

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПРИМОРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»
ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И АГРОТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра землеустройства

Геодезические съемки

Учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графических работ и самостоятельной работы по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия» для студентов направлений подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры, 20.03.02 Природообустройство и водопользование, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Уссурийск - 2015

УДК 528.915

Составитель: Пшеничная Н.Н., старший преподаватель кафедры землеустройства.

Учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графических работ и самостоятельной работы по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия» для студентов направлений подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры, 20.03.02 Природообустройство и водопользование, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение. / сост. Н.Н. Пшеничная. –2-е изд. перераб.; ФГБОУ ВО ПГСХА. - Уссурийск, 2015. – 119 с.

Методические указания подготовлены в соответствии с учебными программами для студентов очного и заочного обучения направлений подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры, 20.03.02 Природообустройство и водопользование, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Рецензенты:

Каморный В.М. к.т.н., доцент, профессор кафедры Геодезии, землеустройства и кадастра инженерной школы ДВФУ

Макеев Д.В., начальник отдела информационной системы обеспечения градостроительной деятельности администрации Уссурийского городского округа

Издается по решению методического совета ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов направлений подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры, 20.03.02 Природообустройство и водопользование, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

Учебно-методическое пособие имеет своей целью оказать помощь студентам в выполнении ими самостоятельной работы согласно учебному плану по дисциплинам «Инженерная геодезия», «Геодезия». Учебный план предусматривает выполнение студентами в течение учебного года расчетно – графических работ и самостоятельную проработку учебной информации по литературным источникам.

В соответствии с этим в первом разделе учебно-методического пособия дается подробная информация о назначении расчетно – графических работ, теоретической основе их содержания, составе полевых работ и полевой документации, а также детальное пояснение по выполнению вычислительных и графических работ, варианты заданий и примеры их выполнения.

Во втором разделе даются рекомендации по организации самостоятельной работы по усвоению учебной информации и подготовке к итоговому контролю, приводятся вопросы и тесты для самоконтроля качества усвоения информации.

Учебно-методическое пособие было составлено на основании «Практикума по геодезии» под редакцией Г.Г. Поклада и с использованием рекомендаций изложенных в учебном пособии «Инженерная геодезия» Норкина С.П., Кузнецова О.Ф. Ориенбургского государственного университета.

1 Самостоятельная работа студентов при выполнении ими расчетно-графических работ

Геодезические работы, как правило, имеют два этапа: полевые работы (измерения на местности) и камеральные работы (обработка результатов полевых измерений) и составление чертежей.

При выполнении расчетно-графических и расчетно-проектировочных работ, студентам предлагается выполнить второй этап – камеральные работы по готовым данным полевых измерений. При этом необходимо учитывать следующее:

- в целях экономии времени и средств, геодезические документы, выполненные первоначально одной организацией, используются в последствии другими организациями. Например, топографический план участка местности, составленный для архитектурной планировки, он не используется организациями водоснабжения, теплоснабжения и т.п. Изображение объектов ситуаций поэтому должны быть выполнены строго по единым условным знакам. При введении дополнительных условных знаков, они должны быть расшифрованы в примечании к чертежу;

- при проектных работах часто линейные размеры, площади земляных угодий, водозаборного бассейна, объемы земляных масс, определяются непосредственно с чертежа, поэтому все построения на чертежах, в частности на топографическом плане, должны быть выполнены с предельно возможной для человеческого глаза точностью (0,1 мм). В связи с этим перед началом графических работ, студент должен иметь необходимые инструменты и принадлежности: геодезический транспорт, металлическую линейку с поперечным масштабом, измеритель с фиксированием расстояния между иглами и др. Во избежание загрязнения чертежа при работе, металлические и пластмассовые поверхности чертежных принадлежностей, как и руки,

должны быть промыты и насухо вытерты;

- вычислительные работы должны выполняться с соблюдением требований и правил.

Любые работы, в том числе и геодезические, состоят: из подготовительных, основных и заключительных. Подготовительные работы требуют большой затраты времени. Если основные работы прерваны и отложены, то подготовительные работы приходится выполнять вновь, поэтому студенту рекомендуется заранее планировать свое время так, чтобы намеченный объем работы выполнялся полностью без отключения на другие вопросы.

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ:
СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ЧАСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПО
РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ**

**1 Общие указания и содержание задания на выполнение
работы**

Цель работы: научиться выполнять обработку полевых журналов угловых и линейных измерений при прокладке теодолитных ходов, уравнивать результаты измерений и вычислять координаты точек съемочного обоснования, строить ситуационный план местности и определять площади земельных участков различными способами.

Литература:

Клюшин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. Геодезия: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. М.: Академия, 2012. Гл. 8.

Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия: учебник для вузов. М.: КолосС, 2006. Гл. 3 — 5.

Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия: учебное пособие для вузов. М.:

Академический Проект, 2008. § 61—75.

Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. М: Недра, 1989.

Приборы и принадлежности: микрокалькулятор, линейка Дробышева, геодезический транспортир, поперечный масштаб, циркуль-измеритель и другие чертежные принадлежности.

Содержание задания:

На участке землепользования создана сеть съемочного обоснования в виде замкнутого и разомкнутого (диагонального) теодолитных ходов (рис. 1). Привязка съемочной сети выполнена к исходным пунктам полигонометрии II разряда пп. 105 и пп. 104 с известными координатами x, y .

Горизонтальные углы в теодолитных ходах измерены теодолитом 4Т30П одним полным приемом (при *КЛ* и *КП*) с точностью 0,5' (на узловых точках - одним круговым приемом). Длины сторон измерены стальной мерной лентой в прямом и обратном направлениях с точностью 1:2000, углы наклона линий — с помощью теодолита. Результаты угловых и линейных измерений приведены в полевом журнале (табл. 1).

Съемка ситуации местности выполнена способами перпендикуляров, полярных координат, засечек и створов; результаты съемки представлены на абрисах (рис. 2, 3).

Примечание: Приведенные на абрисах линейные размеры следует умножить на коэффициент, соответствующий номеру варианта задания.

Требуется: Построить ситуационный план участка местности в масштабе 1:2000.

Последовательность выполнения задания:

Обработка полевых журналов измерения горизонтальных углов и

длин сторон.

Привязка теодолитных ходов к пунктам опорной геодезической сети.

Вычисление координат вершин теодолитных ходов.

Построение ситуационного плана участка местности.

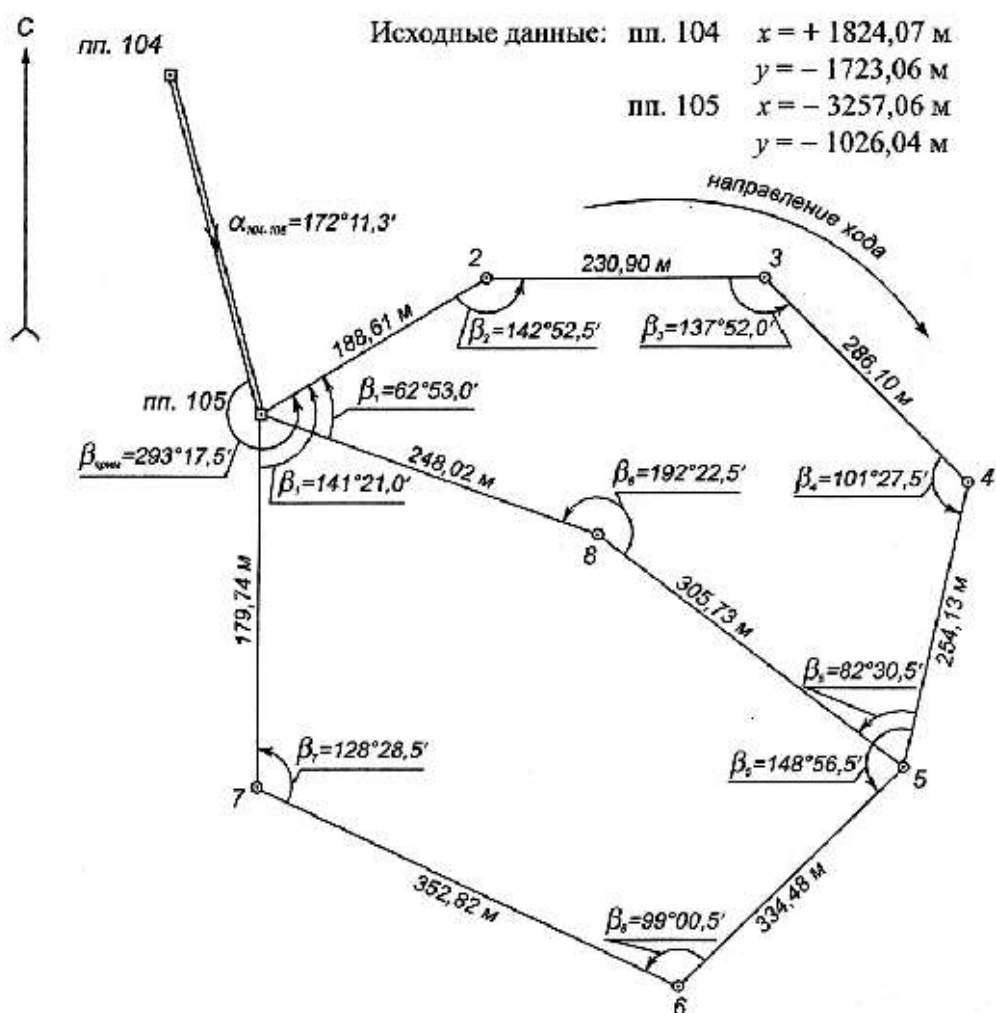


Рисунок 1. Схема теодолитных ходов

Абрисы

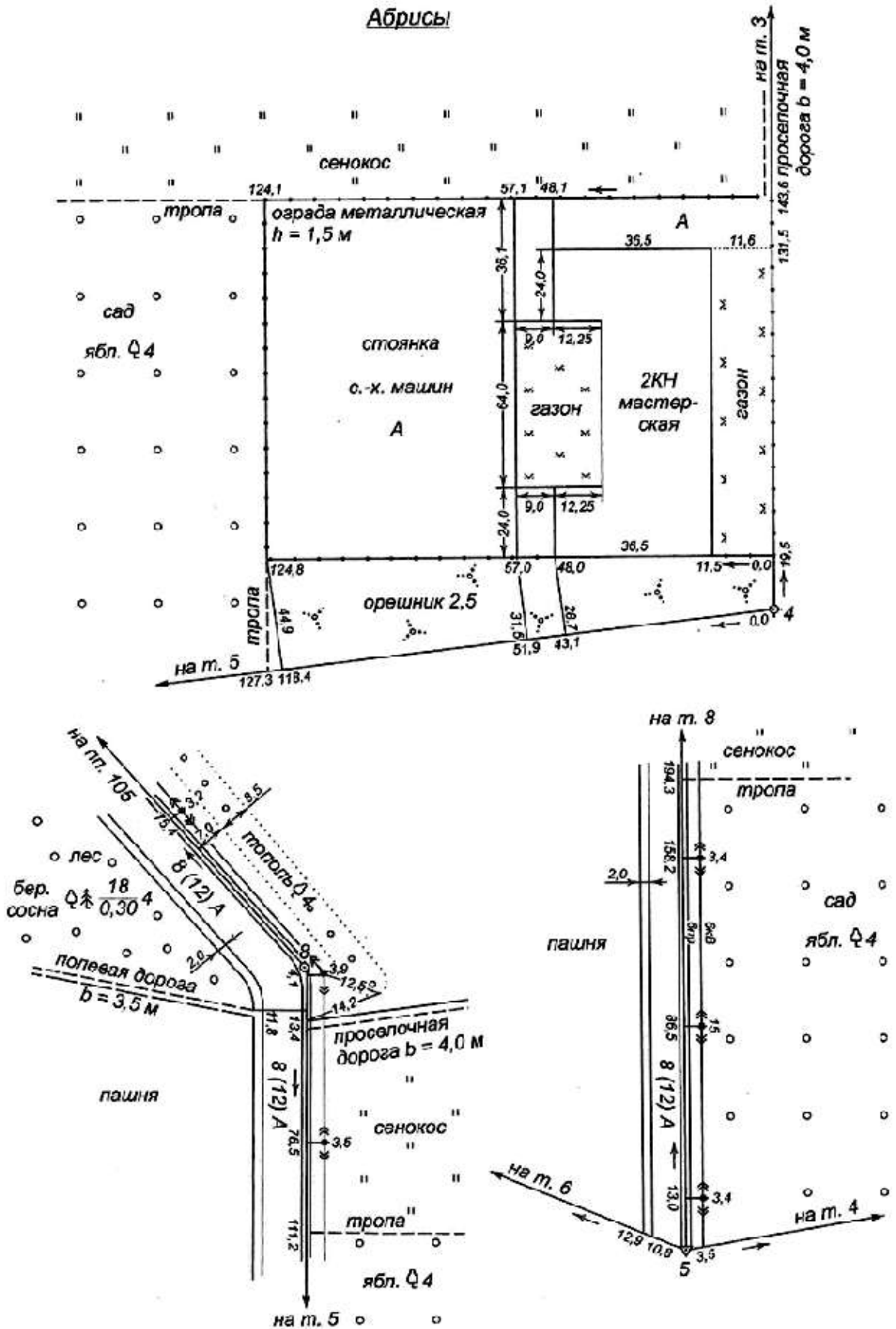
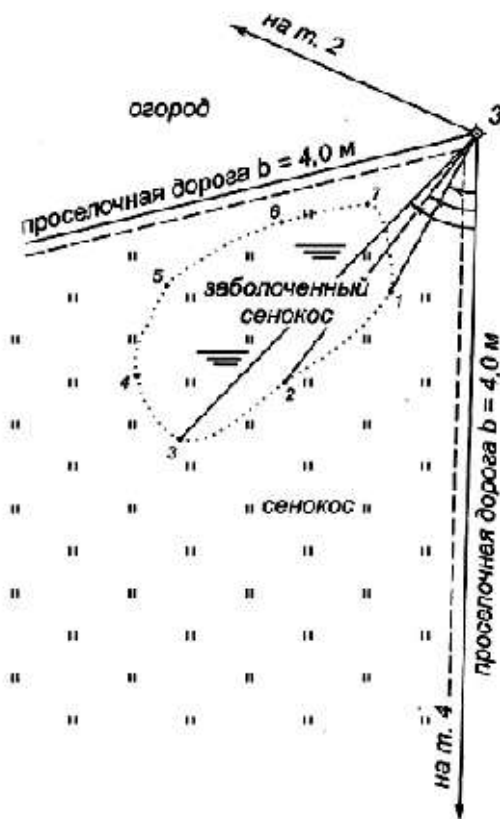
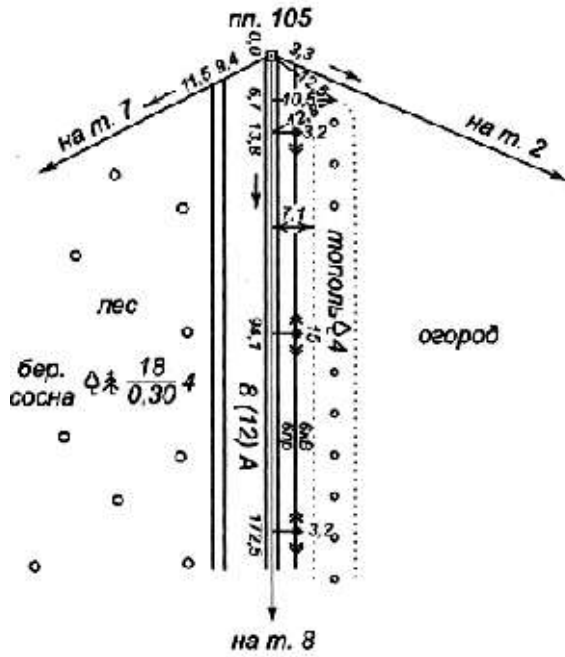


Рисунок 2. Абрисы теодолитной съемки

Абрисы



Журнал
съемки заболоченного сенкоса
полярным способом,
Станция т. 3 $0^\circ \rightarrow$ т. 4 $i = V = 1.40$ м

Точки визирова- вания	Дально- мерное расстоя- ние L, м	Горизон- тальный угел β	Угол наклона ν	Горизонт. проложе- ние $d = L \cos^2 \nu$, м
т. 4		$0^\circ 00'$		
1	49,4	$42^\circ 45'$	$-4^\circ 50'$	49,1
2	63,8	$49^\circ 15'$	$-3^\circ 45'$...
3	96,5	$53^\circ 20'$	$-2^\circ 29'$...
4	97,6	$53^\circ 10'$	$-2^\circ 28'$...
5	96,7	$70^\circ 55'$	$-3^\circ 02'$...
6	66,7	$75^\circ 15'$	$-3^\circ 36'$...
7	48,6	$66^\circ 10'$	$-4^\circ 31'$...
т. 2		$137^\circ 52'$		

Рисунок 3. Абрисы теодолитной съемки

Приступая к выполнению расчетно-графической работы, студент должен иметь четкое представление о сущности теодолитной съемки, методике угловых и линейных измерений при прокладке теодолитных ходов, их привязке к пунктам геодезической опорной сети, об операциях с невязками при уравнивании результатов измерений и вычислений, знать правила построения координатной сетки и ситуационного плана местности, устройство планиметров и их поверки, методику определения площадей различными способами, правила увязки площадей участков и составление экспликации земельных угодий.

Результаты выполнения расчетно-графической работы представляются в виде сброшюрованного отчета, включающего краткую пояснительную записку, ориентированную по сторонам света схему замкнутого и диагонального ходов, полевой журнал измерений, абрисы съемки, ведомости вычисления координат точек теодолитных ходов и определения и увязки площадей земельных участков, ситуационный план местности в масштабе 1:2000. Схему теодолитных ходов и план местности следует вычерчивать в туши с соблюдением принятых условных обозначений.

Примечание: Координаты пунктов x, y даны в условной системе.

Ниже на примере рассмотрен порядок вычислительной обработки результатов измерений, графических построений и определений по плану.

2 Обработка полевых журналов измерений

Обработка полевых журналов измерений включает вычисление правых по ходу горизонтальных углов и горизонтальных проложений сторон теодолитных ходов.

1. Значения правого по ходу горизонтального угла на каждой станции рассчитывают дважды (для $KЛ$ и $KП$) как разность отчетов - на

заднюю и переднюю точки (см. табл. 1). Если отсчет на заднюю точку меньше отсчета на переднюю точку, то к нему прибавляют 360° . Например,

$$(135^{\circ}23'30'' + 360^{\circ}) - 202^{\circ}05'30'' = 293^{\circ}18'00''$$

Значения угла по первому и второму полуприемам не должны отличаться более чем на $1'$, т. е. $\beta_{кл} - \beta_{кп} < 1'$. За окончательный результат принимают среднее значение угла.

2. Расхождение между результатами двойных измерений (прямо и обратно) длины каждой стороны не должны превышать $1/2000$ длины, т. е. 5 см на 100 м длины линии. Для сторон, в которых измерены углы наклона линий, вычисляют их горизонтальные проложения как

$$d = D \cos^2 v \quad \text{или} \quad d = D - \Delta D_h, \quad (1)$$

где $\Delta D_h = 2D \sin^2 \frac{v}{2}$ поправка за наклон.

Примечание: Углы наклона линий приняты одинаковыми для всех вариантов заданий.

Например, для стороны 3-4 $D = 286,58$ м и $v = 3^\circ 20'$:

$$d = 286,58 \cos 3^\circ 20' = 286,58 \cdot 0,99831 = 286,10 \text{ м};$$

$$d = 286,58 - 2286,58 \sin 21^\circ 40' = 286,58 - 0,48 = 286,10 \text{ м}.$$

На схеме теодолитных ходов, ориентированной по сторонам света (см. рис. 1), у вершин ходов выписывают средние значения горизонтальных углов, а возле каждой стороны — ее горизонтальную длину.

3 Вычислительная обработка результатов измерений

Целью вычислительной обработки результатов измерений является определение координат точек теодолитных ходов. Вычисления ведут в специальной ведомости (табл. 2), в которую выписывают из полевого журнала значения измеренных горизонтальных углов и горизонтальных проложений линий,

Таблица 1 - Журнал угловых и линейных измерений

Точки		Полож. вертик. круга	Отсчеты по гориз. кругу			Угол $\beta_{кл}, \beta_{кп}$			Средний угол β			Длины линий, м				
стояния	визирова ния		°	'	''	°	'	''	°	'	''	сторона	угол накл. ν	прямо об- ратно	средняя длина D	гор. прол. $d = D \cos \nu$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Замкнутый ход																
2	ПП105	КЛ	121	03	30	142	53	00	142	52	30	ПП105-2	0°10'	188,59	188,61	188,61
	3		338	10	30									188,63		
	ПП105	КП	301	03	00									188,63		
	3		158	11	00											
3	2	КЛ	73	52	30	137	52	30	137	52	00	2-3	0°15'	230,95	230,90	230,90
	4		296	00	00									230,85		
	2	КП	253	51	00									230,85		
	4		115	59	30											
4	3	КЛ	56	38	00	101	27	00	101	27	30	3-4	3°20'	286,62	286,58	286,10
	5		315	11	00									286,54		
	3	КП	236	38	00									286,54		
	5		135	10	00											
5	4	КЛ	354	41	00	148	56	00	148	56	30	4-5	0°20'	254,13	254,13	254,13
	6		205	45	00									254,13		
	4	КП	174	41	00									254,13		
	6		125	44	00											
6	5	КЛ	269	24	30	99	00	00	99	00	30	5-6	0°10'	334,42	334,48	334,48
	7		170	24	30									334,54		
	5	КП	89	24	00									334,54		
	7		350	23	00											
7	6	КЛ	5	14	00	128	29	00	128	28	30	6-7	0°15'	352,87	352,82	352,82
	ПП105		236	45	00									352,77		
	6	КП	185	14	00									352,77		
	ПП105		56	46	00											

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
ПП105	7	КЛ	37	44	00	141	21	30	141	21	00	7-ПП105	1°30'	179,83	179,80	179,74		
	2		256	22	30												179,77	
	7	КП	217	43	00									141				20
	2		76	22	30													
Диагональный ход																		
5	4	КЛ	34	59	00	82	31	00	82	30	30	5-8	0°10'	305,76	305,73	305,73		
	8		312	28	00									305,70				
	4	КП	214	59	30												82	30
	8		132	29	30													
8	5	КЛ	94	26	00	192	22	00	192	22	30	8-ПП105	0°05'	248,00	248,02	248,02		
	ПП105		262	04	00									248,04				
	5	КП	274	26	00												192	23
	ПП105		82	03	00													
ПП105	8	КЛ	153	34	30	62	53	00	62	53	00							
	2		90	41	30													
	8	КП	333	34	00												62	53
	2		270	41	00													

координаты начального пункта пп. 105 и дирекционный угол первой стороны (α_{105-2}) теодолитного хода.

При выполнении вычислений необходимо придерживаться следующих основных правил:

Записи в ведомости выполнять чернилами прямым вычислительным шрифтом.

