30,0'		
1					

$$\Sigma \beta_{\text{изм}} = \alpha_{n+1} = \alpha_n + 180 - \beta_{\text{испр}} \quad \Sigma S =$$

$$\Sigma \beta_{\text{теор}} = \alpha_n + 180^\circ n - \alpha_k$$

$$f_\beta =$$

$$f_{\beta \text{ доп}} = 1' \sqrt{n} =$$

3. СОСТАВЛЕНИЕ КОНТУРНОГО ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА

3.1. Нанесение на план контуров должно выполняться с графическими погрешностями в пределах 0,1–0,2 мм относительно опорных точек и линий (координатной сетки, точек и линий теодолитных ходов, створных линий) [1, с. 8, 288, 290–291].

3.2. На листе чертежной бумаги формата А1 построить координатную сетку размером 50×50 см со стороной квадрата 10 см [1, с. 288–289]. Вид координатной сетки приведен в пункте 6 (с. 25) настоящих методических указаний.

диагонального теодолитного хода

Приращения координат, м						Координаты, м		№ точки		
вычисленные и поправки				исправленные						
±	Δx'	±	Δy'	±	Δx	±	Δy	X	Y	
	7		8		9		10	11	12	13
										4
								x _н	y _н	5
										11
								x _к	y _к	▢B
										1

$$\Sigma \Delta x' = \quad \Sigma \Delta y' = \quad \Sigma \Delta x = \quad \Sigma \Delta y = \quad x_k - x_n = \quad y_k - y_n =$$

$$= \underline{\quad\quad\quad} = \underline{\quad\quad\quad}$$

$$\Sigma \Delta x_{\text{теор}} = \Sigma \Delta y_{\text{теор}} =$$

$$f_x = \underline{\quad\quad\quad} \quad f_y = \underline{\quad\quad\quad} \quad \text{Фактич. абс. невязка: } f_d = \sqrt{\quad\quad\quad} = \underline{\quad\quad\quad} \text{ м;}$$

$$\text{Невязка абс. доп } (f_d)_{\text{доп}} = \Sigma S / 1500 = \underline{\quad\quad\quad} \text{ м.}$$

$$\text{Фактич. относит. невязка: } f_d / \Sigma S = \underline{\quad\quad\quad} / \underline{\quad\quad\quad} = 1 / \underline{\quad\quad\quad} < (1 / 1500).$$

3.3. Используя координаты пунктов теодолитного хода рассчитать и подписать в рамке плана координаты x и y сетки для размещения контурного плана местности масштаба $1 : 1000$ в пределах восточной части листа – предусмотреть свободное место в западной части плана для нанесения впоследствии ситуации и рельефа по данным тахеометрической съемки (см. пример в пункте 6).

3.4. Нанести на план вершины теодолитных ходов по их координатам с контролем [1, с. 290–291].

3.5. Пользуясь абрисами 1–7 (с. 29–35), нанести на план контуры ситуации [1, с. 291].

3.6. Вычертить план в условных топографических знаках [2], руководствуясь правилами и техникой топографического черчения.

3.7. Оформление рамки и зарамочных надписей плана приведено в пункте 6 настоящих методических указаний.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ

4.1. Вычислить площадь полигона, ограниченного основным теодолитным ходом, по координатам его вершин [3, с. 144–146]. Использовать формулы и ведомость вычисления площади по координатам (такую ведомость можно вычертить по примеру приложения Б. Площадь вычислить в квадратных метрах и гектарах. Дать оценку точности площади, вычисленной по координатам вершин теодолитного хода.

Задание: обосновать и реализовать предложение по уменьшению числа пунктов основного теодолитного, учитываемых в задании 4.1.

Примечание: при вычислении площади прямоугольника в гектарах длину линий можно выразить в сотнях метров, например при $a = 15,2$ м; $b = 135,7$ м площадь $P(\text{га}) = ab = 0,152 \cdot 1,357 = 0,20626 \text{ га} = 2062,6 \text{ м}^2$.

4.2. Определить полярным планиметром площади контуров ситуации по составленному контурному плану участка в пределах замкнутого полигона.