Не допускать исправлений цифры по цифре; неверные числа (но не отдельные цифры) зачеркивают одной чертой, а верные вписывают выше на свободном месте.

Вычисления выполнять с точностью, соответствующей точности исходных данных: угловые величины определять с точностью до 0,1', приращения координат — до 0,01 м.

Каждый этап вычислений необходимо выполнять с обязательным контролем.

Поправки выписывать красным цветом над измеренными и вычисленными значениями.

Без крайней необходимости не следует переписывать результаты вычислений. Если без этого нельзя обойтись, то обязательно должна быть выполнена проверка правильности переписанного путем сличения копии и оригинала.

Вычислительные работы для замкнутого и диагонального ходов имеют свою специфику, и их обработка ведется отдельно.

3.1 Замкнутый ход (полигон)

1. Вычисляют угловую невязку полигона:

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}}, \quad (2)$$

где $\sum \beta_{\text{изм}}$ - сумма внутренних измеренных углов полигона;

$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^{\circ} \cdot (n - 2)$ - теоретическая сумма внутренних углов полигона; n - число углов полигона.

В приведенном примере $\sum \beta_{изм} = 899^{\circ}58'30''$

$$\sum \beta_{теор} = 180^{\circ} \cdot (7 - 2) = 900^{\circ}00'00''$$

$$f_{\beta} = 899^{\circ}58'30'' - 900^{\circ}00'00'' = -130''$$

2. Сравнивают полученную невязку с допустимой, определяемой по формуле

$$f_{\beta}^{don} = 1' \sqrt{n}$$

$$f_{\beta}^{don} = 1' \sqrt{7} = 2,6'$$

Фактическая угловая невязка должна удовлетворять условию $f_{\beta} \leq f_{\beta}^{don}$.

Если условие выполняется, то фактическая угловая невязка распределяется с обратным знаком поровну на все углы полигона. Поправка в каждый угол

$$\delta_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n} \quad (3)$$

Если невязка f_{β} не делится без остатка на число углов, то несколько большие поправки вводятся в углы с короткими сторонами. Поправки δ_{β} с округлением до 1'' выписывают со своими знаками в ведомость над значениями соответствующих измеренных углов (см. табл. 2).

При этом должно соблюдаться условие

$$\sum \delta_{\beta} = -f_{\beta}$$

В приведенном примере $\delta_{\beta} = -\frac{-130''}{7} = +12''$; для соблюдения выше приведенного условия в шесть измеренных углов вводятся поправки по +12'', а в один угол (с короткими сторонами) - +18''.

3. Вычисляют исправленные углы как

$$\beta_{испр} = \beta_{изм} + \delta_{\beta} \quad (4)$$

В примере $\beta_{2испр} = 142^{\circ}52'30'' + 12'' = 142^{\circ}52'42''$;

$\beta_{3испр} = 137^{\circ}52'00'' + 12'' = 137^{\circ}52'12''$ и т. д.

Таблица 2 - Ведомость вычисления плановых координат точек теодолитно-высотных ходов

№ точек	Горизонтальные углы						Дирекционные углы, α			Румбы, r			Мера линий d, м	Приращения координат, м								Координаты, м		№ точек						
	измеренные, β _{изм}			исправленные, β _{изм}						название	°	'		"	вычисленные				исправленные				X		Y					
	°	'	"	°	'	"	+	Δx	+						Δy	+	Δx	+	Δy	-	Δx	-				Δy				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26					
Замкнутый ход																														
ПП 105																+0,02		+0,03								ПП 105				
			+12				58	53	48	СВ	58	53	48	188,61	+	97,43	+	161,49	+	97,45	+	161,52								
2	142	52	30	142	52	42										+0,02		+0,03								-3159,61	-864,52	2		
			+12				96	01	06	ЮВ	83	58	54	230,90	-	24,21	+	229,63	-	24,19	+	229,66								
3	137	52	00	137	52	12										+0,03		+0,05								-3183,80	-934,86	3		
			+12				138	08	54	ЮВ	41	51	06	286,10	-	213,11	+	190,89	-	213,08	+	190,94								
4	101	27	30	101	27	42										+0,03		+0,04								-3396,88	-443,92	4		
			+12				216	41	12	ЮЗ	36	41	12	254,13	-	203,79	-	151,83	-	203,76	-	151,79								
5	148	56	30	148	56	42										+0,03		+0,06								-3600,64	-595,71	5		
			+12				247	44	30	ЮЗ	67	44	30	334,48	-	126,70	-	309,56	-	126,67	-	309,50								
6	99	00	30	99	00	42										+0,03		+0,06								-3727,31	-905,21	6		
			+12				328	43	48	СЗ	31	16	12	352,82	+	301,57	-	183,14	+	301,60	-	183,08								
7	128	28	30	128	28	42										+0,02		+0,03								-3425,71	-1088,29	7		
			+18				20	15	06	СВ	20	15	06	179,74	+	168,63	+	62,22	+	168,65	+	62,25								
ПП 105	141	21	00	141	21	18																				-3257,06	-1026,04	ПП 105		
							58	53	48																					
2														P=1826,78	$f_x = -0,18$	$f_y = -0,30$												2		
$\sum \beta_{изм} = 899^0 58' 30''$ $\sum \beta_{теор} = 900^0 00' 00''$ $f_{\beta} = -1' 30''$ $f_{\beta_{доп}} = \pm 1' \sqrt{7} = \pm 2,6'$				$\sum \beta_{испр} = 900^0$												$f_{обс} = \sqrt{0,18^2 + 0,30^2} = 0,35$ $f_{отн} = \frac{0,35}{1826,78} = \frac{1}{5200}$ $f_{отн}^{доп} = \frac{1}{2000}$				контроль $\sum \Delta x_{испр} = 0$				контроль $\sum \Delta y_{испр} = 0$						

Продолжение таблицы 2

№ точек	Горизонтальные углы						Дирекционные углы			Румбы				Мера линий d, м	Приращения координат, м								Координаты, м		№ точек		
	измеренные, $\beta_{изм}$			исправленные, $\beta_{изм}$						названи	°	'	"		вычисленные				исправленные				X	Y			
	°	'	"	°	'	"	°	'	"						+	Δx	-	Δy	+	Δx	-	Δy					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
Диагональный ход																											
4			+30				216	41	12																	4	
5	82	30	30	82	31	00										-0,05		-0,12							-3600,64	-595,71	5
			+24				314	10	12	СЗ	45	49	48	305,73	+	213,03	-	219,29	+	212,98	-	219,41					
8	192	22	30	192	22	54										-0,05		-0,10							-3387,66	-815,12	8
			+30				301	47	18	СЗ	58	12	42	248,02	+	130,65	-	210,82	+	130,60	-	210,92					
ПП 105	62	53	00	62	53	30																			-3257,06	-1026,04	ПП 105
							58	53	48																		
2																$\sum \Delta x_{выч} = +34,68$		$\sum \Delta y_{выч} = -430,11$									2
																$\sum \Delta x_{теор} = +343,58$		$\sum \Delta y_{теор} = -430,33$									
																$f_x = -0,10$		$f_y = +0,22$		контроль		контроль					
																$f_{обс} = \sqrt{0,10^2 + 0,22^2} = 0,24$				$\sum \Delta x_{испр} = +343,58$		$\sum \Delta y_{испр} = -430,33$					
																$f_{отн} = \frac{0,24}{553,75} = \frac{1}{2300}$											
																$f_{отн}^{доп} = \frac{1}{1500}$											
	$\sum \beta_{изм} = 337^{\circ}4600''$			$\sum \beta_{испр} = 337^{\circ}4724''$																							
	$\sum \beta_{теор} = 337^{\circ}4724''$																										
	$f_{\beta} = -124''$																										
	$f_{\beta_{доп}} = \pm 2\sqrt{3} = \pm 3,4'$																										

Контроль: $\sum \beta_{испр} = \sum \beta_{теор}$

4. По дирекционному углу начальной стороны и значениям исправленных внутренних углов полигона последовательно вычисляют дирекционные углы всех других сторон:

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180^0 - \beta_{испр i}^{прав} \quad (5)$$

В рассматриваемом примере:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{105-2} + 180^0 - \beta_{2испр} = \underline{58^0 53' 48''} + 180^0 - 142^0 52' 42'' = 96^0 01' 06'';$$

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180^0 - \beta_{3испр} = 96^0 01' 06'' + 180^0 - 137^0 52' 12'' = 138^0 08' 54'' \text{ и т. д.}$$

$$\alpha_{105-2} = \alpha_{7-105} + 180^0 - \beta_{1испр} = 20^0 15' 06'' + 180^0 - 141^0 21' 18'' = \underline{58^0 53' 48''}$$

Контролем правильности вычислений является повторное получение дирекционного угла начальной стороны ($58^0 53' 48''$).

По найденным значениям дирекционных углов сторон вычисляют румбы сторон в зависимости от четверти, в которой находится данное направление.

5. По горизонтальным проложениям длин и дирекционным углам (румбам) сторон вычисляют приращения координат, используя формулы прямой геодезической задачи:

$$\begin{aligned} \Delta x &= d \cos \alpha(r) \\ \Delta y &= d \sin \alpha(r) \end{aligned} \quad (6)$$

Знаки приращений координат определяют с учетом четверти, в которой лежит данное направление, т. е. по румбу или дирекционному углу стороны (табл. 3).

Таблица 3 – Знаки приращений координат по четвертям

Приращения координат	Четверти			
	I	II	III	IV
Δx	+	-	-	+
Δy	+	+	-	-

Вычисленные значения приращения координат со своими знаками заносятся в ведомость (см. табл. 2).

6. Вычисляют невязки в приращениях координат как

$$f_x = \sum \Delta x \quad f_y = \sum \Delta y,$$

а затем абсолютную линейную невязку

$$f_{abc} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (7)$$

В нашем примере $f_x = -0,18\text{м}$ $f_y = -0,30\text{м}$,

$$f_{abc} = \sqrt{0,18^2 + 0,30^2} = 0,35\text{м}.$$

Выполняют оценку точности угловых и линейных измерений по относительной невязке полигона:

$$f_{отн} = \frac{f_{abc}}{P} = \frac{1}{P \cdot f_{abc}} = \frac{1}{N} \quad (8)$$

где P — периметр полигона, м; N — знаменатель относительной невязки с округлением до сотен.

$$\text{В примере } f_{отн} = \frac{0,35}{1826,78} = \frac{1}{5200}$$

Вычисленную относительную невязку сравнивают с допустимой, принимаемой в рассматриваемом случае $f_{отн}^{дон} = \frac{1}{2000}$; при этом должно выполняться условие $f_{отн} \leq f_{отн}^{дон}$.

В примере $f_{отн} = \frac{1}{5200} < \frac{1}{2000}$, т. е. условие выполнено. Это дает основание произвести увязку (уравнивание) вычисленных приращений координат.

8. Распределяют невязки f_x и f_y по вычисленным приращениям координат пропорционально длинам сторон с обратным знаком. Поправки в приращения координат определяют по формулам:

$$\delta_{x_i} = -\frac{f_x}{P} d_i \quad \delta_{y_i} = -\frac{f_y}{P} d_i \quad (9)$$

В рассматриваемом примере: для стороны пп. 105-2:

$$\delta_{x_1} = -\frac{-0,18}{1826,78} 188,61 = +0,02 \text{ м}$$

$$\delta_{y_1} = -\frac{-0,30}{1826,78} 188,61 = +0,03 \text{ м и т. д.}$$

Вычисленные значения поправок в сантиметрах записывают в ведомости над соответствующими вычисленными приращениями координат (см. табл. 2). При этом должны соблюдаться условия:

$$\sum \delta_x = -f_x \quad \sum \delta_y = -f_y$$

9. По вычисленным приращениям координат и поправкам находят исправленные приращения координат:

$$\Delta x_{испр i} = \Delta x_i + \delta_{x_i} \quad \Delta y_{испр i} = \Delta y_i + \delta_{y_i}$$

Например, для стороны 2-3 имеем:

$$\Delta x_{2испр} = -24,21 + 0,02 = -24,19 \text{ м}$$

$$\Delta y_{2испр} = +229,63 + 0,03 = +229,66 \text{ м}$$

$$\text{Контроль: } \sum \Delta x_{испр} = 0 \quad \sum \Delta y_{испр} = 0$$

10. По исправленным приращениям и координатам начальной точки последовательно вычисляют координаты всех точек полигона:

$$x_{i+1} = x_i + \Delta x_{испр i} \quad y_{i+1} = y_i + \Delta y_{испр i} \quad (10)$$

Для рассматриваемого примера:

$$x_2 = x_{105} + \Delta x_{1испр} = \underline{-3257,06} + (+97,45) = -3159,61 \text{ м}$$

$$y_2 = y_{105} + \Delta y_{1испр} = \underline{-1026,04} + (+161,52) = -864,52 \text{ м}$$

$$x_3 = x_2 + \Delta x_{2испр} = -3159,61 + (-24,19) = -3183,80 \text{ м}$$

$$y_3 = y_2 + \Delta y_{2испр} = -864,52 + (+229,66) = -634,86 \text{ м}$$

... ..

$$x_{105} = x_7 + \Delta x_{7испр} = -3425,71 + (+168,65) = \underline{-3257,06} \text{ м}$$

$$y_{105} = y_7 + \Delta y_{7испр} = -1088,29 + (+62,25) = \underline{-1026,04} \text{ м}$$

Окончательный контроль: получение координат начальной точки теодолитного хода (пп. 105).

3.2 Диагональный ход

Диагональный ход, проложенный между точками основного полигона, уравнивают как ход между двумя исходными пунктами

(точками с известными координатами x, y) и двумя исходными сторонами (сторонами с известными дирекционными углами). При этом сохраняется та же последовательность вычислений, что и при обработке результатов измерений в полигоне.

В рассматриваемом примере между точками 5 и пп. 105 полигона (см. рис. 1) проложен диагональный ход 5-8 - пп.105, в котором измерены правые по ходу горизонтальные углы $\beta'_5, \beta_8, \beta'_1$ и длины сторон. В результате обработки измерений полигона получены координаты начальной и конечной точек 5 и пп. 105 ($x_{нач}, y_{нач}$ и $x_{кон}, y_{кон}$) диагонального хода и дирекционные углы начальной и конечной сторон α_{4-5} и α_{105-2} ($\alpha_{нач}$ и $\alpha_{кон}$). Пример обработки диагонального хода приведен в ведомости (см. табл. 2), в которую предварительно выписывают измеренные углы, горизонтальные проложения длин сторон, дирекционные углы начальной и конечной сторон и координаты начальной и конечной точек хода.

1. Угловую невязку диагонального хода вычисляют по формуле

$$f_{\beta} = \sum \beta_{изм}^{прав} - \sum \beta_{теор}^{прав}, \quad (11)$$

где $\sum \beta_{теор}^{прав}$ - теоретическая сумма углов разомкнутого хода

$$\sum \beta_{теор}^{прав} = [\alpha_{нач} - \alpha_{кон} + 180^0(N + 1)], \quad (12)$$

где N — число сторон диагонального хода.

Примечание: при $\alpha_{нач} > \alpha_{кон}$ из полученного результата следует вычесть 360^0 .

Допустимую угловую невязку в диагональном ходе рассчитывают по формуле

$$f_{\beta}^{дон} = 2\sqrt{n} \quad (13)$$

где $n=N+1$ — число углов в ходе, включая примычные.

Для приведенного примера

$$f_{\beta} = 337^0 46' 00'' - [216^0 41' 12'' - 58^0 53' 48'' + 180^0(2 + 1)] - 360^0 = 01' 24''$$

$$f_{\beta}^{don} = 2' \sqrt{3} = 03,4'$$

$$f_{\beta} \leq f_{\beta}^{don}$$

2. Распределение угловой невязки, вычисление дирекционных углов диагонального хода производится по тем же правилам, что и при обработке полигона.

Контроль: получение исходного дирекционного угла конечной стороны ($\alpha_{105-2} = 58^{\circ} 53' 48''$).

3. Вычисляют приращения координат так же, как и в основном полигоне. Невязки в приращениях координат вычисляют как

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta x_{\text{выч}} - \sum \Delta x_{\text{теор}} \\ f_y &= \sum \Delta y_{\text{выч}} - \sum \Delta y_{\text{теор}} \end{aligned} \quad (14)$$

где $\sum \Delta x_{\text{выч}}$, $\sum \Delta y_{\text{выч}}$ - суммы вычисленных приращений координат; $\sum \Delta x_{\text{теор}} = x_{\text{кон}} - x_{\text{нач}}$; $\sum \Delta y_{\text{теор}} = y_{\text{кон}} - y_{\text{нач}}$ - теоретические суммы приращений координат в диагональном ходе.

$$\text{В примере } \sum \Delta x_{\text{выч}} = +343,68 \text{ м}, \quad \sum \Delta y_{\text{выч}} = -430,11 \text{ м}$$

$$\sum \Delta x_{\text{теор}} = x_{105} - x_5 = -3257,06 - (-3600,64) = +343,58 \text{ м};$$

$$\sum \Delta y_{\text{теор}} = y_{105} - y_5 = -1026,04 - (-595,71) = -430,33 \text{ м}$$

$$f_x = +343,68 - (+343,58) = +0,10 \text{ м}$$

$$f_y = -430,11 - (-430,33) = +0,22 \text{ м}$$

4. Вычисляют абсолютную и относительную невязки в диагональном ходе:

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (15)$$

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{0,10^2 + 0,22^2} = 0,24 \text{ м};$$

$$f_{\text{отн}} = \frac{f_{\text{абс}}}{\sum d} \quad (16)$$

$$f_{\text{отн}} = \frac{0,24}{553,75} = \frac{1}{2300}$$

где $\sum d$ - длина диагонального хода от начальной до конечной

точки.

Относительную невязку сравнивают с допустимой, принимаемой для диагонального хода $f_{отн}^{дон} = \frac{1}{1500}$.

В рассматриваемом примере

$$f_{отн} \leq f_{отн}^{дон}; \quad \frac{1}{2300} < \frac{1}{1500}.$$

Распределяют невязки в приращениях координат f_x и f_y , а затем вычисляют исправленные приращения координат и координаты точек диагонального хода так же, как и в полигоне.

Окончательный контроль: получение исходных координат конечной точки диагонального хода (пп.105).

4 Построение плана теодолитной съемки

Графические работы состоят в построении ситуационного плана местности на основе координат точек теодолитных ходов и абрисов съемки. Составление плана выполняют в следующей последовательности: построение координатной сетки, нанесение на план точек съемочного обоснования, нанесение ситуации и оформление плана.

4.1 Построение координатной сетки

Построение сетки требует особого внимания и аккуратности. От точности построения сетки во многом зависит точность нанесения точек съемочной сети и ситуации, а следовательно, и точность решаемых по плану задач.

Координатная сетка со сторонами квадратов 10x10 см строится на листе ватмана формата А1 при помощи линейки Дробышева ЛД-1 или ЛТ (рис. 4, а). ЛД-1 - это металлическая линейка с шестью вырезами (окнами) через 10 см. Скошенный край первого выреза сделан по прямой, а края остальных вырезов и скошенный торец имеют форму дуг окружностей радиусов 10, 20, 30, 40, 50 и 70,711 см, центр которых

расположен в точке пересечения штриха со скошенным ребром крайнего окна 0.

Построение прямого угла линейкой Дробышева основано на построении прямоугольного треугольника с катетами по 50 см и гипотенузой 70,711 см.

Порядок построения сетки показан на рисунке 4.

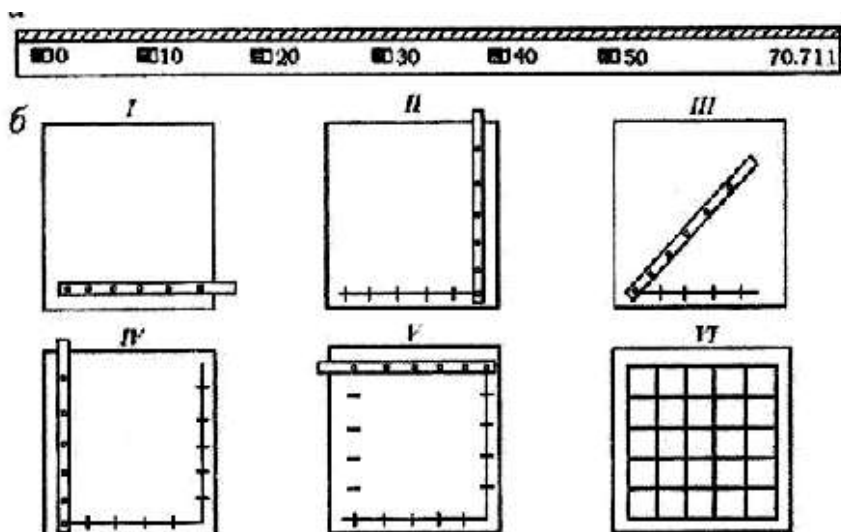


Рисунок 4. Построение координатной сетки линейкой Дробышева:
а — линейка ЛД-1; б — порядок построения сетки

При правильном построении сетки 5x5 квадратов должны выполняться следующие условия:

- вершины малых квадратов должны лежать на диагоналях большого квадрата или на линиях, параллельных им;
- расхождения между диагоналями малых квадратов не должны превышать 0,2 мм.

При несоблюдении указанных условий сетку квадратов строят заново.

Примечание: Для обеспечения требуемой точности построение сетки и последующие графические построения следует выполнять остро отточенным карандашом твердостью не менее 2Т (2Н).

Линии координатной сетки подписывают в соответствии с масштабом 1:2000 с расчетом, чтобы участок съемки расположился в середине листа. Координаты линий сетки должны быть кратными 200 м (0,2 км) и подписываются в километрах. При этом надо помнить, что значения абсцисс возрастают с юга на север (снизу вверх), а ординат — с запада на восток (слева направо). Оцифровка координатной сетки для рассматриваемого примера показана на рисунке 5.

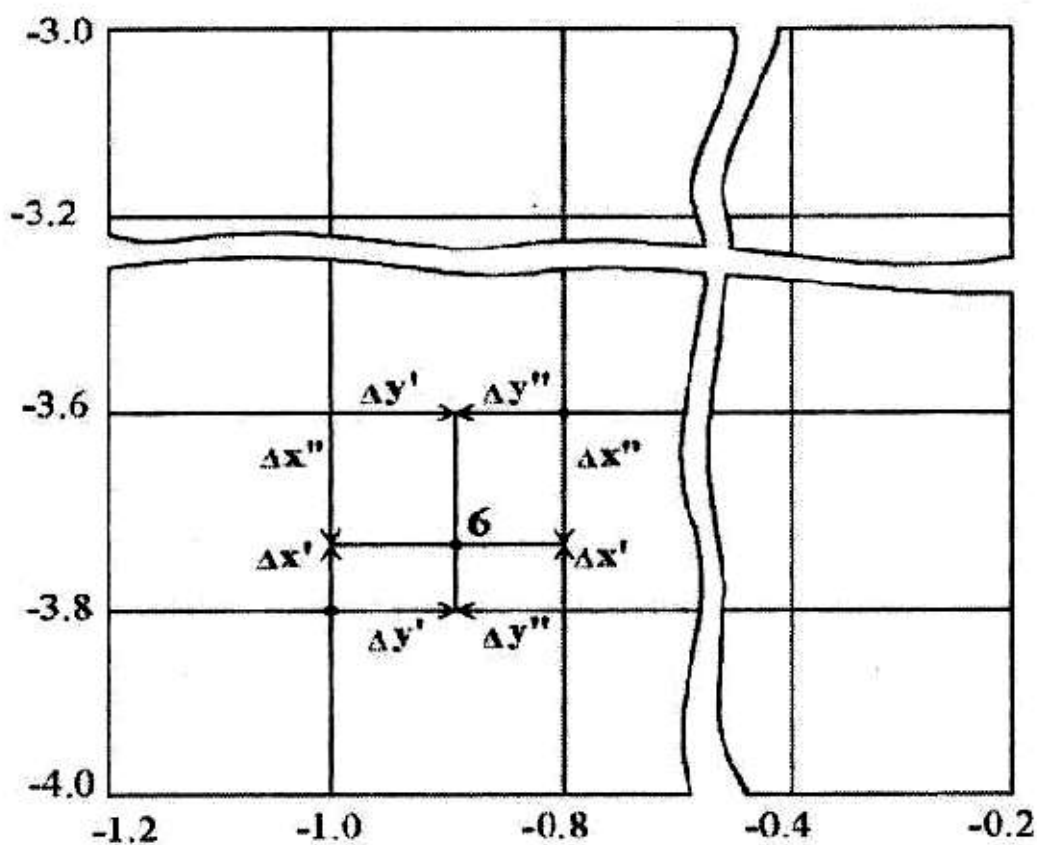


Рисунок 5. Пример оцифровки координатной сетки и нанесения точки теодолитного хода на план по ее координатам

4.2 Нанесение на план точек теодолитных ходов производят по их вычисленным координатам

Рассмотрим на примере порядок нанесения на план точки 6 с координатами

$$x_6 = -3727,31 \text{ м}, \quad y_6 = -905,21 \text{ м}.$$

1. Находим квадрат, в котором располагается точка б (см. рис. 5); координаты юго-западного угла этого квадрата:

$$x'_0 = -3800 \text{ м}, \quad y'_0 = -1000 \text{ м}.$$

2. Определяем приращения координат точки б над координатами юго-западного угла квадрата:

$$\Delta x' = x_6 - x'_0 = -3727,31 - (-3800,00) = +72,69 \text{ м}$$

$$\Delta y' = y_6 - y'_0 = -905,21 - (-1000,00) = +94,79 \text{ м}$$

На противоположных сторонах квадрата циркулем-измерителем с использованием поперечного масштаба откладываем отрезки, соответствующие приращениям координат $\Delta x'$ и $\Delta y'$. Точки отложения отрезков $\Delta x'$ и $\Delta y'$ на сторонах квадрата попарно соединяем линиями, пересечение которых дает положение наносимой на план точки б.

Для контроля производим повторное нанесение точки б относительно северо-восточного угла квадрата по значениям $\Delta x''$ и $\Delta y''$

$$\Delta x'' = x_6 - x''_0 = -3727,31 - (-3600,00) = -127,31 \text{ м}$$

$$\Delta y'' = y_6 - y''_0 = -905,21 - (-800,00) = -105,21 \text{ м}$$

Направления откладывания отрезков Δx и Δy от вершин квадратов показаны стрелками (см. рис. 5).

Аналогично наносим по координатам все точки теодолитных ходов.

Правильность нанесения на план точек теодолитного хода обязательно проверяют:

по длинам сторон хода. Для этого на плане измеряют расстояния между точками хода и сравнивают их с соответствующими горизонтальными проекциями сторон, взятыми из ведомости вычисления координат; расхождения не должны превышать 0,2 мм на плане, т. е. графической точности масштаба;

по горизонтальным углам в ходе. Измерив геодезическим транспортиром горизонтальные углы между сторонами хода, сравнивают их

со значениями соответствующих измеренных углов;

по дирекционным углам сторон хода. Для этого на плане измеряют дирекционные углы 2—3 сторон хода и сравнивают их с соответствующими значениями, приведенными в ведомости.

4.3 Нанесение на план ситуации

Нанесение на план ситуации выполняют от сторон и точек теодолитных ходов согласно абрисам съемки. Сначала на план наносят контуры, снятые способом створов, затем способом засечек и способом обхода.

При накладке ситуации на план расстояния откладывают при помощи циркуля-измерителя и масштабной линейки, а углы — геодезическим транспортиром. При нанесении точек, заснятых способом перпендикуляров, перпендикуляры к сторонам хода восставляют прямоугольным треугольником.

Для нанесения точек, снятых полярным способом (например, заболоченный сенокос), центр транспортира совмещают с вершиной хода, принятой за полюс (т. 3), а нуль транспортира — с направлением исходной стороны теодолитного хода (сторона 3-4). По дуге транспортира откладывают углы, измеренные при визировании на характерные точки контура заболоченного угла (1, 2, 3, .., 7) и прочерчивают направления; на этих направлениях откладывают горизонтальные направления до точек, определяемые как

$$d = L \cos^2 v, \quad (17)$$

где L — дальномерное расстояние; v — угол наклона (см. журнал съемки заболоченного сенокоса на рис. 3).

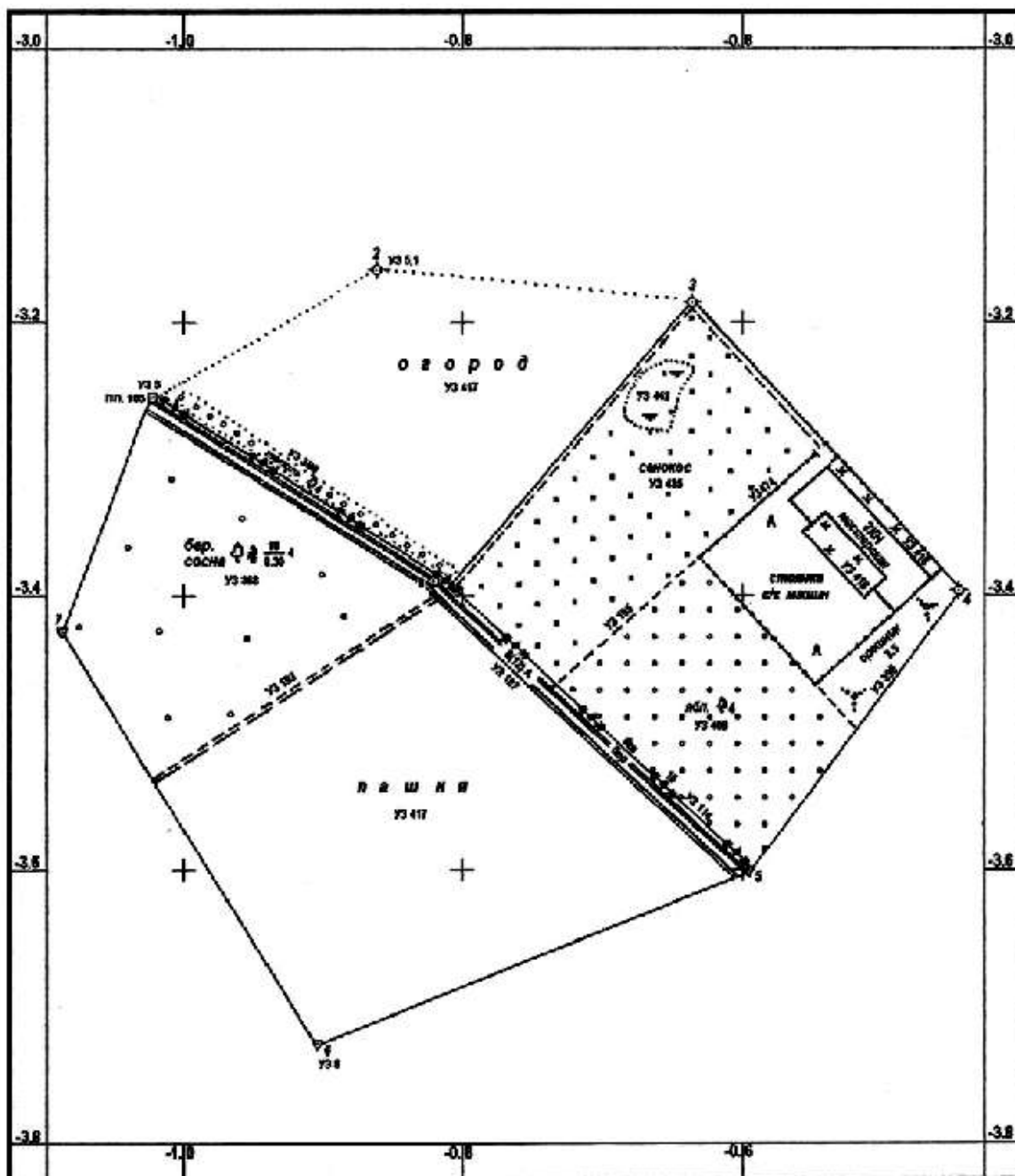
Нанесение точек способом линейных засечек, выполняемое с помощью циркуля-измерителя, сводится к построению треугольника по трем сторонам, длины которых измерены на местности.

При построении контуров местности на плане все вспомогательные построения выполняют карандашом тонкими линиями; значения углов и расстояний, приведенные в абрисах, на плане не приводятся.

По мере накладки точек на план по ним в соответствии с абрисами вычерчивают предметы местности и контуры и заполняют их установленными условными знаками.

На рис. 6 приведен образец ситуационного плана участка местности, на котором приведены номера условных знаков (например, УЗ 417) в соответствии с «Условными знаками для топографических планов и масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500» (М: Недра, 1989).

После выполнения зарамочного оформления вычерчивают план тушью с соблюдением правил топографического черчения.



План землеуладения
 Масштаб 1:2 000



Выполнил:
 Проверил:

Рисунок 6. Ситуационный план участка местности

5 Определение площадей земельных угодий

Прежде чем приступить к определению площадей, студент должен изучить различные способы измерения площадей: аналитический (по координатам, измеренным длинам линий и углам на местности), графический (с помощью палеток) и механический (полярным и цифровым планиметрами).

5.1 Аналитический способ

При аналитическом способе вычисления площади полигона по координатам его вершин удобно использовать формулы, в которые наряду с координатами точек входят приращения координат:

$$2S = \sum_{i=1}^n x_{i+1}\Delta y_i + \sum_{i=1}^n x_i\Delta y_i, \quad (18)$$

где x_i, x_{i+1} — координаты предыдущей и последующей точек стороны хода; Δy_i — приращения координат по стороне хода.

Вычисления ведут на основе ведомости вычисления координат, в которой имеются все элементы, входящие в формулу. Расчеты по этой формуле позволяют выполнять постоянный контроль произведений по строкам исходя из следующих соображений:

$$x_{i+1}\Delta y_i - x_i\Delta y_i = (x_{i+1} - x_i)\Delta y_i = \Delta x_i\Delta y_i. \quad (19)$$

Для рассматриваемого примера результаты расчета площади участка землепользования в пределах теодолитного полигона пп. 105—2—3—...—7 — пп. 105 приведены в табл. 4.

Примечание: Произведения $\Delta y_i x_{i+1}, \Delta y_i x_i$ и $\Delta y_i \Delta x_i$ следует округлять до целых м².

В нашем примере

$$S = \frac{\sum x_{i+1}\Delta y_i + \sum x_i\Delta y_i}{2} = \frac{234439 + 239525}{2} = 236982 \text{ м}^2 = 23,70 \text{ га}$$

Таблица 4 - Ведомость вычисления площади в пределах теодолитного полигона аналитическим способом по координатам точек

№	Исправленные приращения, м		Координаты, м		$\Delta y_i x_{i+1}, \text{ м}^2$	$\Delta y_i x_i, \text{ м}^2$	$\Delta y_i \Delta x_i, \text{ м}^2$
	Δx	Δy	x	y			
пп 105			-3257,06	-1026,04			
	+97,45	+161,52			-510 340	-526 080	+15 740
2			-3159,61	-864,52			
	-24,19	+229,66			-730 091	-725 536	-5 555
3			-3183,80	-634,86			
	-213,08	+190,94			-648 600	-607 915	-40 685
4			-3396,88	-443,92			
	-203,76	-151,79			+546 541	+515 612	+30 929
5			-3600,64	-595,71			
	-126,67	-309,50			+1 153 602	+1 114 398	+39 204
6			-3727,31	-905,21			
	+301,60	-183,08			+627 179	+682 396	-55 217
7			-3425,71	-1088,29			
	+168,65	+62,25			-202 752	-213 250	+10 498
пп 105			-3257,06	-1026,04			
					$\Sigma=234 439$	$\Sigma=239 525$	$\Sigma=-5 086$
				$S = \frac{234439 + 239525}{2} = 236982 \text{ м}^2 = 23,70 \text{ га}$			

Этот способ является наиболее точным, так как на точность вычисления площади влияют лишь погрешности угловых и линейных измерений на местности.

Аналитический способ вычисления площадей по результатам измерений длин линий и углов на местности. Для учета площадей под строениями, усадьбами, полями вспашки, посевов и т. п., имеющих прямолинейные очертания, выделяют геометрические фигуры (треугольники, прямоугольники, трапеции, многоугольники), элементы которых известны (рис. 7). Площади каждой фигуры определяют по формулам геометрии, приведенным ниже.

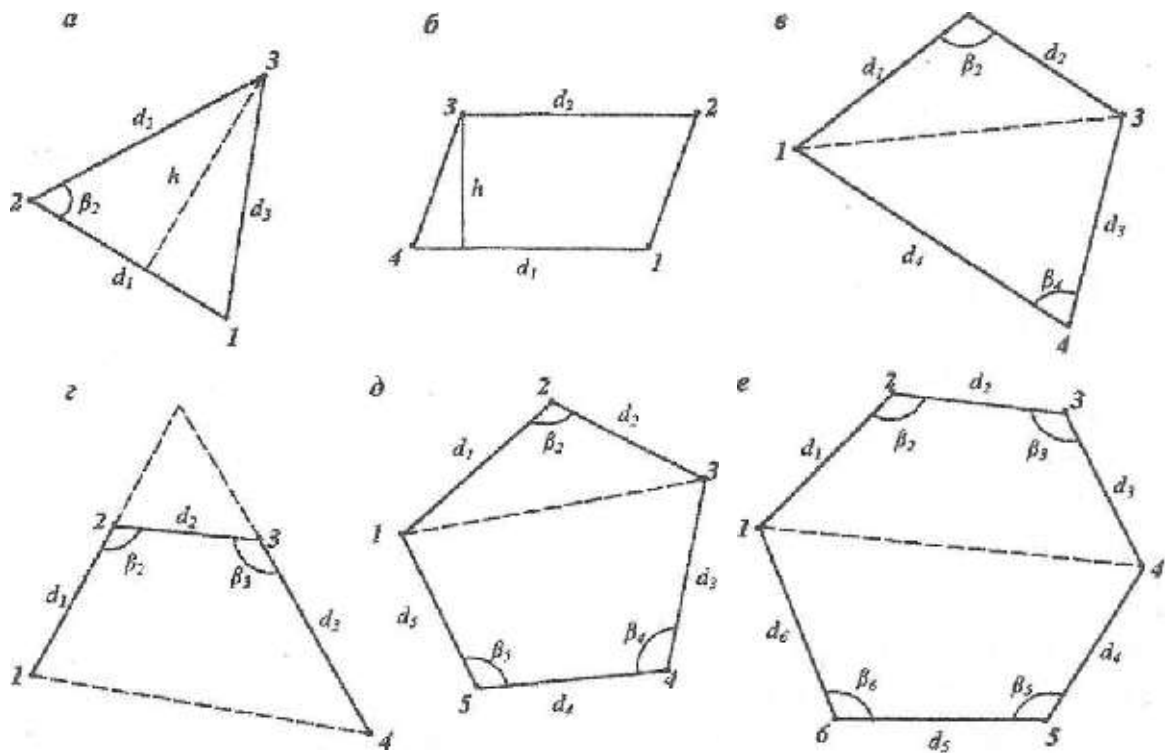


Рисунок 7. К определению площадей геометрических фигур аналитическим способом по длинам сторон и углам

Треугольник (рис. 7, а):

$$S_{\Delta} = \sqrt{p(p - d_1)(p - d_2)(p - d_3)} \text{ — формула Герона,}$$

где $p = 0,5(d_1 + d_2 + d_3)$,

d_1, d_2, d_3 — стороны треугольника;

$$S_{\Delta} = \frac{d_1 d_2 \sin \beta_2}{2}, \quad S_{\Delta} = \frac{d_1 h}{2},$$

где β_2 - угол между сторонами d_1 и d_2 , h — высота треугольника.

Трапеция (рис. 7, б):

$$S_{\text{трап}} = \frac{d_1 + d_2}{2} h,$$

где d_1, d_2 — основания трапеции, h — ее высота.

Четырехугольник (рис. 7, в, г):

$$S_{\text{чет}} = \frac{d_1 d_2 \sin \beta_2 + d_3 d_4 \sin \beta_4}{2},$$

где (рис. 7, в) d_1, d_2, β_2 и d_3, d_4, β_4 — соответственно по две стороны четырехугольника и углы между ними;

$$S_{\text{чет}} = \frac{d_1 d_2 \sin \beta_2 + d_3 d_4 \sin \beta_4 + d_4 d_5 \sin \beta_3 + d_1 d_3 \sin (\beta_2 + \beta_3 - 180^\circ)}{2},$$

где элементы фигуры показаны на рис. 7, г.

Пятиугольник (рис. 7, д):

$$S_{\text{пят}} = \frac{d_1 d_2 \sin \beta_2 + d_3 d_4 \sin \beta_4 + d_4 d_5 \sin \beta_5 + d_3 d_5 \sin (\beta_4 + \beta_5 - 180^\circ)}{2}.$$

Шестиугольник (рис. 7, е):

$$S_{\text{шест}} = \frac{d_1 d_2 \sin \beta_2 + d_2 d_3 \sin \beta_3 + d_4 d_5 \sin \beta_3 + d_1 d_3 \sin (\beta_2 + \beta_3 - 180^\circ)}{2} + \frac{d_4 d_5 \sin \beta_5 + d_5 d_6 \sin \beta_6 + d_4 d_6 \sin (\beta_5 + \beta_6 - 180^\circ)}{2}$$

5.2 Графический способ

Изображенные на плане участки разбивают на простейшие геометрические фигуры, обычно на треугольники, реже на прямоугольники и трапеции. В каждой фигуре по плану измеряют высоту и основание, по которым вычисляют площадь; сумма площадей фигур дает площадь участка.

Оптимальным вариантом разбивки участка на треугольники будет тот, при котором треугольники получаются примерно равносторонними, т. е. когда их высоты по величине близки к основаниям. Если отдельные элементы фигур известны из измерений на местности (например, стороны теодолитных ходов), то для повышения точности определения площадей в расчетах принимают измеренные на местности их значения. Для контроля и повышения точности площадь треугольника определяют дважды: по двум различным основаниям и высотам. Расхождение между двумя значениями площади фигуры не должны превышать

$$\Delta S_{\text{га}}^{\text{доп}} = \frac{0,04M}{10\,000} \sqrt{S_{\text{га}}}, \quad (20)$$

где M — знаменатель численного масштаба; S — приближенное значение площади фигуры.

Если расхождение допустимо, то за окончательное значение площади фигуры принимают среднее арифметическое.

5.3 Определение площадей с помощью палеток

Определение площадей с помощью палеток выполняется для участков с резко выраженными криволинейными границами.

При определении площадей до 10 см^2 используют параллельную (линейную) палетку (рис. 8, а), представляющую собой лист прозрачной основы, на которой через равные промежутки a — $2 \times 5 \text{ мм}$ нанесен ряд параллельных линий.

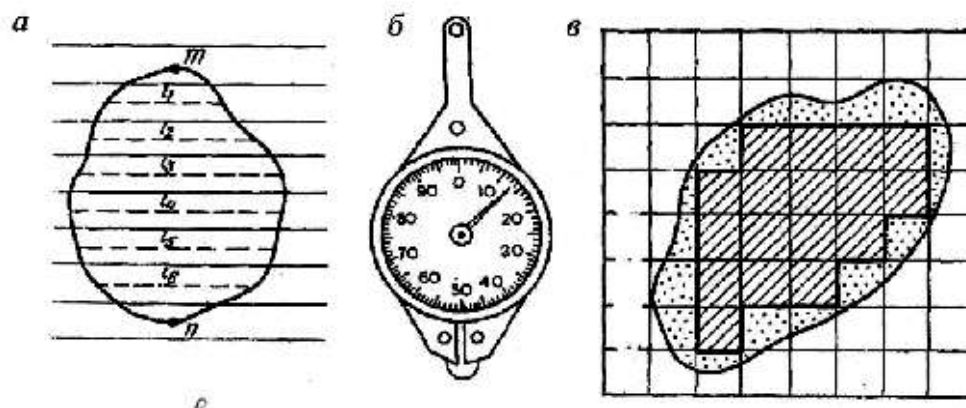


Рисунок 8. Определение площадей с помощью палеток: а - линейная палетка; б — курвиметр; в - квадратная палетка

Палетку накладывают на измеряемый участок так, чтобы крайние точки контура разместились посередине между параллельными линиями палетки. В результате измеряемая площадь оказывается расчлененной на фигуры, близкие к трапециям с равными высотами; при этом отрезки

параллельных линий внутри контура являются средними линиями трапеции. Следовательно, для определения площади участка с помощью циркуля-измерителя и масштабной линейки следует измерить длины средних линий трапеций l_1, l_2, \dots, l_n и их сумму умножить на расстояние между линиями с учетом масштаба плана, т. е.

$$S = a(l_1 + l_2 + \dots + l_n) = a \sum_{i=1}^n l_i \quad (21)$$

Суммарную длину отрезков можно измерить с помощью *курвиметра* (см. рис. 8, б). Для этого колесо курвиметра последовательно прокатывают по измеряемым линиям и по разности начального и конечного отсчетов на циферблате определяют длину отрезков в сантиметрах плана. Для контроля измеряют площадь при втором положении палетки, развернув ее на $60 - 90^\circ$ относительно первоначального положения.

Определение площадей участков до $2 - 3 \text{ см}^2$ в плане рекомендуется производить с помощью квадратной палетки. Палетка представляет собой (см. рис. 8, в) лист прозрачной основы, на который нанесена сеть квадратов со сторонами $a = 1 \times 5 \text{ мм}$. По длине стороны квадрата палетки и масштабю плана легко вычислить площадь квадрата палетки s . Например, площадь квадрата палетки со стороной $a = 2 \text{ мм}$ для масштаба $1:2000$ $s = a^2 = 16 \text{ м}^2$. Для определения площади участка палетку произвольно накладывают на план и подсчитывают число N , полных квадратов, расположенных внутри контура участка (см. рис. 8, в). Затем оценивают на глаз число квадратов iV_2 , составляемых из неполных квадратов у границ участка. Общая площадь измеряемого участка

$$S = s(N_1 + 0,5N_2). \quad (22)$$

Для контроля площадь заданного участка измеряют повторно, развернув палетку примерно на 45° .