4.2.1. Изучить устройство полярного планиметра и освоить работу с ним путем выполнения задания по определению цены деления планиметра. Выполнить основные проверки планиметра.

Составить таблицу 7 – **Определение цены деления планиметра.**

В качестве фигуры с известной площадью выбрать на плане один или два квадрата координатной сетки. Обводить фигуру рекоменду-

ется против хода часовой стрелки, в этом случае отсчеты по планиметру последовательно уменьшаются и облегчаются вычисления разностей отсчетов (таблица 7).

Допускается расхождение между разностями n_i отчетов до 5 единиц. Неудовлетворительные значения n_i отбраковываются. Средняя разность n_{cp} вычисляется по 4–5 оставленным разностям отсчетов. Значение цены деления планиметра, например $c = 0,0009823$ (при $R = 282,0$) можно округлить до более удобной величины $c_0 = 0,001$, установив соответствующий радиус обводного рычага

$$R_0 = R(c_0/c). \quad (25)$$

Таблица 7 – **Определение цены деления полярного планиметра**

№ _____ для плана масштаба 1 : М = 1 : 1000 при радиусе обводного рычага $R =$ _____.

Студент _____

Отсчеты		Разность отсчетов $n_i = U_i - U_{i+1}$	Средняя разность n_{cp}	Цена деления c при радиусе $R =$ _____
обозначение U_i	величина			
1	2	3	4	5
U_1	8890		1018	Площадь квадрата $P =$ _____ га; $c = P / n_{cp};$
U_2	7870	1020		
U_3	6855	1015		
U_4	5830	1025		
U_5	4814	1016		
U_6	3797	1017		
U_7	2774	1023		
U_8	1757	1017		
U_9	0747	1010		

4.2.2. Определить площади участков планиметром по плану.

Предварительные указания:

1) на плане следует выделить участок, ограниченный линией 4-5 теодолитного хода, контуром обрыва и канавой; выделенный участок в ведомости определения площадей планиметром назвать «Пойма реки Соть»;

2) прямоугольный участок к северу от стороны В-11 теодолитного хода в ведомости назвать «Домовладение № 1 с садом»; участок к югу – «Домовладение № 2 с огородом».

3) Составить ведомость определения площадей по примеру таблицы 8.

Таблица 8 – **Определение площади контуров**

План масштаба 1 : 1000.

Общая площадь полигона $P_{\Pi} =$ _____ га

Планиметр № _____. Цена деления $c =$ _____.

Длина обводного рычага $R =$ _____. Студент _____

№ п/п	Название участка	Отсчеты U_i	Разности n_i	Среднее N	Площадь $P' = c n_i$, га	Поправки v_i , га	Уравненная площадь P , га
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Пашня	8778 8025 7274	753 751	752	0,752	+0,0067	0,7587
...
	Домовладение № 1 с садом	...	...	...	...	...	...
...
...
	Пойма реки: обрыв – сторона 4-5 хода	...	...	...	...	...	...
...
	Общая площадь дорог	Определяется умножением ширины b дороги (см. абрисы) на длину l (измеряется по плану) – см. п. 3.1 примечание				0,0000	...

$$\Sigma P'_{i, \text{ср}} = 4,2323 \text{ га}; \quad \Sigma v_i = +0,0380; \quad \Sigma P_i = 4,2703 \text{ га}$$

$$\Sigma P_{\text{теор}} = 4,2703 \text{ га}; \quad f_p = -0,0380 \text{ га};$$

В процессе определения по плану площади каждый контур обводятся планиметром дважды, допускается расхождение разностей отсчетов n_i до 5 единиц (графа 4).

В примере таблицы 8 фактическая абсолютная невязка площадей $f_p = -0,0380$ га; допустимая абсолютная невязка площадей $f_{p, \text{доп}}$ принята как 1 / 100 от величины определяемой площади, т. е. в нашем примере

$$f_{p, \text{доп}} = \Sigma P_{\text{теор}} / 100 = 0,0423 \text{ га.}$$

При уравнивании площадей поправки принимаются пропорциональными величине соответствующей площади P_i (поправка в площадь дорог P_d не вводится вследствие более точного значения данной площади) и вычисляются по формуле

$$v_{p_i} = -[f_p / (\Sigma P_{\text{теор}} - P_d)] P_i; \text{ контроль } \Sigma v_i = - f_p, \quad (26)$$

где $[f_p / (\Sigma P_{\text{теор}} - P_d)] = K_p$ – коэффициент пропорциональности, а знак поправки противоположен знаку невязки.