5.4 Механический способ определения площадей полярным планиметром

Измерение площадей земельных угодий площадью до 400 см² производят полярным планиметром ПП-М при положении полюса вне контура.

Приступая к работе с планиметром, необходимо уяснить методику производства измерений, выполнить поверки и юстировки планиметра и определить его цену деления.

Перед измерением площади участка план закрепляют на гладкой горизонтальной поверхности. Планиметр устанавливают так, чтобы его полюс располагался вне измеряемого участка, а полюсной и обводный рычаги образовывали примерно прямой угол.

Место закрепления полюса выбирают с расчетом, чтобы во время обвода фигуры угол между рычагами был не менее 30° и не более 150°. Совместив обводную точку планиметра с исходной точкой 0 контура, снимают по счетному механизму начальный отсчет n_0 и плавно обводят весь контур по ходу часовой стрелки. Вернувшись в исходную точку, берут конечный отсчет n . Разность отсчетов $(n - n_0)$ выражает величину площади фигуры в делениях планиметра. Тогда площадь измеряемого участка

$$S = \mu(n - n_0), \quad (23)$$

где μ — цена деления планиметра, т. е. площадь, соответствующая одному делению планиметра.

Определение цены деления планиметра. Цена деления бывает абсолютной ($\mu_{\text{абс}}$), если она выражена в мм/дел., и относительной ($\mu_{\text{отн}}$), если выражена в м²/дел. или га/дел. с учетом масштаба данного плана.

Для определения цены деления планиметра выбирают фигуру, площадь которой S_0 известна заранее (например, один или несколько квадратов координатной сетки). С целью получения более высокой

точности выбранную фигуру обводят по контуру четыре раза: два раза при положении «полюс право» (ПП) и два — при положении «полюс лево» (ПЛ).

При каждом обводе берут начальный и конечный отсчеты и вычисляют их разность $(n_i - n_{0i})$. Расхождения между значениями разностей, полученными при ППи ПЛ, не должны превышать: при площади фигуры до 200 делений — 2, от 200 до 2000 делений — 3 и свыше 2000 — 4 деления планиметра. Если расхождения не превышают допустимых, то рассчитывают среднюю разность отсчетов $(n_i - n_0)_{\text{ср}}$ и вычисляют цену деления планиметра по формуле

$$\mu = \frac{S}{(n - n_0)_{\text{ср}}} \quad (24)$$

Большие площади следует измерять по частям. Для этого измеряемую фигуру делят на части плавными, слегка изогнутыми линиями. Площади слишком узких, вытянутых фигур (дорог, оврагов, речек и т.п.) измерять планиметром не рекомендуется.

Точность определения площадей полярным планиметром зависит главным образом от размеров обводимых фигур; чем меньше площадь, тем больше относительная погрешность ее определения. Поэтому не рекомендуется измерять с помощью планиметра площади участков на плане (карте), меньше 10-150 см², так как при этом условии они точнее могут быть измерены графическим способом.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ:
ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ
ЛИНЕЙНОГО СООРУЖЕНИЯ И ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО И
ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЕЙ ТРАССЫ

**1 Общие указания и содержание задания на выполнение
работы**

Цель работы: научиться выполнять обработку результатов технического нивелирования трассы, построение продольного и поперечного профилей местности и проектирование трассы дороги.

Литература:

Клюшин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. Геодезия: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. М.: Академия, 2012. Гл. 7, 25.

Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия: учебник для вузов. М.: КолосС, 2006. Гл. 6 (6.10-6.12).

Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия: учеб. пособие для вузов. М: Академический Проект, 2008. § 86 — 87.

Принадлежности: микрокалькулятор, геодезический транспортир, поперечный масштаб, циркуль-измеритель и др. чертежные принадлежности, таблицы элементов круговых кривых.

Содержание задания:

Для проектирования профиля дороги по намеченной трассе проложен ход технического нивелирования между исходными реперами 7 и 8. Нивелирование выполнялось нивелиром 2Н-10КЛ с использованием двухсторонних реек РН-3 способом из середины. Расстояние между пикетами 100 м. На точке трассы ПК2 + 40 разбит поперечный профиль длиной по 25 м влево и вправо от оси трассы. Схема трассы приведена в пикетажном журнале (рис. 9).

Трасса имеет два поворота в точках $BУ1$ и $BУ2$; направление трассы после ее поворота показано стрелками.

Журнал технического нивелирования приведен в табл. 5. Приведенные в журнале отсчеты по рейкам являются общими для всех вариантов.

В соответствии с вариантом индивидуального задания задаются следующие данные:

- отметки исходных реперов $Pn7$ и $Pn8$;
- отсчеты по черной и красной сторонам передней рейки (станция 9) и задней рейки (станция 10) на ПК6;
- пикетажное обозначение конца трассы;
- пикетажные обозначения вершин углов поворота трассы $BУ1$ и $BУ2$, значения углов поворота φ_1 и φ_2 и радиусы кривых R_1 и R_2 ;
- дирекционный угол начального прямолинейного участка трассы α_1 .

Последовательность выполнения задания:

Обработка полевого журнала нивелирования трассы.

Расчет элементов закруглений и разбивка кривых в главных точках.

Расчет данных для выноса пикетов на кривые.

Расчет длин и дирекционных углов (румбов) прямолинейных участков.

Построение продольного и поперечного профилей трассы.

Приступая к выполнению расчетно-графической работы, студент должен иметь четкое представление о сущности и способах геометрического нивелирования, методике производства технического нивелирования, порядке обработки и уравнивания результатов полевых измерений, расчете элементов закруглений и подготовке данных по выносу пикетов на кривую, правилам построения продольного и поперечного профилей трассы линейного сооружения.

Результаты выполнения расчетно-графической работы представляют в виде отчета, включающего краткую пояснительную записку, журнал нивелирования, схемы, таблицы с результатами расчетов и чертежи.

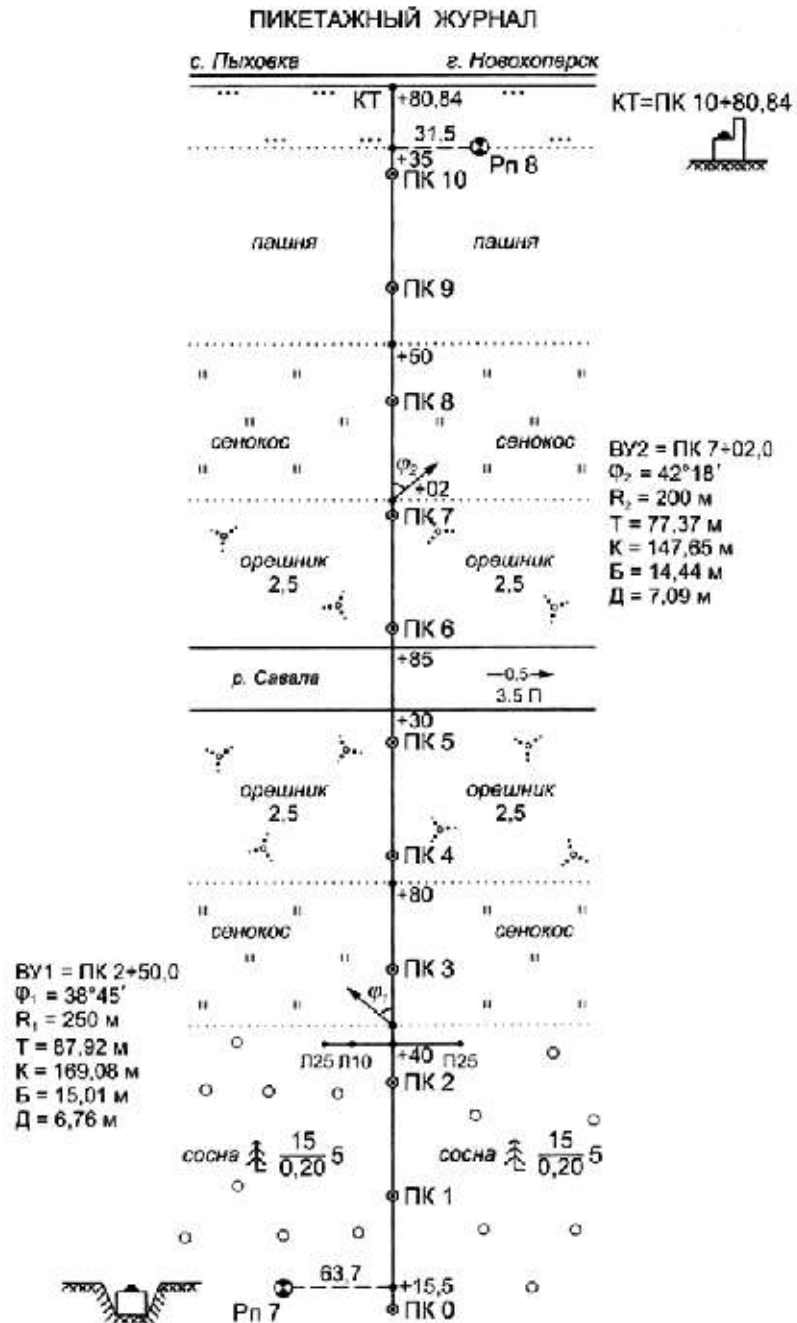


Рисунок 9. Пикетажный журнал

2 Обработка полевого журнала нивелирования трассы

Обработка журналов включает в себя определение превышений между связующими точками, постраничный контроль вычислений, увязку превышений, вычисление отметок связующих и промежуточных точек.

Перед началом вычислений в полевой журнал выписывают недостающие данные в соответствии с номером варианта задания: отметки исходных реперов $Pn7$ и $Pn8$, отсчеты по рейкам на станциях 9 и 10 и пикетажное обозначение конца трассы. Порядок обработки полевого журнала нивелирования рассмотрен на конкретном примере (см. табл. 5).

1. Вычисляют превышения между связующими точками, используя отсчеты по черным ($a_ч$, $b_ч$) и красным ($a_{кр}$, $b_{кр}$) сторонам задней и передней реек:

$$h_ч = a_ч - b_ч \quad h_{кр} = a_{кр} - b_{кр}$$

Если $|h_ч - h_{кр}| \leq 10$ мм, то находят среднее значение вычисленных превышений с округлением до мм

$$h_{ср} = \frac{h_ч + h_{кр}}{2}$$

В рассматриваемом примере на станции 1:

$$h_ч = 0346 - 2778 = -2432 \text{ мм}$$

$$h_{кр} = 5033 - 7467 = -2434 \text{ мм}$$

$$h_{ср} = \frac{-2432 - 2434}{2} = -2433 \text{ мм и т.д.}$$

2. Выполняют постраничный контроль вычислений, заключающийся в проверке равенства

$$\frac{\sum a - \sum b}{2} = \frac{\sum h}{2} = \sum h_{ср}$$

Расхождения в 1 — 2 мм могут возникнуть за счет округления значений средних превышений до целого числа мм.

Примечание: отсчеты по рейкам на промежуточных точках в постраничном контроле не используются.

3. Вычисляют высотную невязку хода по формуле:

$$f_h = \sum h_{cp} - (H_{кон} - H_{нач}), \quad (25)$$

где $H_{кон} = H_{ПК8}$, $H_{нач} = H_{ПК7}$ — отметки, соответственно, конечной и начальной точек хода.

Фактическая высотная невязка не должна превышать допустимую, равную

$$f_{h_{дон}} = 50 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad (26)$$

где L — длина хода, км.

В нашем примере:

$$f_h = -5,112 - (126,099 - 131,182) = -0,029 \text{ м} = -29 \text{ мм}$$

$$f_{h_{дон}} = 50 \text{ мм} \sqrt{1,08} = 52 \text{ мм}$$

Поскольку $f_h \leq f_{h_{дон}}$ (29 мм < 52 мм), то фактическую невязку распределяют с обратным знаком поровну на все превышения хода. Поправка в каждое превышение

$$\delta_h = -\frac{f_h}{n},$$

где n — число станций в ходе.

Поправки вычисляют с округлением до мм и подписывают красной тушью над значениями средних превышений; при этом сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком, т. е.

$$\sum \delta_h = -f_h$$

4. Вычисляют исправленные (увязанные) превышения

$$h_{испр_i} = h_i + \delta_h$$

Контроль: $\sum h_{испр} = \sum h_{теор} = H_{кон} - H_{нач}$

5. По исправленным превышениям вычисляют отметки связующих точек (см. табл. 5):

$$H_{ПК0} = H_{Pn7} + h_{1_{успр}}$$

$$H_{ПК1} = H_{ПК0} + h_{2_{успр}}$$

.....

$$H_{Pn8} = H_{ПК10+35} + h_{15_{успр}}$$

$$H_{ПК0} = 131,82 + (-2,431) = 128,751м$$

$$H_{ПК1} = 128,751 + (+0,705) = 129,456м$$

.....

$$H_{Pn8} = 125,571 + (+0,528) = 126,099м$$

Контролем правильности вычислений отметок связующих точек является получение известной отметки конечной точки хода ($H_{Pn8} = 126,099 м$).

6. Вычисляют отметки промежуточных точек хода через горизонт прибора ГП. Для этого на станции вычисляют ГП относительно задней и передней связующих точек и из двух его значений определяют среднее.

$$ГП' = H_3 + a_ч \quad ГП'' = H_n + b_ч \quad ГП = \frac{ГП' + ГП''}{2}$$

Например, для станции 12 имеем:

$$ГП'_{12} = H_{ПК8} + a_{12} \quad ГП''_{12} = H_{ПК9} + b_{12} \quad ГП_{12} = \frac{ГП'_{12} + ГП''_{12}}{2}$$

$$ГП'_{12} = 122,499 + 1,891 = 124,390м$$

$$ГП''_{12} = 123,960 + 0,432 = 124,392м$$

$$ГП_{12} = \frac{124,390 + 124,392}{2} = 124,391м$$

$$H_{ПК8+50} = ГП_{12} - c_{12}$$

$$H_{ПК8+50} = 124,391 - 2,510 = 121,881м$$

где c_{12} — отсчет по черной стороне рейки, установленной на промежуточной точке $ПК8+50$.

Отметки других промежуточных точек, включая точки поперечного профиля (см. табл. 5, станция 5), вычисляют аналогично.

Таблица 5 - Журнал технического нивелирования трассы автодороги

«16» июня 2010г.

Нивелир 2Н-10КЛ №21536

Наблюдал Треплов Ю.И

Погода ясно, слабый ветер

Вычисляла Болтушкина М.П.

№ станции	№ пикетов	Отсчеты по рейке			Превышения		Среднее превышение		ГИ,м	Отметки точек, м
		задние	передние	проме- жуточные	+	-	+	-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Рп7	0346 5033				2432 2434		+2 -2433		131,182
	ПК0		2778 7467					2431		128,751
2	ПК0	1861 6550			702 704		+2 703			128,751
	ПК1		1159 5846				705			129,456
3	ПК1	0219 4906								
	X ₁		2986 7673							
4	X ₁	0074 4762								
	ПК2		2958 7645							
5	ПК2	0348 5035								
	ПК2+40			1666						
	П.25			0135						
	Л.10			2690						
6	Л.25			0871						
	ПК3		1135 5820							
7	ПК3	0113 4799								
	ПК4		0732 5419							
8	ПК4	0728 5413								
	X ₂		2859 7546							
8	X ₂	0050 4735								
	ПК5		1090 5776							

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	ПК5 ПК5+30 ПК5+85 ПК6	1501 6188	1057 5742	2877 2881						
10	ПК6 ПК7	2249 6934	0247 4932							
11	ПК7 ПК8	2734 7421	1927 6612							
12	ПК8 ПК8+50 ПК9	1891 6576	0432 5117	2510	1459 1459		+2 1459 1461		124,390 124,392 124,391	122,499 121,881 123,960
13	ПК9 ПК10	2330 7016	1619 6303							
14	ПК10 ПК10+35	1591 6278	0695 5382							
15	ПК10+35 КТ ПК10+80,84 Рп8	1317 6001	0790 5476	2601						

3 Расчет элементов закруглений и разбивка кривых в главных точках

Элементами кривой являются угол поворота трассы φ , радиус кривой R , тангенс T , кривая K , биссектриса B и домер D . Разбивка кривой на местности состоит в определении по элементам кривой планового положения трех главных точек: начала кривой $НК$, середины кривой $СК$ и конца кривой $КК$.

С учетом заданных исходных данных (см. пикетажный журнал, рис.

9) работа выполняется в следующем порядке.

Кривая 1: ВУ = ПК2 + 50,0; $\varphi = 38^\circ 45'$; R = 250 м.

1. Вычисляют элементы кривой:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = 250 \cdot 0,35166 = 87,92 \text{ м}$$

$$K = \frac{\varphi^\circ}{180^\circ} \pi R = \frac{38^\circ 45'}{180^\circ} 3,1416 \cdot 250 = 169,08 \text{ м}$$

$$B = 2R \frac{\sin^2 \frac{\varphi}{4}}{\cos \frac{\varphi}{2}} = 2 \cdot 250 \cdot \frac{0,16827^2}{0,94337} = 15,01 \text{ м}$$

$$D = 2T - K = 2 \cdot 87,92 - 169,08 = 6,76 \text{ м}$$

Вычисления необходимо проконтролировать, определив эти элементы также с помощью таблиц для разбивки круговых кривых.

2. Производят расчет пикетажного обозначения главных точек кривой

Пикетажное обозначение НК и КК

ВУПК2+50,00	Контроль:	ВУПК2+50,00
-		+
<u>Т ... 87,92</u>		<u>Т ... 87,92</u>
НКПК1+62,08		ПК3+37,92
+		-
<u>К ... 1+69,08</u>		<u>Д ... 06,76</u>
ККПК3+31,16		ККПК3+31,16

Пикетажное обозначение СК

НКПК1+62,08	Контроль:	ККПК3+31,16
+		-
<u>0,5К ... 84,54</u>		<u>0,5К ... 84,54</u>
СК ПК2+46,62		СК ПК2+46,62

Кривая 2: ВУ = ПК7+02,0; $\varphi = 42^\circ 18'$; $R = 200$ м.

1. Вычисляют элементы кривой:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = 200 \cdot 0,38687 = 77,37 \text{ м}$$

$$K = \frac{\varphi^\circ}{180^\circ} \pi R = \frac{42^\circ 18'}{180^\circ} 3,1416 \cdot 200 = 147,65 \text{ м}$$

$$B = 2R \frac{\sin^2 \frac{\varphi}{4}}{\cos \frac{\varphi}{2}} = 2 \cdot 200 \cdot \frac{0,18352^2}{0,93264} = 14,44 \text{ м}$$

$$D = 2T - K = 2 \cdot 77,37 - 147,65 = 7,09 \text{ м}$$

2. Производят расчет пикетажного обозначения главных точек кривой

Пикетажное обозначение НК и КК

ВУ ПК7+02,00	Контроль:	ВУПК7+02,00
-		+
<u>T ... 77,37</u>		<u>T ... 77,37</u>
НКПК6+24,63		ПК7+79,37
+		-
<u>K ... 1+47,65</u>		<u>D ... 07,09</u>
ККПК7+72,28		ККПК7+72,28

Пикетажное обозначение СК

НКПК6+24,63	Контроль:	ККПК7+72,28
+		-
<u>0,5К ... 73,82</u>		<u>0,5К ... 73,82</u>
СК ПК6+98,45		СК ПК6+98,46

3. Полученные значения элементов кривой записывают в пикетажный журнал (см. рис. 9).

4 Расчет длин и дирекционных углов (румбов) прямолинейных участков трассы

Расчеты выполняют в ведомости прямых и кривых (таблица 6), в которую выписывают основные точки трассы и их пикетажное обозначение, направления и углы поворота трассы в точках ВУ1 и ВУ2 и рассчитанные ранее элементы кривых.

Как следует из рисунка 10, трасса включает 3 прямолинейных участка:

1 – от начала трассы НТ (ПК0) до точки НК1 (ПК1+62,08);

2 – от КК1 (ПК3+31,16) до точки НК2 (ПК6+24,63);

3 – от КК2 (ПК7+72,28) до конца трассы КТ (ПК10+80,84).

Тогда длины прямолинейных участков определяют как разность пикетажных обозначений последующей и предыдущей точек участка (столбец 10 таблицы 6):

$$L_1 = НК1 - НТ = (ПК1 + 62,08) - ПК0 = 162,08 \text{ м};$$

$$L_2 = НК2 - КК1 = (ПК6 + 24,63) - (ПК3 + 31,16) = 293,47 \text{ м};$$

$$L_3 = КТ - КК2 = (ПК10 + 80,84) - (ПК7 + 72,28) = 308,56 \text{ м}.$$

Расстояние между вершинами углов поворота трассы определяют как (столбец 11 таблицы 6):

$$S_1 = ВУ1 - НТ = (ПК2 + 50,00) - ПК0 = 250,00 \text{ м};$$

$$S_2 = T_1 + L_2 + T_2 = 87,92 + 293,47 + 77,37 = 458,76 \text{ м};$$

$$S_3 = T_2 + L_3 = 77,37 + 308,56 = 385,93 \text{ м};$$

$$\text{Контроль: } \sum L_i + \sum K_i = \sum S_i - \sum D = L,$$

где L - общая длина трассы ($L = 1080,84 \text{ м}$).

Согласно заданию, дирекционный угол первого прямолинейного участка известен ($\alpha_1 = 114^\circ 27'$). Тогда дирекционные углы последующих прямолинейных участков определяют через углы поворота трассы:

$$\alpha_2 = \alpha_1 - \varphi_1 = 114^\circ 27' - 38^\circ 45' = 75^\circ 42';$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 + \varphi_2 = 75^\circ 42' + 42^\circ 18' = 118^\circ 00'$$

Таблица 6 – Ведомость прямых и кривых

Точки трассы	Пикетажные обозначения	Углы поворота		Элементы кривых					Длины, м		Направление прямолинейных участков	
		влево	вправо	R	T	K	Б	Д	прямолинейных участков	между ВУ	дирекционный угол, α	румб, γ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
НТ	ПК0								162,08	250,00	114°27'	ЮВ: 65°33'
НК1	ПК1+62,08											
ВУ1	ПК2+50,00	38°45'		250,00	87,92	169,08	15,01	6,76				
КК1	ПК3+31,16								293,47	458,76	75°42'	СВ: 75°42'
НК2	ПК6+24,63		42°18'	200,00	77,37	147,65	14,44	7,09				
ВУ2	ПК7+02,00											
КК2	ПК7+72,28								308,56	385,93	118°00'	ЮВ: 62°00'
КТ	ПК10+80,84											
<i>Контроль:</i>									Σ=764,11	Σ= 1094,69		
									ΣК+316,73	ΣД-13,85		
									1080,84	1080,84		

Контроль: $\alpha_3 - \alpha_1 = \varphi_2 - \varphi_1$;

$118^\circ 00' - 114^\circ 27' = 3^\circ 33'$; $42^\circ 18' - 38^\circ 45' = 3^\circ 33'$

Полученные значения дирекционных углов и румбов прямолинейных участков трассы заносят в столбцы 12 и 13 таблицы 6.

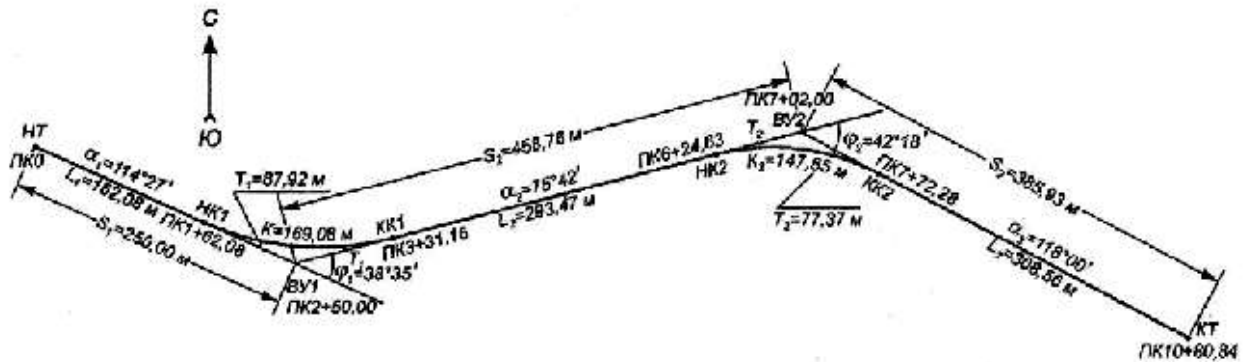


Рисунок 10. Схема расположения прямых и кривых

5 Построение продольного и поперечного профилей трассы

Исходным материалом для построения профилей трассы являются журнал технического нивелирования (см. табл. 5) и пикетажный журнал (см. рис. 9).

Построение продольного профиля трассы выполняют на листе миллиметровой бумаги в горизонтальном масштабе 1:2500. Для наглядности вертикальный масштаб принимается в 10 раз крупнее горизонтального, т. е. 1:250. Поперечный профиль составляют в едином масштабе 1:500 для горизонтальных и вертикальных расстояний.

Построение продольного профиля выполняют в следующей последовательности.

1. В нижней части листа вычерчивают сетку (разграфку) профиля – систему горизонтальных граф (рис. 11), назначение которых определяется подписями.

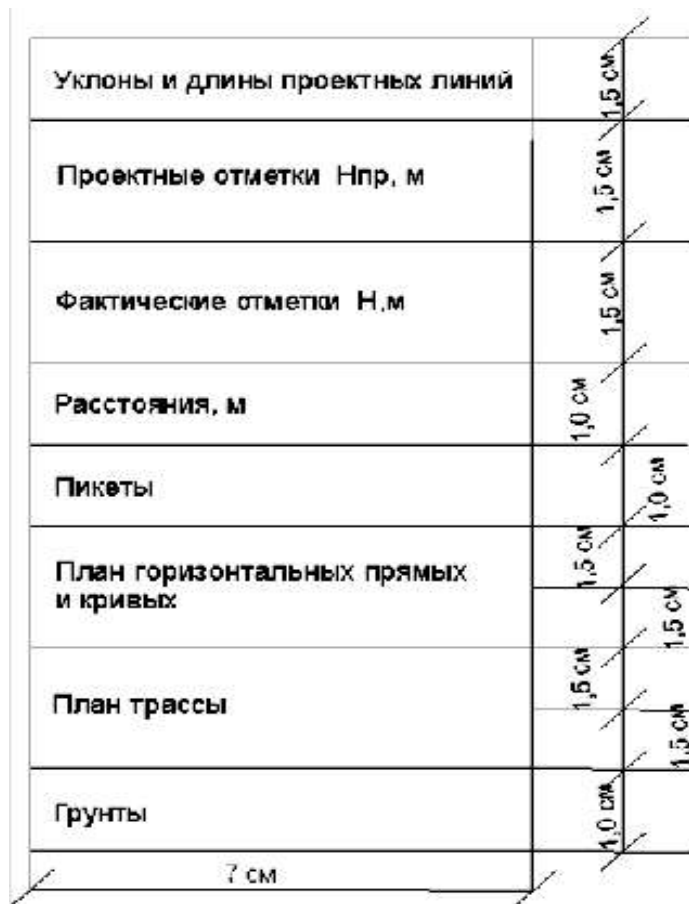


Рисунок 11. Сетка профиля

Верхняя линия сетки профиля является линией условного горизонта УГ. Отметка УГ должна быть кратной 10 м и выбирается с таким расчетом, чтобы линия профиля находилась выше линии УГ на 4 — 6 см; в рассматриваемом примере УГ — 100,00 м.

2. В графу «фактические отметки» выписывают из журнала нивелирования отметки точек трассы с округлением до 0,01 м.

На линию условного горизонта переносят положение пикетов и плюсовых точек. В каждой из полученных точек восстанавливают перпендикуляры и на них в вертикальном масштабе 1:500 откладывают *профильные отметки*, определяемые как разности абсолютных отметок точек и условного горизонта, т. е.

$$H_{\text{проф}} = H_{\text{абс}} - УГ$$

Соединив концы перпендикуляров прямыми линиями, получают

фактический профиль трассы.

3. Строят проектный профиль трассы. Проектную линию выбирают с учетом минимума земных работ по выемке и насыпке грунта.

При этом проектный уклон каждого участка трассы не должен превышать заданной величины ($i_{np} < 0,030$). На рис. 12 проектная линия показана пунктиром.

Рассчитывают проектный уклон каждого участка трассы по формуле

$$i = \frac{h}{d} = \frac{H_{\kappa}^{np} - H_0^{np}}{d}, \quad (27)$$

где $h = H_{\kappa}^{np} - H_0^{np}$ — превышение концов проектной линии; d — горизонтальная длина этой линии; $H_{\kappa}^{np}, H_0^{np}$ — проектные отметки конца и начала проектной линии, которые снимают графически с профиля.

Рассчитанные по формуле значения уклонов i участков трассы округляют до 0,001 и считают их проектными (i_{np}).

В рассматриваемом примере (см. рис. 12) проектный уклон участка трассы между пикетами *ПК0* и *ПК4*

$$i_{1np} = \frac{123,00 - 127,90}{400} = \frac{-4,90}{400} = -0,01225$$

Принимаем $i_{1np} = -0,012$.

4. Вычисляют проектные отметки точек трассы по формуле

$$H_{n+1}^{np} = H_n^{np} + i_{np} \cdot d_n, \quad (28)$$

где H_n^{np} — предыдущая проектная отметка точки участка трассы; i_{np} — проектный уклон линии на данном участке; d_n — горизонтальное расстояние между точками трассы.

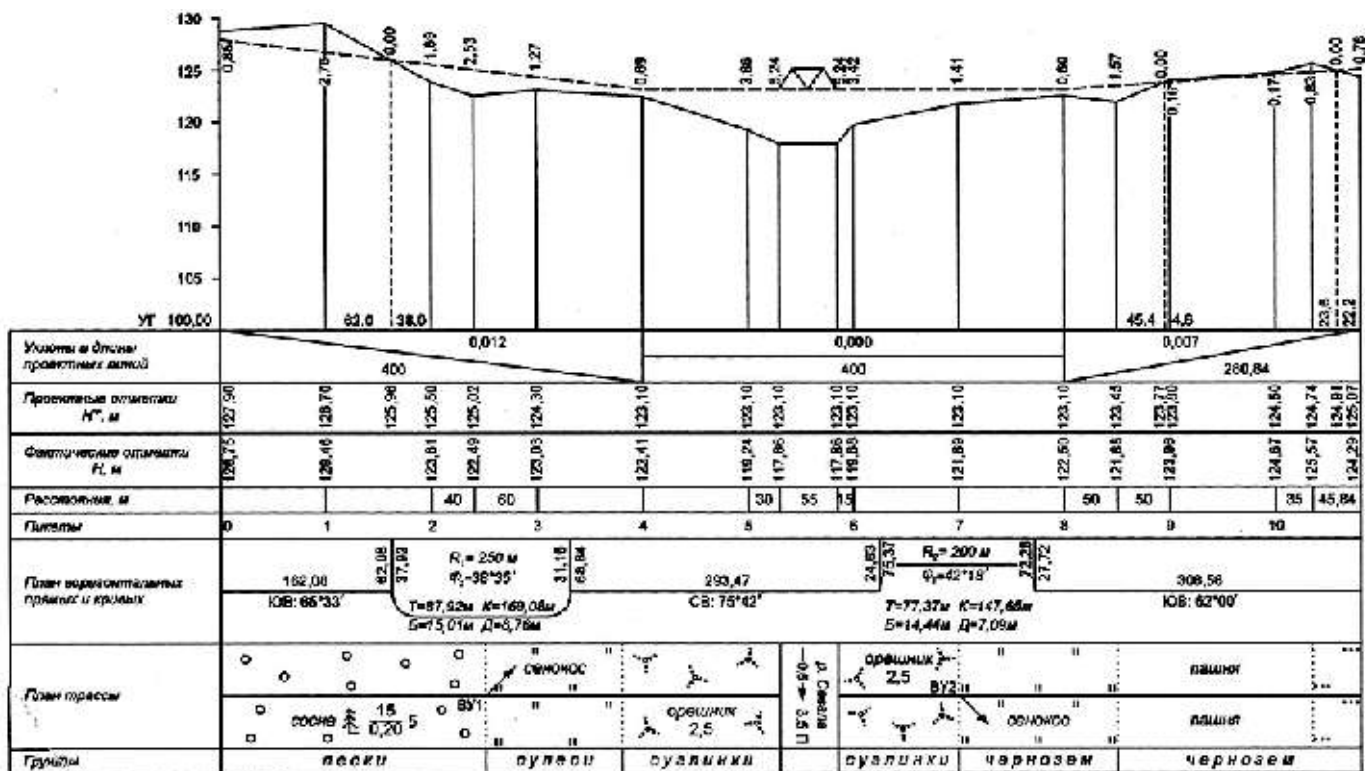
Например: $H_{ПК1}^{np} = 127,90 + (-0,012) \cdot 100 = 126,70\text{м}$

$$H_{ПК2}^{np} = 126,70 + (-0,012) \cdot 100 = 125,50\text{м}$$

$$H_{ПК2+40}^{np} = 125,50 + (-0,012) \cdot 40 = 125,02\text{м и т.д.}$$

ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ

Масштабы: горизонтальный 1:2 500
вертикальный 1:250



Выполнил:

Проверил:

Рисунок 12. Продольный профиль трассы

5. Вычисляют рабочие отметки точек трассы как разность проектной и фактической отметок соответствующей точки, т. е.

$$h_i^{раб} = H_i^{np} - H_i^ф \quad (29)$$

Например: $h_{пк0}^{раб} = 127,90 - 128,45 = -0,85 м$

$$h_{пк1}^{раб} = 126,70 - 129,46 = -2,76 м$$

$$h_{пк2}^{раб} = 125,50 - 123,81 = +1,69 м \quad \text{и т. д.}$$

Рабочие отметки показывают высоту насыпи (+) или выемки (—) грунта в данной точке. Их значения выписывают красной тушью под проектной линией, если грунт необходимо срезать, или над линией, если грунт следует насыпать.

6. Определяют отметки точек нулевых работ, т. е. точек

пересечения профиля с проектной линией. В этих точках не требуется производить земляные работы, так как рабочие отметки в них равны 0.

Сначала определяют расстояния до точек нулевых работ от ближайшей точки пикетажа с точность до 0,1 м по формуле

$$x = \frac{h_1^{раб}}{h_1^{раб} + h_2^{раб}} \cdot d, \quad (30)$$

где $h_1^{раб}$, $h_2^{раб}$ — рабочие отметки точек пикетажа, между которыми располагается искомая точка нулевых работ; d — горизонтальное расстояние между этими точками.

Тогда отметка точки нулевых работ определится по формуле

$$H_{НР} = H_{нач}^{np} + i_{np} \cdot x,$$

где $H_{нач}^{np}$ — проектная отметка начальной точки пикетажа, предшествующей точке нулевых работ.

В рассматриваемом примере для первой точки нулевых работ, расположенной между ПК1 и ПК2 (рис. 13) получим:

$$x = \frac{2,76}{2,76 + 1,69} \cdot 100 = 62,0 \text{ м}$$

$$H_{ПК1+62,0} = H_{ПК1}^{np} + (-0,012) \cdot 62,0 = 125,96 \text{ м}$$

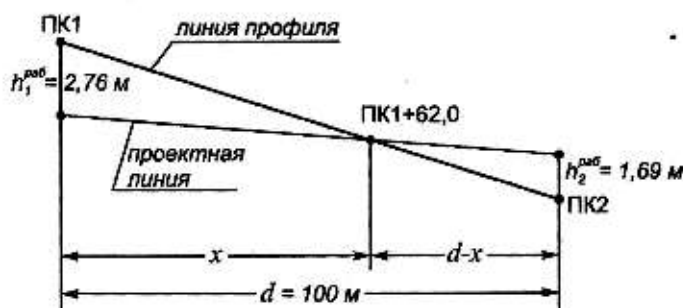


Рисунок 13. Схема к определению расстояния до точки нулевых работ

7. Строят поперечный профиль на точке трассы, от которой он разбит на местности, в масштабе 1:500. Сетка поперечного профиля

содержит три графы: расстояния, фактические и проектные отметки (рис. 14). Условный горизонт принимают тот же, что и для продольного профиля. Проектные отметки всех точек поперечного профиля принимают одинаковыми.

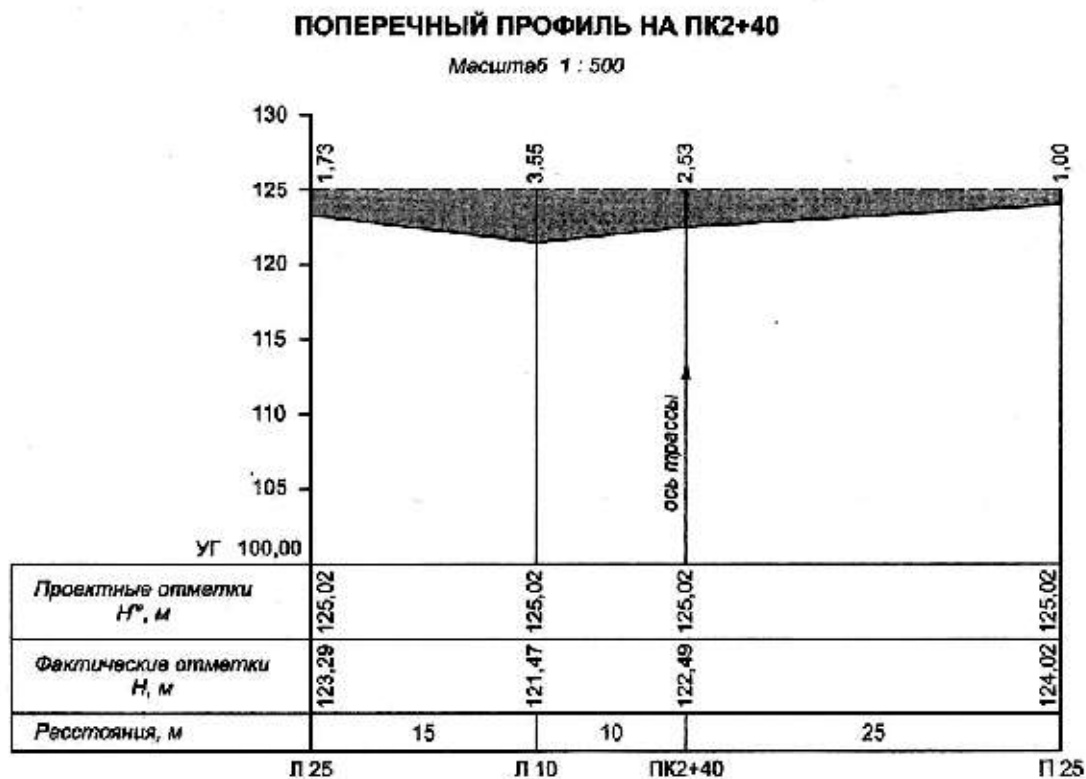


Рисунок 14. Поперечный профиль

Все подписи и построения профилей выполняют тушью.

Красной тушью оформляют проектную линию, рабочие отметки (кроме нулевых), ось дороги и кривые, все цифры и линии в графах уклонов и проектных отметок. Синей тушью показывают перпендикуляры из точек нулевых работ на линию условного горизонта; рабочие отметки 0,00; отметки точек нулевых работ и расстояния до точек нулевых работ от ближайших точек пикетажа. Все остальные линии, подписи и цифры выполняют черной тушью.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ:
ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА УЧАСТКА МЕСТНОСТИ ПО
ДАНЫМ НИВЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ И СОСТАВЛЕНИЕ
ПРОЕКТА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ

1 Общие указания и содержание задания на выполнение работы

Цель работы: научиться выполнять обработку результатов нивелирования поверхности по квадратам, построение топографического плана участка местности и составление проекта вертикальной планировки участка под горизонтальную площадку.

Литература:

Клюшин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. Геодезия: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. М.: Академия, 2012. Гл. 18.

Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия: учебник для вузов. М.: КолосС, 2006. Гл. 6 (6.13-6.14).

Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия: учеб. пособие для вузов. М.: Академический Проект, 2008. § 88, 204.

Принадлежности: микрокалькулятор, циркуль-измеритель и масштабная линейка, линейная палетка, чертежные принадлежности.

Содержание задания:

Для составления проекта вертикальной планировки участка размещения строящегося сельскохозяйственного комплекса выполнено техническое нивелирование поверхности по квадратам. Площадь участка 160x160 м, стороны квадрата — 40 м. В качестве исходного пункта принят репер *Rn 7*, являющийся вершиной одного из квадратов. Нивелирование выполнялось нивелиром 2Н-10КЛ с использованием двухсторонних реек РН-3 способом из середины. Отсчеты на связующих

точках снимались по двум сторонам реек, на промежуточных — только по черной стороне.

Результаты нивелирования представлены в журнале-схеме (рис. 15). Приведенные в журнале отсчеты по рейкам являются общими для всех вариантов, кроме указанных ниже.

В соответствии с вариантом индивидуального задания задаются следующие данные:

- дирекционный угол стороны 1—5 сетки квадратов $\alpha_{исх}$;
- отметка исходного репера *ПП7*;
- отсчеты по черной и красной сторонам передней рейки (станция 2) и задней рейки (станция 3) на точке 5*д*;
- отсчеты по черным сторонам реек на промежуточных точках 1*а*, 5*г* и 4*д*.

Последовательность выполнения задания:

1. Обработка журнала нивелирования участка по квадратам.
2. Построение топографического плана участка местности в масштабе 1:500 при высоте сечения рельефа $h = 0,25$ м.
3. Составление проекта вертикальной планировки участка под горизонтальную площадку.

Приступая к выполнению расчетно-графической работы, студент должен уяснить порядок работ при площадном нивелировании, обработке результатов измерений, построении топографического плана местности по отметкам точек и составлении проекта вертикальной планировки с картограммой земляных работ.

Результаты выполнения работы представляются в виде отчета, включающего краткую пояснительную записку, журнал измерений, таблицы с результатами расчетов и чертежи.

ЖУРНАЛ-СХЕМА

нивелирования участка по квадратам

Дата: 21.08.2012г.

Нивелир: 2Н-10КЛ №33654

Наблюдатель: Непутенкин В.Д.

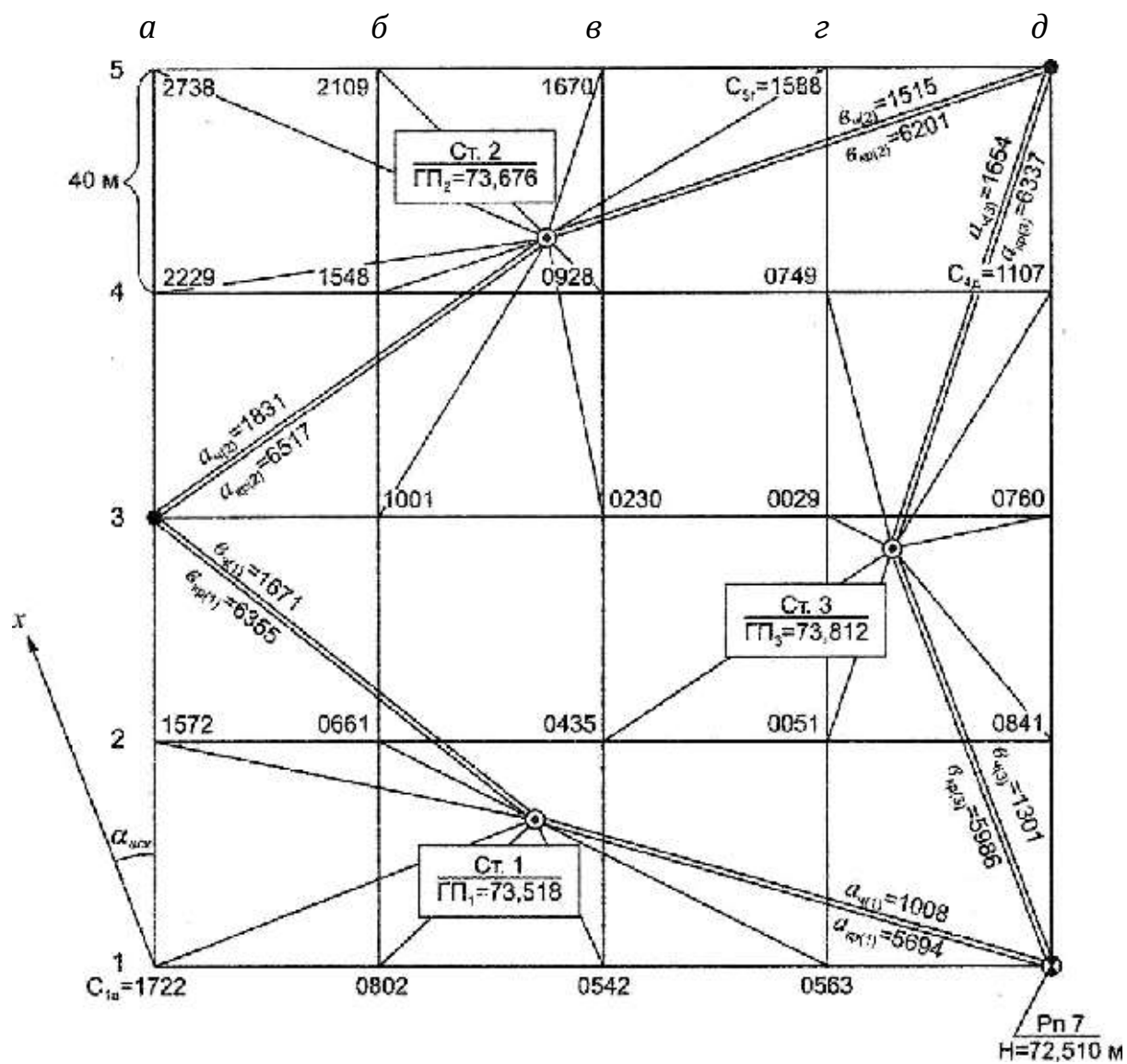


Рисунок 15. Журнал-схема нивелирования по квадратам

2 Обработка полевого журнала нивелирования

Обработка результатов полевых измерений включает в себя определение превышений между связующими точками, постраничный контроль вычислений, увязку превышений опорного хода, вычисление отметок связующих и промежуточных точек.