Проверить сумму уравненных площадей, которая должна равняться теоретической (в нашем примере $\Sigma P_{\text{теор}} = 4,2323$ га – см. таблицу 8).

4.2.3. Составить и заполнить **Ведомость площадей полигона**, ограниченного основным теодолитным ходом. Выделить графы: «№ п.п.»; «Название контура»; «Площадь, га», «Площадь м²». Указать общую площадь участка.

4.3. Определить графическим способом [3, с. 147–149] площади простых контуров: «Производственная площадка» и домовладений № 1 и № 2 (каждого отдельно). Сравнить полученные площади с их значениями, найденными при помощи полярного планиметра. Результаты задания 3.3 оформить в ведомости **Сравнительная точность определения площадей графическим и механическим способами** с графами: «№ участка»; «Название участка и его схема, размеры, м»; «Площадь, найденная графически, м² / га»; «Площадь, найденная планиметром, га»; «Расхождение площадей, га».

4.4. Разработать пункт отчета **Оценка точности определения площадей различными способами**. Используя литературные данные и собственный опыт, учитывая погрешности теодолитного хода, топографического плана и выполняемых измерений (графических и механических по плану) указать вероятные погрешности площадей, найденных способами: 1) аналитическим по координатам вершин

теодолитного хода, 2) графическим по плану для простых контуров, 3) механическим по плану при помощи полярного планиметра.

5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Каково содержание топографического плана, полученного в результате теодолитной съемки?

2. Расскажите о сущности полевых измерений, выполняемых при создании съемочного обоснования, съемке ситуации и последовательности камеральных работ при теодолитной съемке.

3. Раскройте методику каждого рассмотренного способа съемки ситуации.

4. Как вычислить угловую невязку теодолитного хода: замкнутого; разомкнутого; допустимую величину невязки? Как уравнивать измеренные углы?

5. Дайте определение дирекционного угла. По какой формуле последовательно вычисляют дирекционные углы сторон теодолитного хода? Контроль вычислений?

6. Напишите формулы для вычисления: 1) приращений координат в теодолитном ходе; 2) невязок приращений координат; 3) абсолютной невязки хода и ее допустимой величины.

7. По каким формулам вычисляют поправки в вычисленные приращения координат и окончательные координаты вершин теодолитного хода? Какие при этом применяются контрольные вычисления?

8. Какими способами наносят на план координатную сетку и как ее оцифровывают?

9. Как наносят на план пункты съемочного обоснования по их координатам и контролируют точность нанесения?

10. Какими способами определяют площади земельных участков и с какой точностью?

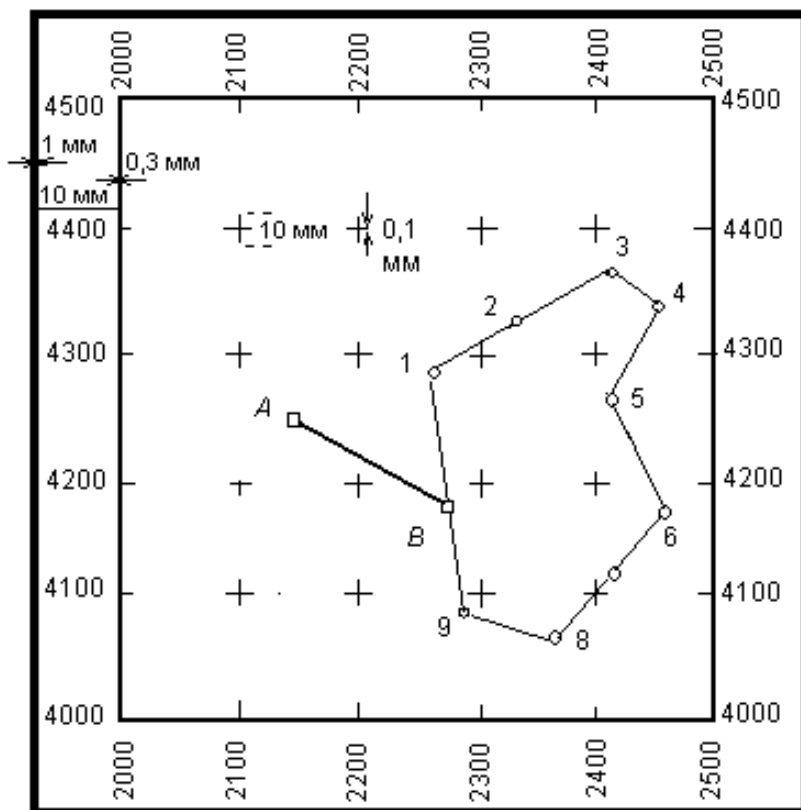
11. Можно ли обнаружить ошибку (и как это сделать) в результатах вычисления площади по координатам, если ошибочно записана какая-либо исходная координата?