Перед началом вычислений в журнал-схему выписывают недостающие данные в соответствии с номером варианта задания: отметку *РП7*, отсчеты по рейкам на связующей *5д* (станции *2* и *3*) и промежуточных точках *1а*, *5г*, *4д*. Порядок обработки полевого журнала нивелирования рассмотрен на конкретном примере (см. рис. 15).

1. Выписывают отсчеты по рейкам на связующих точках в ведомость увязки превышений опорного хода *Рп7 — 3а — 5д — Рп7* (табл. 7). Вычисляют превышения между связующими точками по черным и красным сторонам реек и средние превышения. При этом расхождение значений превышений на станции, рассчитанных по черной и красной сторонам реек, не должно превышать 10 мм.

2. Выполняют постраничный контроль вычислений (см. табл. 7).

3. Вычисляют высотную невязку опорного хода по формуле

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} = +6\text{мм}$$

Сравнивают фактическую высотную невязку с допустимой, определяемой как

$$f_{h_{\text{доп}}} = 10\text{мм}\sqrt{n} \quad (31)$$

где n — число станций в ходе.

В приведенном примере $f_{h_{\text{доп}}} = 10\text{мм}\sqrt{3} = 17\text{ мм}$;

$$f_h \leq f_{h_{\text{доп}}} \quad (6\text{мм} < 17\text{мм})$$

4. Распределяют фактическую невязку поровну на превышения опорного хода с обратным знаком. Поправка в каждое превышение

$$\delta_h = -\frac{f_h}{n} \qquad \delta_h = -\frac{+6\text{мм}}{3} = -2\text{мм}$$

Контроль: $\sum \delta_h = -f_h$

5. Вычисляют исправленные (увязанные) превышения:

$$h_{\text{испр}i} = h_i + \delta_h$$

Контроль: $\sum h_{\text{испр}} = 0$

По исправленным превышениям вычисляют отметки связующих точек:

$$H_{3a} = H_{\text{Рп}7} + h_{1\text{испр}}; \quad H_{5d} = H_{3a} + h_{2\text{испр}}; \quad H_{\text{Рп}7} = H_{5d} + h_{3\text{испр}}.$$

Контролем правильности вычислений служит повторное получение известной отметки начальной точки хода ($H_{\text{Рп}7} = 72,510 \text{ м}$).

Таблица 7 - Ведомость увязки превышений опорного хода

№ станций	№ точек	Отсчеты по рейкам, мм		Превышения, мм			Горизонт прибора ГП, м	Отметки Н, м
		задней, а	передней, b	вычисленные, h	средние, h _{ср}	исправленные, h _{испр}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Рп 7	1008		-663	-2	-664	73,518	<u>72,510</u>
		5694					73,518	
		1671	-661	-662	73,517		71,846	
		6355						
2	3а	1831		+316	-2	+314	73,667	71,846
		6517					73,676	
		1515	+316	+316			73,675	72,160
		6201						
3	5д	1654		+353	-2	+350	73,814	72,160
		6337					73,512	
		1301	+351	+352			73,811	<u>72,510</u>
		5986						
$\sum a = 23041 \quad \sum b = 23029 \quad \sum h = +12 \quad \sum h_{\text{ср}} = +6 \quad \sum h_{\text{испр}} = 0$ $\frac{\sum a - \sum b}{2} = +6\text{мм} \qquad \frac{\sum h}{2} = +6\text{мм}$ $f_h = +6\text{мм} \qquad f_{h_{\text{доп}}} = 10\text{мм}\sqrt{3} = 17\text{мм} \qquad \delta_h = -\frac{f_h}{n} = -\frac{+6}{3} = -2\text{мм}$								

7. Вычисляют отметки промежуточных точек через горизонт прибора. На каждой станции горизонт прибора вычисляют дважды и из двух его значений принимают среднее. Например, для станции 1:

$$\Gamma\Pi'_1 = H_{\text{РП}7} + a_1; \quad \Gamma\Pi''_1 = H_{3a} + b_1; \quad \Gamma\Pi_1 = \frac{\Gamma\Pi'_1 + \Gamma\Pi''_1}{2}.$$

$$\Gamma\Pi'_1 = 72,510 + 1,008 = 73,518 \text{ м}; \quad \Gamma\Pi''_1 = 71,846 + 1,671 = 73,517 \text{ м};$$

$$\Gamma\Pi_1 = \frac{73,518 + 73,517}{2} = 73,518 \text{ м}$$

Вычисленные значения горизонтов прибора выписывают на схему для соответствующих станций (см. рис. 15).

Отметка промежуточной точки

$$H_{1a} = \Gamma\Pi_1 - c_{1a}$$

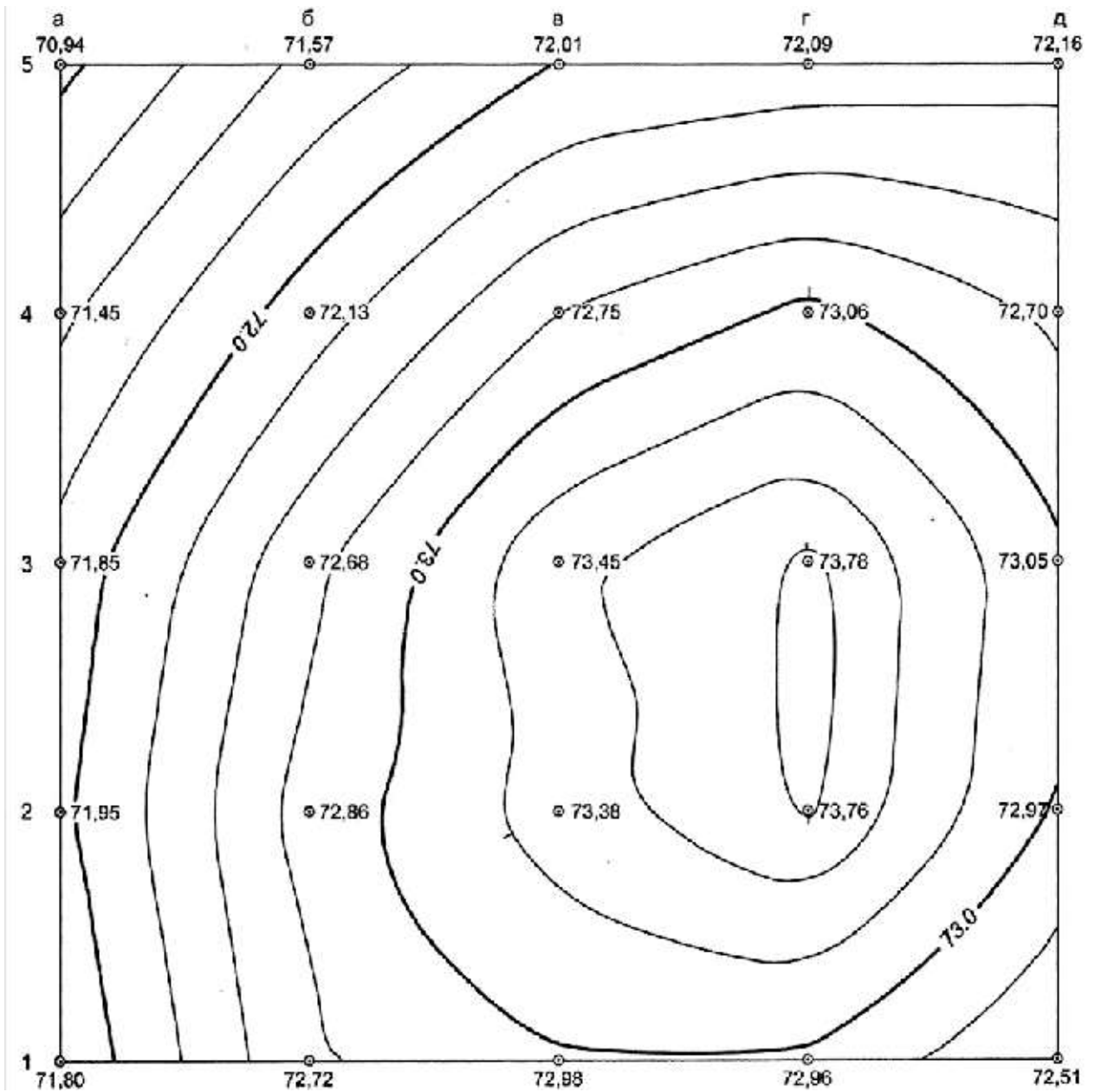
$$H_{1a} = 73,518 - 1,722 = 71,796 \text{ м}$$

Аналогично вычисляют отметки других промежуточных точек.

8. Вычерчивают сетку квадратов в масштабе 1:1000 и на ней выписывают у соответствующих вершин квадратов их отметки с округлением до 0,01 м (рис. 16).

Топографический план местности

Система высот условная



Масштаб 1:1 000
Высота сечения рельефа 0,25 м

Выполнил:

Проверил:

Рисунок 16. План нивелирования поверхности по квадратам

3 Построение топографического плана участка местности

Построение топографического плана участка заключается в изображении рельефа местности горизонталями с высотой сечения рельефа $h = 0,25$ м.

Для изображения рельефа выполняют *интерполирование горизонталей* по сторонам каждого квадрата и по одной из диагоналей, имеющей большую разность отметок между точками линии.

Интерполирование горизонталей состоит в нахождении на линии местоположения точек с отметками, кратными высоте сечения рельефа $h = 0,25$ м. Интерполирование может выполняться аналитическим или графическим способами.

Аналитическое интерполирование состоит в определении расстояний между точками с известными отметками и соответствующими горизонталями. Так, между точками с отметками 70,94 и 72,13 м (диагональ 5а — 4б) пройдут горизонтали с отметками 71,00 м, 71,25 м, 71,50 м, 71,75 м, и 72,00 м; расстояние между точками 5а — 4б на плане $d = 56,6$ мм (рис. 17).

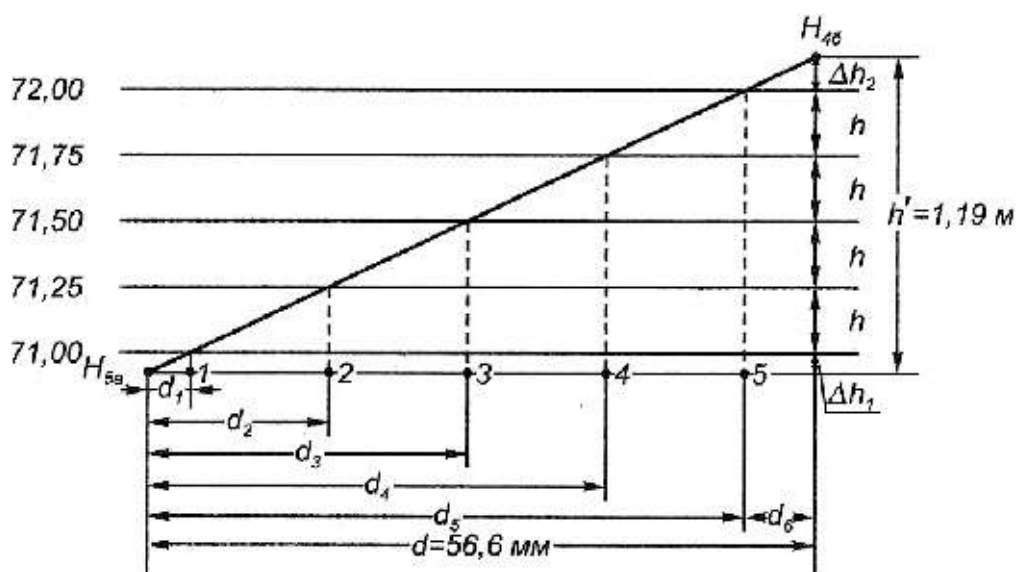


Рисунок 17. Аналитическое интерполирование горизонталей

Задача интерполирования сводится к нахождению планового положения точек 1, 2, 3, 4 и 5 на линии 5а — 4б, для чего необходимо вычислить расстояния d_1 , d_2 , d_3 , d_4 и d_5 . Поскольку эти расстояния пропорциональны соответствующим превышениям Δh_1 , Δh_1+h , Δh_1+2h , Δh_1+3h , Δh_1+4h , то получим:

$$d_1 = \frac{d}{h'} \Delta h_1 = \frac{56,6}{1,19} 0,06 = 2,9 \text{ мм};$$

$$d_2 = \frac{d}{h'} (\Delta h_1 + h) = \frac{56,6}{1,19} 0,31 = 14,7 \text{ мм};$$

$$d_3 = \frac{d}{h'} (\Delta h_1 + 2h) = \frac{56,6}{1,19} 0,56 = 26,6 \text{ мм};$$

$$d_4 = \frac{d}{h'} (\Delta h_1 + 3h) = \frac{56,6}{1,19} 0,81 = 38,5 \text{ мм};$$

$$d_5 = \frac{d}{h'} (\Delta h_1 + 4h) = \frac{56,6}{1,19} 1,06 = 50,4 \text{ мм};$$

$$\text{Контроль: } d_6 = \frac{d}{h'} \Delta h_2 = \frac{56,6}{1,19} 0,13 = 6,2 \text{ мм};$$

$d_5 + d_6 = d$, $50,4 + 6,2 = 56,6$ мм, т. е. условие выполнено.

Отложив на плане от точки 5а отрезки d_1 , d_2 , d_3 , d_4 и d_5 , получают точки, через которые должны проходить горизонтали с отметками 71,00 м, 71,25 м, ..., 72,00 м.

Графическое интерполирование может выполняться с помощью миллиметровки либо палетки. Палетка представляет собой лист кальки с рядом параллельных линий, проведенных через равные промежутки (например, через 5 мм); линии оцифровывают согласно высоте сечения рельефа и отметкам точек плана, между которыми производится интерполирование.

Сущность графического интерполирования горизонталей для выше рассмотренного примера ясна из рисунка 18.

На интерполируемой линии отмечают точки с отметками, кратными высоте сечения рельефа, т. е. $h = 0,25$ м. Аналогично производят интерполирование всех других линий. Затем точки на плане с одинаковыми отметками соединяют плавными кривыми линиями и получают изображение рельефа горизонталями.

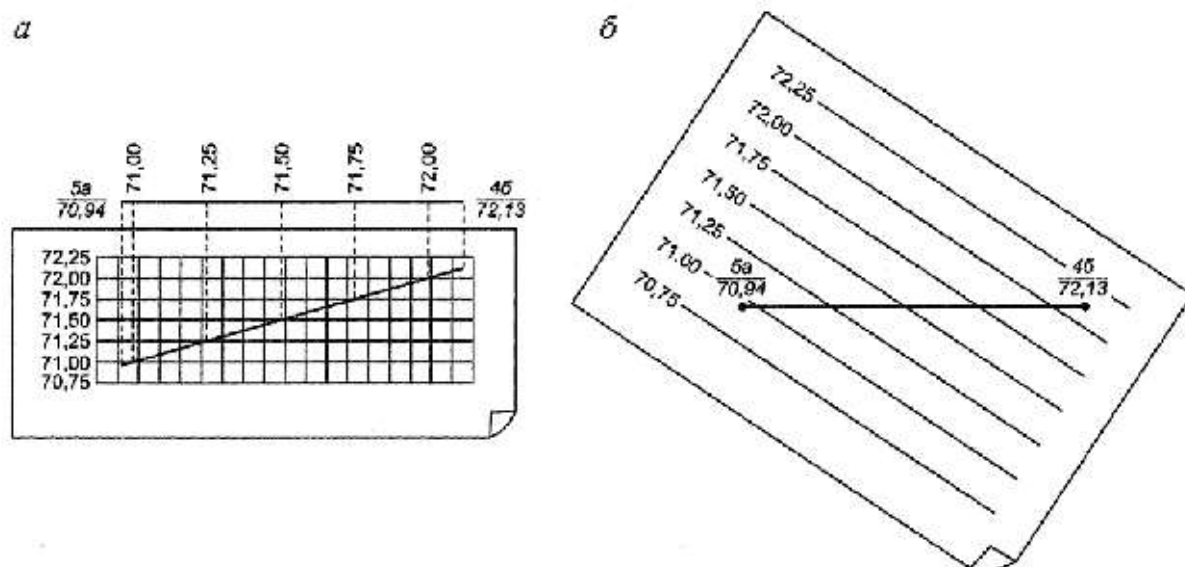


Рисунок 18. Графическое интерполирование горизонталей:
 а — с помощью миллиметровки; б — с помощью палетки

Горизонталы вычерчивают коричневой тушью (сиеной жженой). На закруглениях ставят бергштрихи. Горизонталы, кратные 1,0 м, проводят утолщенными и подписывают в разрыве их отметки основанием цифр в сторону падения ската.

4 Составление проекта вертикальной планировки участка

Вертикальной планировкой называется преобразование естественного рельефа на участке строительства в поверхность, удовлетворяющую техническим требованиям строящегося объекта.

Заданием предусмотрено составление проекта вертикальной планировки участка под горизонтальную площадку. Основой для составления проекта служит топографический план участка местности в масштабе 1:1000, полученный в результате нивелирования поверхности по квадратам (см. рис. 16).

Проектирование выполняют в следующей последовательности.

1. Вычисляют проектную отметку горизонтальной площадки при условии соблюдения нулевого баланса земляных работ, т. е. равенства

объемов по выемке и насыпке грунта. Для этого выполняют следующие действия.

Находят среднюю отметку для каждого квадрата из отметок его вершин

$$H_{cp} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4}{4}$$

В рассматриваемом примере средняя отметка 1-го квадрата определится как

$$H_{cp1} = \frac{70,94 + 71,57 + 72,13 + 71,45}{4} = 71,52$$

средняя отметка второго квадрата

$$H_{cp2} = \frac{71,57 + 72,01 + 72,75 + 72,13}{4} = 72,12$$

и так далее.

Все полученные отметки округлить до 0,01м.

Вычисляют проектную отметку планируемой горизонтальной площадки. Она равна среднему арифметическому значению средних отметок квадратов

$$H_{np} = \frac{\sum H_{cp}}{n}, \quad (32)$$

где n - количество квадратов.

В нашем примере проектная отметка равна

$$H_{np} = \frac{71,52 + 72,12 + 72,48 + 72,50 + 73,15 + 73,26 + 72,75 + 72,03 + 72,34 + 73,09 + 73,59 + 73,39 + 73,05 + 73,27 + 72,99 + 72,33}{16} = 72,74$$

На плане под каждой фактической отметкой красной тушью подписывают полученную проектную отметку.

2. По проектной отметке H_{np} и значениям фактических отметок вершин квадратов рассчитывают рабочие отметки:

$$h_1^{pab} = H_{np} - H_1;$$

$$h_2^{pab} = H_{np} - H_2;$$

.....

$$h_n^{\text{раб}} = H_{\text{пр}} - H_n$$

Рабочие отметки со знаком (—) означают высоту выемки (срезки) грунта, а со знаком (+) — насыпи грунта.

Результаты расчетов рабочих отметок вершин квадратов для рассматриваемого примера представлены в таблицу 8.

Таблица 8 – Расчет рабочих отметок точек

№ точек	$H_{\text{пр}}, \text{ м}$	$H, \text{ м}$	$h_{\text{раб}}, \text{ м}$	№ точек	$H_{\text{пр}}, \text{ м}$	$H, \text{ м}$	$h_{\text{раб}}, \text{ м}$	№ точек	$H_{\text{пр}}, \text{ м}$	$H, \text{ м}$	$h_{\text{раб}}, \text{ м}$	
1а	72,74	71,80	+0,94	3а	72,74	71,85	+0,89	5а	72,74	70,94	+1,80	
1б		72,72	+0,02	3б		72,68	+0,06	5б		71,57	+1,17	
1в		72,98	-0,24	3в		73,45	-0,71	5в		72,01	+0,73	
1г		72,96	-0,22	3г		73,78	-1,04	5г		72,09	+0,65	
1д		72,51	+0,23	3д		73,05	-0,31	5д		72,16	+0,58	
2а		71,95	+0,79	4а		71,45	+1,29	$h_{(+)}^{\text{раб}} = +9,80 \text{ м}$ $h_{(-)}^{\text{раб}} = -4,86 \text{ м}$ $h_{(\pm)}^{\text{раб}} = +4,94 \text{ м}$				
2б		72,86	-0,12	4б		72,13	+0,61					
2в		73,38	-0,64	4в		72,75	-0,01					
2г		73,76	-1,02	4г		73,06	-0,32					
2д		72,97	-0,23	4д		72,70	+0,04					

3. Составляют план квадратов в масштабе 1:1000 и у вершин квадратов выписывают черной тушью фактические отметки, красной тушью проектную отметку, синей - их рабочие отметки (см. рис. 19). Между вершинами квадратов с разнозначными рабочими отметками отыскивают положение точек нулевых работ. Для этого рассчитывают расстояния от вершин квадратов до точек нулевых работ по формулам:

$$l_1 = \frac{h_1^{\text{раб}}}{h_1^{\text{раб}} + h_2^{\text{раб}}} d; \quad l_2 = \frac{h_2^{\text{раб}}}{h_1^{\text{раб}} + h_2^{\text{раб}}} d \quad (33)$$

где $h_1^{\text{раб}}, h_2^{\text{раб}}$ — абсолютные значения рабочих отметок точек по стороне квадрата; d — сторона квадрата ($d = 40 \text{ м}$).

Контроль: $l_1 + l_2 = d$

Результаты расчетов приведены в таблице 9.

70,94 72,74 +1,80	71,57 72,74 +1,17	72,11 72,74 +0,73	72,19 72,74 +0,65	72,16 72,74 +0,58
71,52	72,12	72,48	72,51	
71,46 72,74 +1,29	72,13 72,74 +0,61	72,76 72,74 -0,01	73,06 72,74 -0,32	72,70 72,74 +0,04
72,03	72,15	73,26	73,15	
71,85 72,74 +0,89	72,63 72,74 -0,06	73,45 72,74 -0,71	73,78 72,74 -1,04	73,06 72,74 -0,31
72,34	73,19	73,59	73,39	
71,95 72,74 +0,79	72,06 72,74 0,12	73,00 72,74 0,64	73,76 72,74 1,02	72,17 72,74 -0,23
72,33	72,93	73,27	73,15	
71,80 72,74 +0,94	72,72 72,74 +0,02	72,98 72,74 -0,24	72,36 72,74 -0,22	72,51 72,74 +0,23

Рисунок 19. План вертикальной планировки

Таблица 9 – Расчет расстояний до точек нулевых работ

Сторона квадрата	Рабочие отметки, м		Расстояния до вершин квадрата, м	
	$h_1^{\text{раб}}$	$h_2^{\text{раб}}$	l_1	l_2
1	2	3	4	5
1г-1д	-0,22	+0,23	19,6	20,4
1б-1в	+0,02	-0,24	3,1	36,9
2а-2б	+0,79	-0,12	34,7	5,3
3б-3в	+0,06	-0,71	3,1	36,9
4б-4в	+0,61	-0,01	39,4	0,6
4г-4д	-0,32	+0,04	35,6	4,4
1б-2б	+0,02	-0,12	5,7	34,3
2б-3б	-0,12	+0,06	26,7	13,3
4в-5в	-0,01	+0,73	0,5	39,5

Продолжение табл. 9

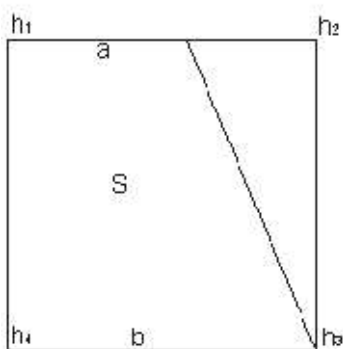
1	2	3	4	5
4г-5г	-0,32	+0,65	13,2	26,8
1д-2д	+0,23	-0,23	20,0	20,0
3д-4д	-0,31	+0,04	35,4	4,6

4. Строят на плане линию нулевых работ, используя данные табл. 9. Для этого, отложив на стороне квадрата (например, на стороне 16 — 26) от точки 16 расстояние = 5,7 м, получают точку нулевых работ; контроль правильности ее нанесения выполняют отложением отрезка $l_2 = 34,3$ м от точки 26 в обратном направлении. Аналогичным образом отмечают положение точек нулевых работ по другим сторонам квадратов. Соединив эти точки прямыми линиями синей тушью, получают *линию нулевых работ* (см. рис. 24), которая делит площадь на участки, требующие выемки (—) и насыпи (+) грунта.

5. Определяют объемы земляных работ отдельно по выемке и насыпи грунта способом среднего арифметического. При этом объем грунта по каждой фигуре (квадрату, трапеции, треугольнику) определяют как произведение средней рабочей отметки на площадь фигуры (табл. 10).

В зависимости от полученной фигуры применяют следующие формулы:

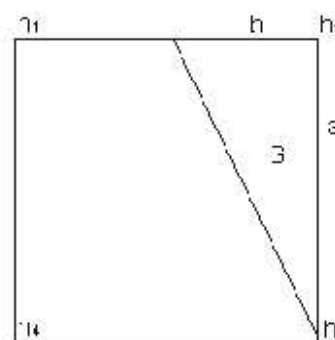
Рисунок 20. Объем трапеции



$$S = \frac{a+b}{2} h$$

$$V = S \times \frac{h_1+h_4}{4}$$

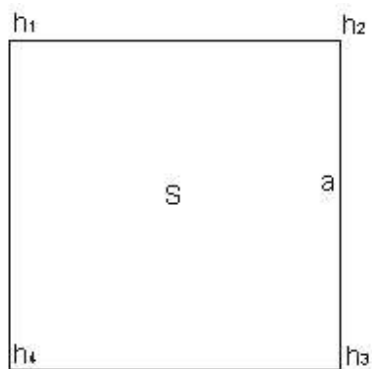
Рисунок 21. Объем треугольника



$$S = \frac{a \times b}{2}$$

$$V = S \times \frac{h_2}{3}$$

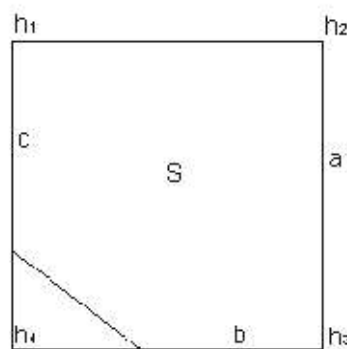
Рисунок 22. Объем квадрата



$$S = a^2$$

$$V = S \times \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}$$

Рисунок 23. Объем многоугольника



$$S = a^2 - \frac{b \times c}{2}$$

$$V = S \times \frac{h_1 + h_2 + h_3}{5}$$

В приведенных формулах:

a, b, c – стороны фигуры;

S - площадь фигуры;

V - объем фигуры;

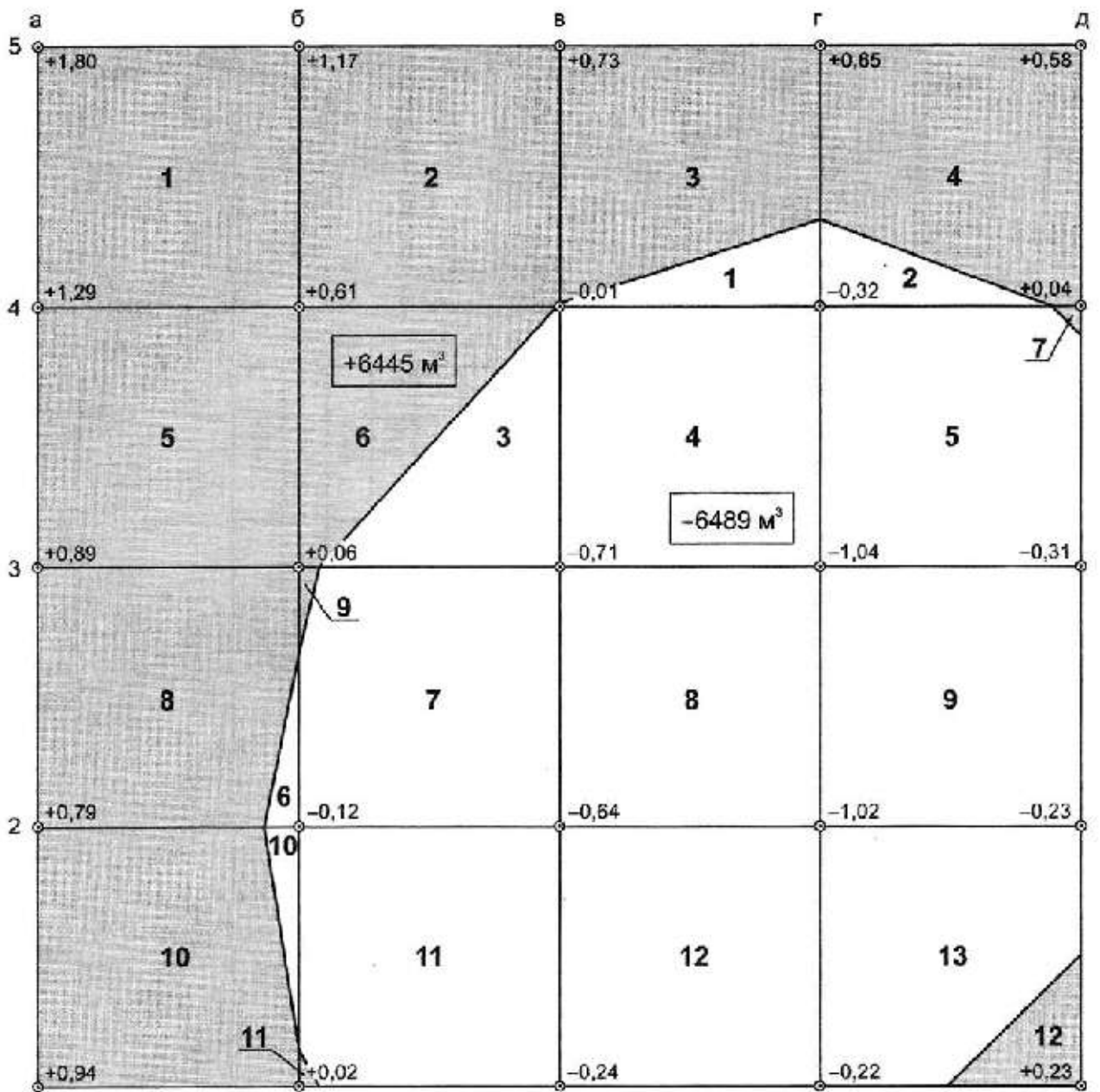
h_1, h_2, h_3, h_4 - рабочие отметки вершин фигур.

Значения объемов грунта по насыпи и выемке выписывают на картограмме земляных работ (см. рис. 24). Для наглядности площадь выемки окрашивают желтым цветом, насыпи — красным цветом.

6. Сводят баланс земляных работ, т. е. определяют избыток или недостаток грунта при вертикальной планировке площадки. Разность объемов грунта по насыпи и выемке не должна превышать 2 % от общего объема земляных работ (см. табл. 10).

Таблица 10 – Расчет объемов земляных работ

Насыпь (+)				Выемка (-)				Контроль
№ фигур	$h_{\text{ср}}^{\text{раб}}, \text{ м}$	Площадь $S_{\text{н}}, \text{ м}^2$	Объем $V_{\text{н}}, \text{ м}^3$	№ фигур	$h_{\text{ср}}^{\text{раб}}, \text{ м}$	Площадь $S_{\text{в}}, \text{ м}^2$	Объем $V_{\text{в}}, \text{ м}^3$	
1	1,22	1600	1948	1	0,11	274	30	$S_{\text{н}} + S_{\text{в}} = S_{\text{уч}};$ $S_{\text{уч}} = 11608 + 13992 = 25600 \text{ м}^2;$ $\Delta V = \sum V_{\text{н}} - \sum V_{\text{в}};$ $\Delta V = 6445 - 6489 = -44 \text{ м}^3;$ $\Delta V \leq \Delta V_{\text{доп}};$ $\Delta V_{\text{доп}} = 2\%(\sum V_{\text{н}} + \sum V_{\text{в}});$ $\Delta V_{\text{доп}} = 259 \text{ м}^3;$ $44 \text{ м}^3 < 259 \text{ м}^3,$ <p>Т.е. условие выполнено</p>
2	0,62	1600	992	2	0,11	225	25	
3	0,34	1325	450	3	0,24	750	180	
4	0,32	1375	440	4	0,52	1600	832	
5	0,71	1600	1136	5	0,42	1590	668	
6	0,16	850	136	6	0,04	106	4	
7	0,01	10	0,1	7	0,37	1579	584	
8	0,44	1494	658	8	0,85	1600	1360	
9	0,02	21	0,4	9	0,656	1600	1040	
10	0,44	1519	668	10	0,04	81	4	
11	0,01	9	0,1	11	0,25	1591	398	
12	0,08	204	16	12	0,53	1600	848	
				13	0,37	1396	516	
Σ		11 608	6445	Σ		13 992	6 489	



Масштаб 1:1 000

Рисунок 24. Проект вертикальной планировки участка под горизонтальную площадку

2 Самостоятельная работа студентов по усвоению учебной информации получаемой на аудиторных занятиях и при подготовке к итоговому контролю

2.1 Общие рекомендации по организации самостоятельной работы и самоконтролю качества усвоения учебного материала

Для более глубокого и надежного усвоения учебной информации, целесообразно в процессе изучения учебного материала включать три вида памяти: зрительную слуховую и моторную. В процессе аудиторных занятий это реализуется путём внимательного восприятия речи преподавателя, фиксирования в конспекте излагаемых на доске схем, формул, цифровых данных. В ходе самостоятельной работы зрительная память реализуется при изучении материала по книгам и конспектам. Для реализации моторной памяти рекомендуется воспользоваться освоенным материалом на чистом листе бумаги, без обращения к книге. Для реализации слуховой памяти рекомендуется работать вдвоём, поочерёдно озвучивая проработанный материал друг другу.

Рекомендуются использовать выработанные в геодезической практике принципы: «От общего к частному», и «Контроль на всех стадиях». Например: при изучении геодезических координат, необходимо сначала глубоко усвоить метод ортогонального проектирования и связанных с ним понятий об уровне поверхности и направления силы тяжести.

Выполнив вычисления определённых величин, необходимо используя геометрические зависимости, проверить достоверность полученного результата вычислений и только после этого перейти к следующему этапу вычислений. При отсутствии геометрических зависимостей - вычисления проверяются «в две руки».

Учитывая установленный наукой механизм работы мозга однажды усвоенную информацию необходимо периодически обновлять.

2.2 Перечень вопросов по темам дисциплин «Геодезия», «Инженерная геодезия» для самоконтроля качества усвоения информации

Эффективным способом закрепления в памяти такой информации является формирование самостоятельных ответов на следующие вопросы по каждой теме дисциплин «Геодезия, Инженерная геодезия».

Информация в дисциплинах «Геодезия, Инженерная геодезия» насыщена большим числом специфических терминов, имеющих в работе большое практическое значение, что требует осмысленного их понимания. Некоторые термины и буквенные обозначения имеют разное смысловое содержание. Например: «горизонтальная проекция наклонного отрезка местности» имеет термин: «горизонтальное проложение», «заложение».

Под термином «заложение», в свою очередь, понимается также расстояние между горизонталями в плане. Буква α применяется для обозначения дирекционного угла, полярного угла и других углов при решении геодезических задач. Это обстоятельство не допускает зазубривания терминов и буквенных обозначений, требует осмысленного конкретного их понимания. Поэтому самостоятельная работа студента должна сопровождаться расшифровкой каждого термина, который не усвоен в ходе аудиторных занятий, с помощью энциклопедических справочников или выясняться на первой же консультации у преподавателя.

ТЕМА 1. Сведения о форме и размерах Земли. Изображение поверхности Земли на планах и картах

При изучении этого раздела следует обратить внимание на понятия: уровенная поверхность, геоид, эллипсоид вращения, азимуты, дирекционные углы и румбы. Разобрать вывод формул связи между дирекционными углами

и румбами. Ознакомьтесь с абсолютными, относительными и условными высотами точек земной поверхности, с Балтийской системой высот.

Вопросы для самопроверки

1. Что понимают под общей фигурой Земли и какую форму и размеры она имеет?
2. Что называют уровенной поверхностью?
3. Абсолютная и относительная отметка точки.
4. Что такое географические координаты точки – широта и долгота?
5. В чем сущность местной и зональной систем прямоугольных координат, применяемых в геодезии?
6. Чем различаются азимуты (истинные и магнитные) и дирекционные углы?
7. Зависимость между дирекционными углами и румбами, между прямыми и обратными дирекционными углами.

ТЕМА 2. Топографические карты и планы. Вычисление площадей

Необходимо уяснить понятие точности масштаба, усвоить, в чем заключаются принципиальные различия между планом и картой.

Особое внимание необходимо обратить на способ изображения рельефа горизонталями, на решение задач по топографической карте, плану с горизонталями, на определение уклонов.

Изучая условные знаки, следует ознакомиться с масштабными, внемасштабными и пояснительными условными знаками.

Необходимо знать обозначения основных видов сельскохозяйственных угодий и почвенно-растительного покрова, основных элементов гидрографии, населенных пунктов и т.д.

Рассматривая различные способы вычисления площадей на плане, необходимо разобрать их сущность, случаи применения и точность. Рекомендуется усвоить устройство полярного планиметра и методику измерения им площадей.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое масштаб? Виды масштабов, точность масштабов.
2. В чем заключаются основные различия между картой и планом?
3. Какими условными знаками обозначаются границы угодий, пашня, луг, лес, кустарник, болото, озеро, река, пути сообщения, населенные пункты?
4. Что такое горизонталь, высота сечения рельефа, заложение?
5. Как изображаются горизонталями основные формы рельефа: гора, котловина, хребет, лощина и седловина?
6. По какой формуле определяют уклон линии?
7. Что такое водосборная площадь и как определить ее границу по карте с горизонталями?
8. Как и для чего строят графики заложений на топографических планах и картах?
9. Перечислите способы определения площадей по картам и планам, в чем их сущность? Какова точность каждого способа?
10. Устройство полярного планиметра? Как определить площадь участка по карте планиметром?

ТЕМА 3. Понятие о геодезических сетях и организации геодезических работ

Изучая плановую опорную сеть, необходимо понять, в чем сущность триангуляции, трилатерации, полигонометрии и в чем отличие отдельных классов. Необходимо уметь решать прямую и обратную геодезические задачи.

При изучении высотной геодезической сети необходимо понять метод геометрического и тригонометрического нивелирования.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое геодезическая опорная сеть, каково ее назначение, виды и классификация?

2. Какие измерения производят в триангуляции, трилатерации и полигонометрии?
3. Какие классы нивелирования входят в государственную высотную сеть?
4. Что такое реперы и марки? Опишите их устройство.
5. Вывести формулы для решения прямой геодезической задачи?
6. Вывести формулы для решения обратной геодезической задачи?

ТЕМА 4. Оценка точности результатов геодезических измерений

При любых измерениях возникают ошибки. Для того, чтобы уметь учитывать ошибки и сводить к возможному минимуму их влияние на результаты измерений, необходимо в первую очередь изучить причины, виды и свойства возникающих ошибок. Затем перейти к способам определения наиболее надежных значений измеренных величин и критериям оценки точности полученных измерений. Уяснить, почему для оценки точности применяется средняя квадратическая ошибка, ее достоинства и свойства. Как вычисляется средняя квадратическая ошибка отдельного результата по истинным и вероятнейшим ошибкам, разности двойных измерений и по невязкам?

Необходимо обратить внимание на формулы определения арифметической середины, средней квадратической ошибки отдельного измерения и предельной ошибки измерения.

Следует разобрать, какие измерения считают равноточными и неравноточными, что выражает вес отдельного измерения, какая зависимость между весом и средней квадратической ошибкой.

При изучении неравноточных измерений нужно обратить внимание на формулу определения арифметической середины этих измерений и среднюю квадратическую ошибку единицы веса.

Рекомендуется ознакомиться с правилами приближенных вычислений.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое непосредственные и косвенные измерения?
2. Что такое измерения?
3. Назовите причины возникновения ошибок измерений. Какие ошибки называют грубыми, систематическими и случайными?
4. Каково влияние грубых, систематических и случайных погрешностей? Свойства этих ошибок.
5. Какие измерения называют равноточными, неравноточными?
6. По каким формулам определяют среднюю квадратическую ошибку одного измерения по истинным и вероятнейшим ошибкам?
7. По какой формуле при неравноточных измерениях вычисляют среднюю квадратическую ошибку единицы веса?
8. Как устанавливают предельные невязки в результате измерений?

ТЕМА 5. Определение длин линий

Ознакомившись с содержанием работ по подготовке к измерению длин линий местности, нужно рассмотреть мерные приборы для непосредственного измерения линий: ленты, рулетки и пр. Усвоить, от чего зависит точность измерения линий. Необходимо усвоить формулы определения поправки за наклон линий.

Следует ознакомиться с общими принципами измерения расстояний свето- и радиодальномерами.

Вопросы для самопроверки

1. Как производят вешение линий в разных случаях (на ровной местности, через овраг, через бугор)?
2. Для чего производят компарирование лент? Как определить длину линий при измерении неверной лентой?
3. Что такое горизонтальное проложение линии и как оно вычисляется?
4. Что такое коэффициент нитяного оптического дальномера и как определить его в полевых условиях?

5. Как измерить расстояние при помощи нитяного дальномера?
6. С какой точностью определяют расстояния нитяным дальномером?

ТЕМА 6. Измерение углов

Для измерения горизонтальных углов используют прибор, называемый теодолитом. Пользуясь прибором и описанием его в учебнике, необходимо изучить основные части теодолита (горизонтальный круг, зрительную трубу, уровень, вертикальный круг) и их назначение. Следует разобрать отсчетные приспособления в теодолитах.

Необходимо усвоить основные поверки и юстировки уровня, визирной оси трубы и вертикального круга, способы измерения горизонтальных и вертикальных углов и порядок записей в журнале.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные части теодолита.
2. Что такое ось уровня? Как должен быть установлен уровень на теодолите и как произвести поверку уровня?
3. Методика измерения горизонтальных углов. Полевой контроль при измерении горизонтальных углов.
4. Методика измерения вертикальных углов. Полевой контроль.

ТЕМА 7. Нивелирование

Нивелирование – это вид геодезических измерений, в результате которых определяют превышение одной точки над другой и вычисление в дальнейшем высот этих точек.

Изучая эту тему, надо уяснить виды нивелирования и их сущность (геометрическое, тригонометрическое, барометрическое, гидростатическое, автоматическое и пр.), как определяют превышения в каждом из перечисленных видов нивелирования, учет кривизны Земли и рефракции.

Необходимо обратить внимание на следующие вопросы: инструменты, применяемые при нивелировании III и IV классов, привязка к реперам и

маркам, передача отметок через водное пространство, обработка результатов нивелирования.

Наиболее важным вопросом темы является техническое нивелирование.

Нивелирование трасс линейных сооружений. Разбивка пикетажа, поперечников, главных точек кривой, заполнение пикетажной книжки. Нивелирование связующих точек, контроль нивелирования на станции, привязка к реперам и маркам, ведение журнала нивелирования и вычисление отметок точек, составление профилей.

Нивелирование поверхности по квадратам, по магистралям.

Вопросы для самопроверки

1. Сущность различных методов нивелирования.
2. В чем заключаются способы геометрического нивелирования способом «из середины» и «вперед»? Каковы преимущества способа «из середины»?
3. Вывести формулу определения превышения при тригонометрическом нивелировании, если известно горизонтальное проложение, высота наведения на рейку не равнялась высоте прибора.
4. Вывести формулу определения превышения при тригонометрическом нивелировании, если высота наведения на рейку равнялась высоте прибора, а расстояние измерялось нитяным дальномером.
5. Какие существуют классы нивелирования, какова их точность?
6. Привязка нивелирных ходов к реперам и маркам.
7. Какие приборы применяются при техническом нивелировании, нивелировании III и IV классов?
8. Как производят передачу отметок через водные объекты?
9. Каким образом при продольном нивелировании трассы разбивают пикетаж, что такое пикетажная книжка?
10. Что такое пикетные, плюсовые, иксовые точки, каким образом они нивелируются?
11. Как вычисляют высоту промежуточных и плюсовых точек?

12. Формулы определения невязки в превышениях разомкнутого и замкнутого нивелирных ходов, проверка ее на допустимость, распределение невязки.

13. Как и для чего вычисляют горизонт инструмента?

14. Как строят продольный профиль и поперечники?

15. Что такое «тангенс», «кривая», «домер» и «биссектриса» кривых?

16. Как вычисляют положение основных точек кривой?

17. Как нивелируют поверхность по квадратам? Как уравнивают превышения и вычисляют отметки?

18. Как строят план с горизонталями по результатам нивелирования по квадратам?

ТЕМА 8. Построение сетей планового геодезического обоснования

Необходимо иметь четкое представление о назначении и видах плановых сетей сгущения, иметь понятие о полигонометрии 4 класса и сетях сгущения 1 и 2 разрядов.

Необходимо изучить назначение и виды сетей планового съемочного обоснования (теодолитные ходы, засечки и т.д.).

Следует уяснить назначение планового обоснования и общий порядок проведения полевых и камеральных работ: рекогносцировка и разбивка на местности пунктов планового обоснования, привязка их к опорной сети, измерение углов и длин линий, обработка результатов измерений, нанесение пунктов обоснования на планы.

Особое внимание обратить на порядок прокладки теодолитных ходов для съемки водотоков и водоемов, а также для съемки отдельных участков местности. Закончив рассмотрение порядка проведения полевых и камеральных работ при горизонтальной съемке, приступают к изучению техники выполнения этих работ. Здесь необходимо тщательно разобрать: последовательность выполнения геодезических засечек, ведения журналов измерения углов, расстояний и абрисов.