12. Как поверить полярный планиметр, определить цену деления планиметра и измерить площадь по плану и с какой погрешностью?

**6. ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ РАМКИ
И ЗАРАМОЧНЫХ НАДПИСЕЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО
ПЛАНА И СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ УЧАСТКА
ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПЛАНА**

Белорусский национальный технический университет
Кафедра инженерной геодезии

ПЛАН УЧАСТКА ↓ 15 мм



БНТУ

1 : 1000 (в 1 см 10 м)

20 __ г.

Ориентирован по осевому меридиану

Проверил:

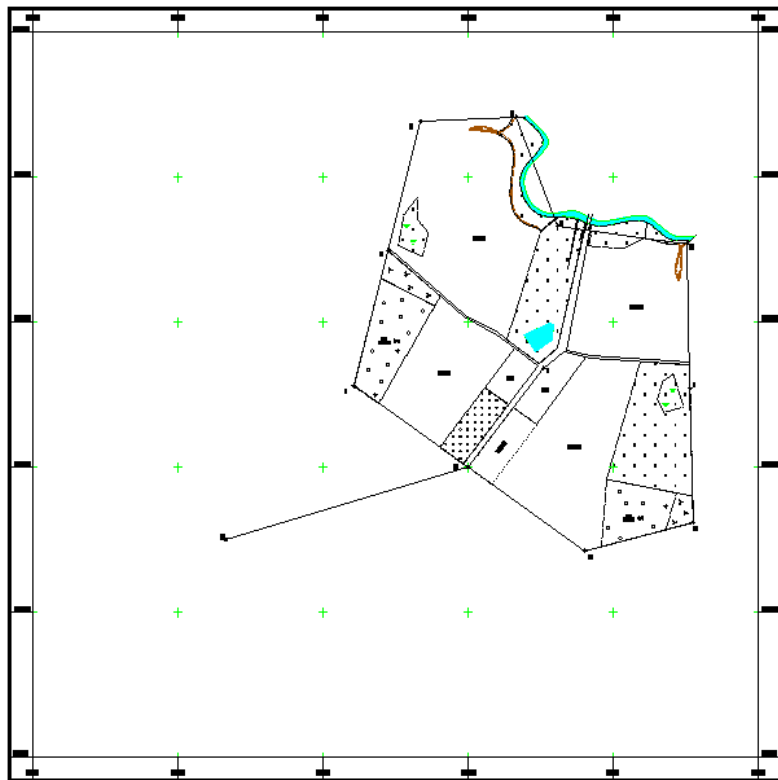
Студент гр. _____

Фамилия, И. О. преподавателя
подпись

Фамилия, И.О., _____
подпись

7. СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ УЧАСТКА ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПЛАНА

ПЛАН УЧАСТКА



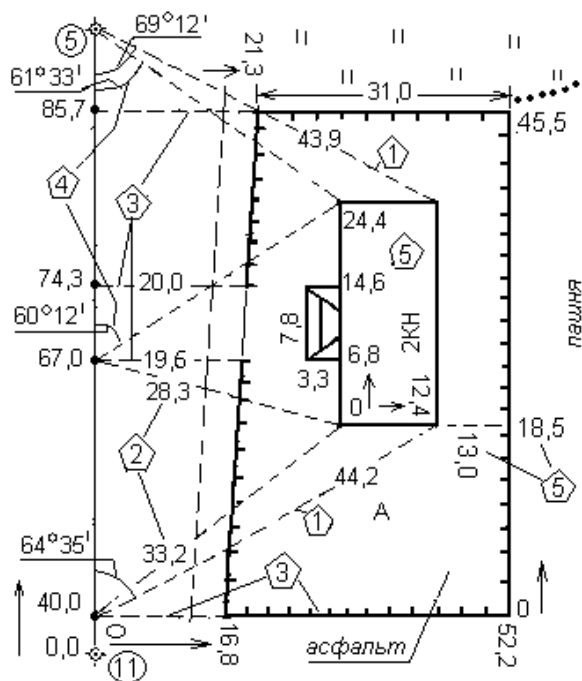
8. АБРИСЫ ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ

Основные способы теодолитной съемки относительно сторон теодолитного хода и створных линий (см. абрис 1):

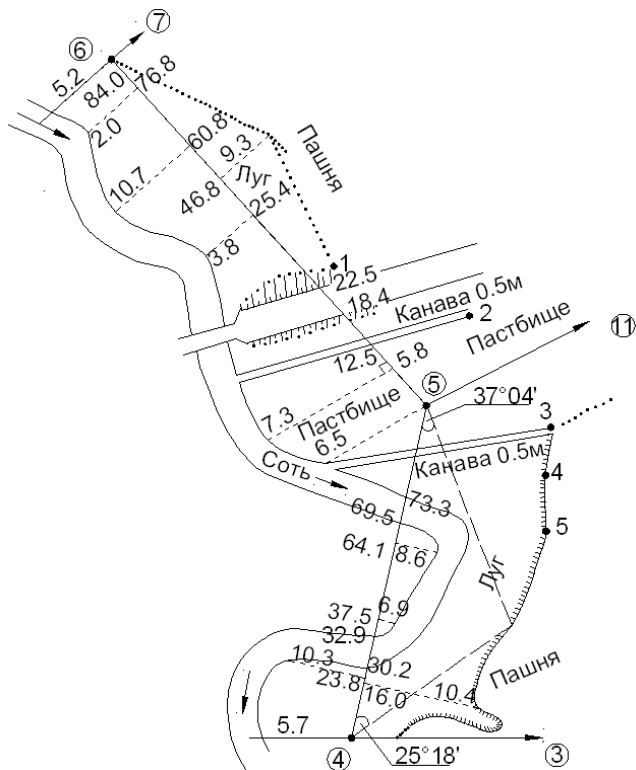
1 – полярный; 2 – линейной засечки; 3 – прямоугольных координат (перпендикуляров); 4 – угловой засечки; 5 – при детализации съемки и контроле взаимного положения контуров производят обмеры объектов и промеры расстояний.

В абрисах линейные величины выражены в м.

Абрис 1. Съемка производственной площадки относительно стороны 11-5 теодолитного хода. Объекты: двухэтажное каменное нежилое здание и асфальтированная площадка, огороженная деревянным забором.



Абрис 2. Съемка ситуации способами перпендикуляров и полярным относительно сторон 4-5 и 6-5 и пункта 5 теодолитного хода.

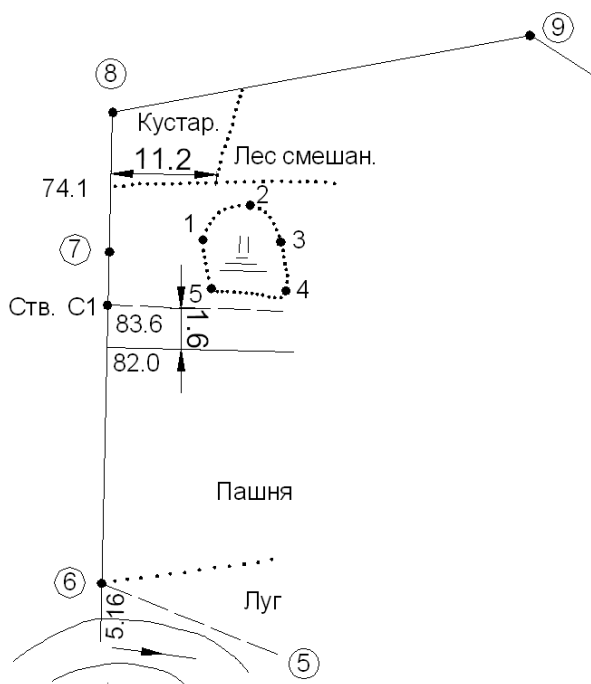


Станция (5). Полярная съемка

№ точки	Угол	Расстояние, м	Объект
(11)	0° 00'	—	пункт теодол. Хода
1	296° 40'	25,8	пашня, низ откоса
2	341° 25'	30,6	верхн. бровка канавы
3	65° 30'	12,4	-- " --
4	76° 15'	13,2	верхн. бровка обрыва
5	93° 10'	26,2	-- " --
(11)	359° 58'	—	пункт теодол. Хода

Абрис 3. Положение створной точки Ств. С1. Съёмка ситуации относительно сторон 6-7 и 7-8 теодолитного хода.

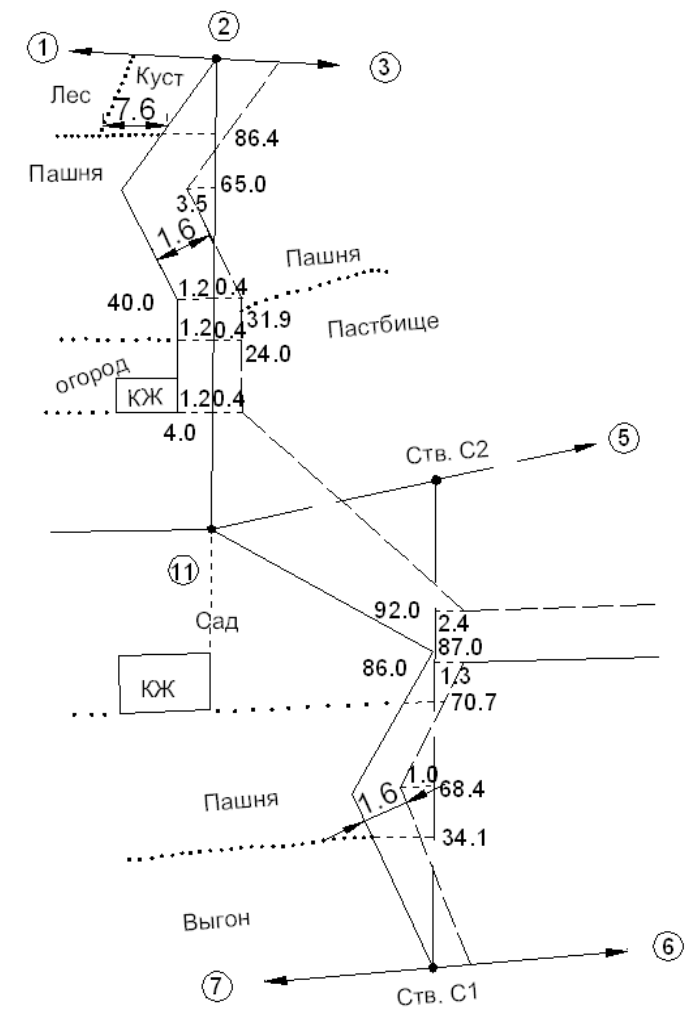
Съёмка контура болота полярным способом относительно вершины 7 теодолитного хода.



Станция (7). Контур болота проходимого

№ точки	Угол	Расстояние, м
(8)	0° 00'	—
1	20° 45'	13,6
2	48° 40'	24,2
3	72° 50'	23,8
4	105° 10'	19,6
5	133° 05'	15,4
(8)	359° 59'	—

Абрис 5. Съёмка ситуации относительно стороны 11-2 теодолитного хода и створной линии С1-С2.



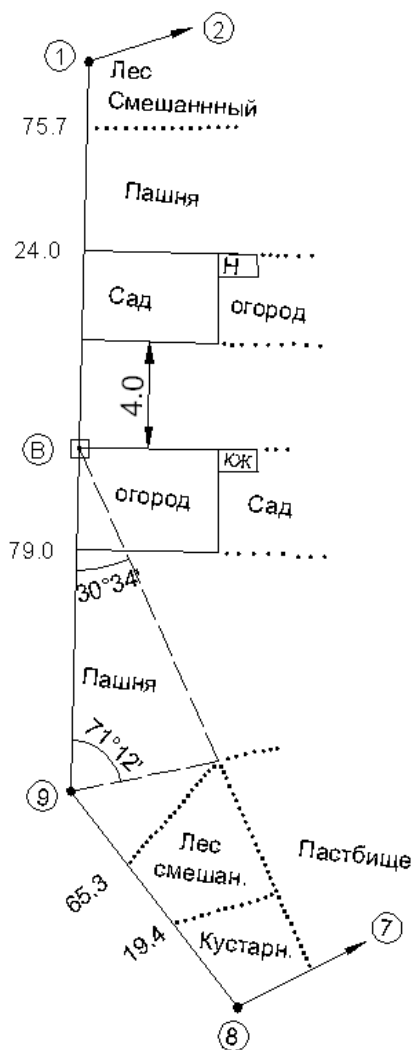
Абрис 6. Съемка ситуации относительно сторон 1-2, 2-3 и 3-4 теодолитного хода. Съемка контура луга заболоченного перпендикулярами и полярным способом.



Станция (2). Съемка части контура луга

№ точки	Угол	Расстояние, м
(3)	0° 00'	—
1	29° 40'	29,2
2	52° 05'	30,4
3	86° 15'	24,0
(3)	0° 01'	—

Абрис 7. Съёмка ситуации относительно сторон 8-9; 9-В и В-1 теодолитного хода.



ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Пример заполнения ведомости вычисления координат

№ точки	Измерен. угол β , поправки v_β	Исправленный угол β'	Дирекционный угол α	Румб r	Гориз. проложение
1	2	3	4	5	6
<i>A</i>			α_n		
	<i>+0,3</i>		<u>111° 50,8'</u>		
<i>B</i>	225° 10,5'	225° 10,8'			
	<i>+0,3</i>		66° 40,0'	СВ: 66°40,0'	151,92
1	100° 22,0'	100° 22,3'			
	<i>+0,3</i>		146° 17,7'	ЮВ:33°42,3'	119,20
2	207 ° 46,8'	207 ° 47,1'			
	<i>+0,3</i>		118° 30,6'	ЮВ:61°29,4'	274,46
3	52° 23,2'	52° 23,5'			
	<i>+0,2</i>		246° 07,1'	ЮЗ:66°07,1'	112,54
<i>C</i>	165° 16,1'	165° 16,3'	α_k		
			<u>260° 50,8'</u>		
<i>D</i>					

$$\Sigma\beta_{\text{изм}} = 750^\circ 58,6' \quad \alpha_{n+1} = \alpha_n + 180 - \beta_{\text{испр}} \quad \Sigma S = 658,12$$

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = \alpha_n + 180^\circ n - \alpha_k$$

$$f_\beta =$$

$$f_{\beta, \text{доп}} = 1' \sqrt{n} = \pm 2,2',$$

$$\text{Фактич. абс. невязка } f_s = \sqrt{0,15^2 + 0,27^2} = \pm 0,31 \text{ м.}$$

разомкнутого теодолитного хода

Приращения координат, м				Координаты, м		№ точки
Вычисленные и поправки		Исправленные				
$\Delta x'$	$\Delta y'$	Δx	Δy	<i>X</i>	<i>Y</i>	
7	8	9	10	11	12	13

						<i>A</i>
				x_H	y_H	
-0,03	+0,06			+6000,00	+2000,00	<i>B</i>
+60,17	+139,50	+60,14	+139,56			
-0,03	+0,05			+6060,00	+2139,56	1
-99,16	+66,14	-99,19	+66,19			
-0,06	+0,11			+5960,95	+2205,75	2
-131,00	+241,18	-131,06	+241,29			
-0,03	+0,05			+5829,89	+2447,04	3
-45,56	-102,90	-45,59	-102,85	x_K	y_K	
				+5784,30	+2344,19	<i>C</i>
						<i>D</i>

$$\Sigma \Delta x' \quad \Sigma \Delta y' \quad \Sigma \Delta x \quad \Sigma \Delta y \quad x_K - x_H \quad y_K - y_H$$

$$-215,55 \quad +343,92 \quad -215,7 \quad +344,19 \quad -215,70 \quad +344,19$$

$$\Sigma \Delta x_{\text{теор}} \quad \Sigma \Delta y_{\text{теор}}$$

$$-215,70 \quad +344,19$$

$$f_x = +0,15; \quad f_y = -0,27$$

$$\text{Фактич. абс. невязка } f_S = \sqrt{0,15^2 + 0,27^2} = \pm 0,31 \text{ м.}$$

$$\text{Невязка абс. доп } (f_S)_{\text{доп}} = \Sigma s / 2000 = \pm 0,33 \text{ м.}$$

$$\text{Фактич. относит. невязка } f_S / \Sigma s = 0,31 / 658,12 = 1/212 < (1/2000)$$

Приложение Б

Вычисление площади многоугольника по координатам

$2P_x = \Sigma X_i \cdot (Y_{i+1} - Y_{i-1});$ <p><i>т. е. удвоенная площадь многоугольника равна сумме произведений каждой абсциссы на разность ординат передней и задней по ходу точек</i></p> <p>Промежуточный контроль: $\Sigma (Y_{i+1} - Y_{i-1}) = 0;$ <i>т. е. сумма разностей ординат должна быть равна нулю</i></p>		$2P_y = \Sigma Y_i \cdot (X_{i-1} - X_{i+1});$ <p><i>т. е. удвоенная площадь многоугольника равна сумме произведений каждой ординаты на разность абсцисс задней и передней по ходу точек</i></p> <p>Промежуточный контроль: $\Sigma (X_{i-1} - X_{i+1}) = 0;$ <i>т. е. сумма разностей абсцисс должна быть равна нулю</i></p>				
точка	(3)×(4)	разность $Y_{i+1} - Y_{i-1}$	Координаты, м		разность $X_{i-1} - X_{i+1}$	(5)×(6) $Y_i (X_{i-1} - X_{i+1})$
	$X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1})$		X_i	Y_i		
1	2	3	4	5	6	7

Приложение В

Титульный лист отчета заполняется по всей его высоте

ОТЧЕТ

по расчетно-графической работе

Теодолитная съемка

Вариант № __

Исполнитель: студент 1 курса, гр. № _____

Фамилия, И.О.

личная подпись

Оценка _____

Должность, Ф.И.О. преподавателя

« » _____ 20__ г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Практикум по геодезии / под ред. В.В. Бакановой. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1983.
2. Условные топографические знаки для масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – М.: Недра, 1980.
3. Маслов, А.В. Геодезия / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. – М.: Недра, 2006.
4. Подшивалов, В.П. Инженерная геодезия / В.П. Подшивалов, М.С. Нестеренок. – Минск: Вышэйшая школа, 2011.
5. Нестеренок, М.С. Геодезия: учебное пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 2009.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие условия выполнения работы.	3
Введение.	5
1. Вычислительная обработка полевых материалов по созданию съемочного обоснования.	5
2. Вычисления координат вершин теодолитных ходов.	13
3. Составление контурного топографического плана.	20
4. Определение площадей.	22
5. Вопросы для самопроверки.	26
6. Образец оформления рамки и зарамочных надписей топографического плана и схема размещения участка теодолитной съемки в восточной части плана.	27
7. Схема размещения участка теодолитной съемки в восточной части плана.	28
8. Абрисы теодолитной съемки.	29
ПРИЛОЖЕНИЯ.	36
Литература.	40

Учебное издание

ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА

Методические указания и задания
к расчетно-графической работе
для студентов дневной формы обучения
специальности 1-56 02 01 «Геодезия»

С о с т а в и т е л и:

НЕСТЕРЁНОК Маргарита Сергеевна
БУДО Андрей Юрьевич

Технический редактор О.В. Песенько
Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

Подписано в печать 15.06.2011.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 2,44. Уч.-изд. л. 1,91. Тираж 100. Заказ 376.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.