Изучая камеральные работы при теодолитной съемке, надо обратить внимание на следующие вопросы: вычисление углов и длин горизонтальных проложений линий в журналах, угловые невязки, вычисление дирекционных углов, вычисление и увязка приращений координат, вычисление координат, построение координатной сетки и нанесение на план точек.

Вопросы для самопроверки

1. Назначение и виды планового съемочного обоснования.
2. Какие полевые работы производят при создании съемочного обоснования в виде теодолитных ходов?
3. Как осуществляют привязку съемочных сетей к пунктам геодезического обоснования?
4. Какие полевые работы производят при создании съемочного обоснования методом проложения теодолитных ходов?
5. Как определяют угловую невязку в замкнутом и разомкнутом теодолитном ходе? Как проверяют ее допустимость и распределяют по углам?
6. Формула вычисления дирекционных углов сторон теодолитного хода.
7. Формулы вычисления приращений координат.
8. Вычисление невязок приращений координат в замкнутом и разомкнутом теодолитных ходах, проверка их на допустимость, распределение поправок.
9. Как вычисляют координаты точек? В чем заключается контроль вычислений?
10. В чем заключается порядок составления плана по координатам и контроль накладки?

ТЕМА 9. Топографические съемки

Необходимо изучить виды съемок, ознакомиться со способами съемки ситуации – обхода, полярный, перпендикуляров, линейных и угловых засечек.

При изучении тахеометрической съемки необходимо, в первую очередь, уяснить сущность и условия ее применения; разобрать формулы для определения превышения и горизонтального проложения линий, уяснить, как влияет кривизна Земли и рефракция на определяемые превышения. Необходимо изучить применяемые приборы, их поверки, технологию работы с ними.

Затем ознакомиться с порядком прокладки тахеометрических ходов, со съемкой ситуации и рельефа, с ведением и обработкой тахеометрического журнала и составлением плана.

Изучая мензурную съемку, надо ознакомиться со следующими вопросами: сущность съемки, устройство применяемых инструментов, их поверку и порядок проведения съемки. Уяснить, при каких условиях местности превышения определяют горизонтальным лучом кипрегеля или нивелиром.

Фототопографическая съемка в настоящее время играет ведущую роль при создании карт на большие территории, проведения различных видов инженерных изысканий и т.д. Необходимо рассмотреть фототеодолитную, аэрофототопографическую съемки, комбинированные и стереотопографические методы аэрофототопографической съемки. Необходимо обратить внимание на следующие вопросы: составление накидного монтажа и фотосхемы, трансформирования аэроснимков, фотопланы, монтаж фотопланов, фототриангуляция, привязка аэроснимков, дешифрирование аэроснимков, изготовление контурных планов.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются способы съемки: обхода, перпендикуляров, полярный, засечек?
2. Сущность и организация работ при тахеометрической съемке.
3. Какие виды съемочного обоснования применяют при тахеометрической съемке?
4. Как снимают ситуацию и рельеф при тахеометрической съемке? Что

такое кроки?

5. Какими формулами и таблицами пользуются при определении превышений в тахеометрической съемке?

6. Какие приборы применяют при тахеометрической съемке?

7. В чем заключается сущность мензульной съемки?

8. Как производят поверки мензулы и кипрегеля?

9. Какими способами создается опорная сеть при мензульной съемке?

10. Как приводят в рабочее положение мензулы на станции и как производят съемку ситуации?

11. В чем различие между планом и аэроснимком?

12. Какими свойствами обладает аэроснимок?

13. Для чего производят привязку аэроснимков к геодезической опорной сети?

14. Что такое дешифрирование аэроснимков и как его производят?

15. Как определяют масштаб аэроснимка?

ТЕМА 10. Инженерно-геодезические работы

В этой теме изучаются геодезические работы, применяемые при изысканиях, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений и систем. Обратите внимание на проектирование горизонтальных и вертикальных площадок и способы вычисления объемов земляных работ.

Особое внимание обратить на подготовку геодезических исходных данных для переноса проекта в натуру и составление разбивочного чертежа.

Обратить особое внимание на привязку трассы к пунктам геодезической основы, на проектирование по профилю.

Уяснить необходимость исполнительной съемки в процессе строительства инженерных сооружений.

Обратить особое внимание на различные способы геодезических наблюдений за деформациями инженерных сооружений и их точность.

Вопросы для самопроверки

1. Сущность перенесения проекта в натуру.
2. Какие геодезические сети используют в разбивочных работах?
3. Как определить графически координаты проектных точек?
4. Как построить в натуре горизонтальный угол с большей точностью, чем точность теодолита?
5. Перенесение в натуру линий с заданным уклоном.
6. Как передать проектную отметку на дно котлована и высокую точку сооружения?
7. Разбивочные работы при вертикальной планировке.
8. Способы подсчета объемов земляных работ.
9. Сущность и построение строительной сетки.
10. Значение и сущность исполнительной съемки.
11. Для чего необходимо наблюдать за деформацией инженерных систем?
12. Перечислите способы наблюдения за деформацией.

2.3 Самостоятельная работа студентов при подготовке к итоговому контролю

Общие рекомендации по самостоятельной работе при подготовке к итоговому контролю

Самостоятельную подготовку к итоговому контролю по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия» удобно выполнять по тестам, составленным по отдельным темам.

Рекомендуется, перед выбором правильного ответа из альтернативных – восстановить в памяти изученную ранее информацию, касающуюся поставленного вопроса. Целесообразно восстановление информации осуществлять вдвоем, обмениваясь знаниями.

Назначив правильный ответ – следует обратиться к таблице

правильных ответов и если ответ на данный вопрос назначен неправильно, то следует проработать информацию, касающуюся данного вопроса по книге или конспекту и только после того переходить к следующим вопросам теста. Полезно при подготовке к экзамену по тестам проводить самооценку качества усвоения материала по пятибалльной системе, по известному критерию: при правильном ответе на семь вопросов из десяти, знания по этой теме теста оцениваются на «удовлетворительно», при восьми вопросах – «хорошо», при правильных ответах на девять, одиннадцать вопросов – «отлично».

Вариант №1

Таблица 11 - Тест №1 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема «Фигура и размеры Земли. Системы координат в геодезии. Ориентирование линий»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Характеристикой размера земного эллипсоида не является	а) полярное сжатие б) коэффициент пропорциональности в) малая полуось г) большая полуось
2	Широта на экваторе равна	а) 180° б) 45 в) 0° г) 90°
3	Широта на полюсе равна	а) 360° б) 30° в) 90° г) 180°
4	Точка с координатами X=6 065 251м, Y=4 425 126м расположена от осевого меридиана	а) западнее б) севернее в) южнее г) восточнее

Продолжение таблицы 11

1	2	3
5	Прямоугольные координаты точки X=6 065 251м, Y=5 314 115м соответствуют зоне	a) 51 b) 0 c) 1 d) 5
6	Дирекционный угол линии АВ равен $28^{\circ}10'$, дирекционный угол линии ВА равен	a) $188^{\circ}10'$ b) $118^{\circ}10'$ c) $298^{\circ}10'$ d) $208^{\circ}10'$
7	Дирекционный угол равен $285^{\circ}45'$, румб этой линии равен	a) СВ: $85^{\circ}45'$ b) ЮВ: $105^{\circ}45'$ c) ЮЗ: $285^{\circ}45'$ d) СЗ: $74^{\circ}15'$
8	Название румба СЗ, дирекционный угол находят по формуле	a) $\alpha = 360^{\circ} - r$ b) $\alpha = r$ c) $\alpha = 180^{\circ} + r$ d) $\alpha = 180^{\circ} - r$
9	Если дирекционный угол линии $\alpha = 25^{\circ}10'$, то румб этой линии носит название	a) ЮЗ b) СВ c) СЗ d) ЮВ
10	Азимут магнитный – это:	a) угол, отсчитываемый от южного направления магнитного меридиана по ходу часовой стрелки до заданного направления b) угол, отсчитываемый от северного направления магнитного меридиана против хода часовой стрелки до заданного направления c) угол, отсчитываемый от северного направления магнитного меридиана по ходу часовой стрелки до данного направления d) угол, отсчитываемый от южного направления магнитного меридиана
11	Подпись 6067 на горизонтальной линии километровой сетки означает что	a) номер зоны – 6, а расстояние от осевого меридиана 67 км b) широта этой линии равна $60^{\circ}06' 07''$ c) номер зоны – 60, а расстояние от осевого меридиана 67 км d) эта линия находится к северу от экватора на расстоянии 6067 км

Таблица 12 - Тест №2 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема «Топографические планы и карты. Определение площадей»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Уменьшенное изображение на плоскости значительного участка земной поверхности, полученное с учетом кривизны Земли называют:	а) планом б) картой в) чертежом г) профилем
2	Планы и карты с изображением на них контуров и рельефа называются:	а) плановыми б) профильными в) топографическими г) масштабными
3	Способ перенесения сети меридианов и параллелей со сферической поверхности на плоскость называется:	а) тригонометрическим проецированием б) картографическим проецированием в) геометрическим проецированием г) полярным проецированием
4	Деление топографических карт на листы называют:	а) разграфкой б) номенклатурой в) листами г) планом
5	Рельефом земной поверхности называется:	а) совокупность неровностей физической поверхности Земли б) перегиб хребта между двумя вершинами в) возвышенность в виде купола или конуса г) чашеобразная вогнутая часть земной поверхности
6	Котловина это:	а) совокупность неровностей физической поверхности Земли б) возвышенность в виде купола или конуса в) чашеобразная вогнутая часть земной поверхности г) возвышенность, вытянутая в одном направлении
7	Седловина это:	а) совокупность неровностей физической поверхности Земли б) чашеобразная вогнутая часть земной поверхности в) перегиб хребта между двумя вершинами г) возвышенность в виде купола или конуса

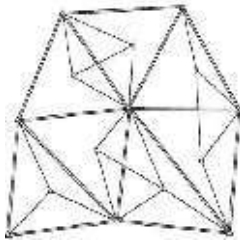
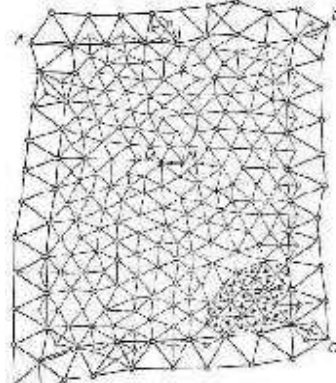
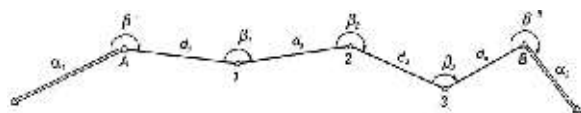
Продолжение таблицы 12

1	2	3
8	Линию на карте, соединяющую точки с равными высотами называют:	а) рисунками б) горизонталями в) подписями высот г) условными знаками
9	Расстояние между соседними горизонталями на карте или плане называют:	а) горизонталями б) заложением в) высотой сечения г) масштабом
10	Хранение информации о топографии местности на компьютере называют:	а) топографической картой б) цифровой моделью местности в) рельефом местности г) условными знаками ЭВМ
11	Площадь участка определена по координатам вершин многоугольника, данный способ называют:	а) аналитический б) арифметический в) графический г) механический

Таблица 13 - Тест №3 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема «Понятие о геодезических сетях»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Полигонометрия представляет собой метод построения геодезических сетей	а) в виде треугольников, в которых измерены все стороны б) в виде треугольников, в которых измерены их углы и некоторые из сторон в) путем измерения магнитных азимутов каждой стороны г) путем измерения расстояний и углов между пунктами хода
2	Пункт геодезический – это:	а) закрепленная на местности точка геодезической сети б) место выдачи геодезических приборов в) точка, над которой устанавливают нивелир при выполнении нивелирования первого класса г) цель, на которую наводят сетку нитей при измерении углов

Продолжение таблицы 13

1	2	3
3	<p>Схема развития сетей трилатерации</p>	<p>a)</p>  <p>b)</p>  <p>c)</p> 
4	<p>В прямой геодезической задаче величину ΔX определяют по формуле</p>	<p>a) $\Delta X = d \cdot \cos\alpha$ b) $\Delta X = d \cdot \sin\alpha$ c) $\Delta X = d \cdot \operatorname{tg}\alpha$ d) $\Delta X = d / \cos\alpha$</p>
5	<p>Геодезическая сеть – это</p>	<p>a) система неровностей земной поверхности естественного происхождения b) система закрепленных на земной поверхности геометрически связанных между собой точек, положение которых определено в принятой системе координат и высот c) система контуров и неподвижных местных предметов d) система обозначений и разграфки карт</p>
6	<p>Различают следующие геодезические сети</p>	<p>a) плановые b) высотные c) пространственные d) плановые, высотные, пространственные</p>
7	<p>Методы построения плановых сетей</p>	<p>a) триангуляция b) полигонометрия c) квадраты d) триангуляция, полигонометрия, трилатерация</p>

Продолжение таблицы 13

1	2	3
8	Пункты геодезической сети закрепляют на местности	а) кольями б) центрами в) столбами г) массивными камнями
9	Теодолитные ходы бывают	а) замкнутые, разомкнутые, висячие б) замкнутые, висячие, прямые в) разомкнутые, висячие, замкнутые, прямые г) замкнутые, прямые, изогнутые
10	При решении обратной геодезической задачи находят следующие величины:	а) длину линии и ее дирекционный угол по координатам начальной и конечной точек линии б) координаты начала и конца прямой в) координаты конечной точки г) разность координат конечных точек линии
11	Висячий ход - это	а) геодезическое построение в виде ломаной линии, опирающейся на одну исходную точку б) измерение длин линий инварными проволоками с подвешенными гирями массой до 10 кг в) измерение длин линий, проходящих через болото г) ход с большой разницей длин сторон

Таблица 14 - Тест №4 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема: «Линейные и угловые измерения»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	К приборам непосредственного измерения длины линий относятся:	а) мерные ленты, рулетки, специальные проволоки б) рулетки, дальномеры, электронные дальномеры в) нитяные, оптические и электронные дальномеры г) мерные ленты, дальномер 2СТ10, лазерная рулетка

Продолжение таблицы 14

1	2	3
2	Компарирование мерного прибора это:	<ul style="list-style-type: none"> a) определение показания отсчета мерного прибора b) сравнение фактической длины с эталонным c) вешение «на себя», начиная с дальней точки d) слово компарирование мне не понятно
3	Нитяной дальномер применяют в комплекте:	<ul style="list-style-type: none"> a) с нивелирной рейкой b) с мерной лентой c) с пассивным отражением d) с лазерной рулеткой
4	Прибор, используемый для измерения горизонтальных и вертикальных углов называется:	<ul style="list-style-type: none"> a) нивелиром b) дальномером c) теодолитом d) мензулой
5	Зрительная труба в геодезических приборах предназначена:	<ul style="list-style-type: none"> a) для получения угломерного отсчета b) для визирования на удаленные предметы c) для приведения частей или осей прибора горизонтальное или отвесное положение d) для отсчитывания делений лимба теодолита
6	Лимб и алидада теодолита предназначены:	<ul style="list-style-type: none"> a) для получения угломерного отсчета b) для визирования на удаленные предметы c) для приведения частей или осей прибора горизонтальное или отвесное положение d) для отсчитывания делений лимба теодолита
7	В процессе поверок теодолита удостоверяются:	<ul style="list-style-type: none"> a) в правильном закреплении теодолита в штатив b) в правильном взаимном положении осей прибора c) в правильном взятии отсчетов по микроскопу d) в правильном хранении прибора
8	Место нуля это:	<ul style="list-style-type: none"> a) отсчет по вертикальному кругу, соответствующий горизонтальному положению визирной оси и уровня при алидаде в нуль-пункте b) отсчет по горизонтальному кругу, соответствующий горизонтальному положению визирной оси и уровня при алидаде в нуль-пункте c) горизонтальность отчетного индекса у теодолитов с компенсатором при вертикальном круге d) недостаток оптического изображения

Продолжение таблицы 14

1	2	3
9	<p>Принцип измерения горизонтального угла следующий:</p>	<p>а) в вершине А измеряемого угла ВАС устанавливают нивелир, круг с делениями прибора располагают горизонтально т.е. параллельно уровенной поверхности, его центр совмещают с точкой А, проекции направления АВ и АС, угол между которыми измеряют, пересекут шкалу круга прибора по отсчетам В и С. Разность этих отсчетов дает искомый угол</p> <p>б) в вершине А измеряемого угла ВАС устанавливают угольник, круг с делениями прибора располагают горизонтально т.е. параллельно уровенной поверхности, его центр совмещают с точкой А, проекции направления АВ и АС, угол между которыми измеряют, пересекут шкалу круга прибора по отсчетам В и С. Разность этих отсчетов дает искомый угол</p> <p>с) в вершине А измеряемого угла ВАС устанавливают теодолит, круг с делениями прибора располагают горизонтально т.е. параллельно уровенной поверхности, его центр совмещают с точкой А, проекции направления АВ и АС, угол между которыми измеряют, пересекут шкалу круга прибора по отсчетам В и С. Разность этих отсчетов дает искомый угол</p> <p>д) в вершине А измеряемого угла ВАС устанавливают дальномер, круг с делениями прибора располагают горизонтально т.е. параллельно уровенной поверхности, его центр совмещают с точкой А, проекции направления АВ и АС, угол между которыми измеряют, пересекут шкалу круга прибора по отсчетам В и С. Разность этих отсчетов дает искомый угол</p>
10	<p>Третья проверка теодолита:</p>	<p>а) ось цилиндрического уровня горизонтального круга должна быть перпендикулярна оси вращения прибора</p> <p>б) визирная ось трубы должна быть перпендикулярна оси вращения трубы;</p> <p>с) ось вращения трубы должна быть перпендикулярна оси вращения прибора</p> <p>д) вертикальная ось сетки зрительной трубы должна быть перпендикулярно оси её вращения</p>

Продолжение таблицы 14

1	2	3
11	Подставка теодолита с подъемными винтами служат:	а) для получения угломерного отсчета б) для визирования на удаленные предметы в) для приведения частей или осей прибора горизонтальное или отвесное положение г) для отсчитывания делений лимба теодолита

Таблица 15 - Тест №5 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема: «Плановое геодезическое обоснование»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Теодолитная съемка - это:	а) процесс получения рельефа местности б) процесс получения контурного плана местности в) процесс получения контурную фотографию местности г) процесс получения контурную схему местности
2	Теодолитным ходом называют:	а) систему закрепленных в натуре точек, координаты которых определены из измерения расстояний б) систему закрепленных в натуре точек, координаты которых определены из измерения углов и расстояний в) прокладка ходов между точками государственной геодезической сети г) закрепление вершин полигона кольшками
3	Для замкнутого теодолитного хода теоретическую сумму углов подсчитывают по формуле:	а) $\sum \beta_{\text{теор}} = 180^0(n+2)$ б) $\sum \beta_{\text{теор}} = 180^0(n-2)$ в) $\sum \beta_{\text{теор}} = \alpha_n - \alpha_k + 180^0 n$ г) $\sum \beta_{\text{теор}} = 180^0(\sum \beta_{\text{изм}} - \alpha)$
4	Если известны дирекционный угол предыдущей стороны теодолитного хода и горизонтальный угол, лежащий справа по ходу, то дирекционный угол последующей стороны вычисляют по формуле:	а) $\alpha_{\text{посл}} = \alpha_{\text{пред}} - 180^0 + \beta_{\text{п}}$ б) $\alpha_{\text{посл}} = \alpha_{\text{пред}} + 180^0 + \beta_{\text{п}}$ в) $\alpha_{\text{посл}} = \alpha_{\text{пред}} + 180^0 - \beta_{\text{п}}$ г) $\alpha_{\text{посл}} = \alpha_{\text{пред}} + 360^0 + \beta_{\text{п}}$

Продолжение таблицы 15

1	2	3
5	По значениям дирекционных углов и горизонтальных проложений сторон полигона теодолитной съемки вычисляют:	а) румбы б) приращения координат в) длины сторон г) азимуты
6	Относительную линейную невязку замкнутого теодолитного хода вычисляют по формуле:	а) $f_{abc} = \sqrt{f_x^2 - f_y^2}$ б) $f_{abc} = f_x - f_y$ в) $f_{abc} = \Delta x - \Delta y$ г) $\frac{f_{отн}}{P} \leq \frac{1}{2000}$
7	По вычисленным прямоугольным координатам вершин теодолитного хода составляют:	а) карту теодолитного хода б) план теодолитного хода в) углы теодолитного хода г) приращения теодолитного хода
8	Теодолитный ход начинают:	а) из рекогносцировки б) с разбивки в) из съемки г) с плана
9	Абрис – это:	а) недостаток оптического изображения б) схематический чертеж участка местности, на котором нанесены элементы ситуации и рельефа в) необходимый элемент для определения заложения г) система для автоматического вычерчивания горизонталей
10	Горизонтальной съемкой называется	а) нивелирование поверхности по параллельным линиям б) съемка, которая позволяет провести на плане горизонтали в) съемка, при помощи которой можно составить план без рельефа г) съемка таких участков, когда можно не считаться с кривизной Земли

Продолжение таблицы 15

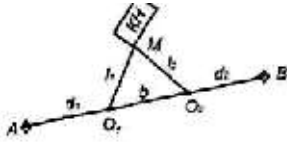
1	2	3
11	<p>Угол здания на фрагменте абриса горизонтальной съемки снят способом:</p> 	<p>a) линейных зесечек b) полярных координат c) прямоугольных координат d) створов</p>

Таблица 16 - Тест №6 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема: «Нивелирование»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	<p>Нивелирование – вид геодезических измерений, в результате которых определяют:</p>	<p>a) значение горизонтальных углов и расстояния между точками b) углов наклона над принятой уровенной поверхностью c) соотношение превышений и расстояния между точками d) превышение между точками и их высоты над принятой уровенной поверхностью</p>
2	<p>Геометрическое нивелирование основано:</p>	<p>a) на определении расстояние между двумя точками и угла наклона b) на измерении атмосферного давления на поверхности земли в зависимости от высоты точки над уровенной поверхностью c) на свойстве свободной поверхности жидкости в сообщающихся сосудах всегда находиться в одном уровне d) на непосредственном определении превышений между двумя точками с помощью горизонтального луча</p>
3	<p>Место установки нивелира называется:</p>	<p>a) точкой b) станцией c) местом стоянки d) горизонтом</p>

Продолжение таблицы 16

1	2	3
4	<p>Принцип, на котором основано геометрическое нивелирование «из середины» следующий:</p>	<p>а) для отыскания превышения между точками А и В местности устанавливают вертикально на них рейки, а в середине между ними теодолит б) для отыскания превышения между точками А и В местности в начальной точке А устанавливают нивелир, а в точке В ставят вертикальную рейку в) для отыскания превышения между точками А и В местности в начальной точке А устанавливают уровень, а в точке В ставят вертикальную рейку г) для отыскания превышения между точками А и В местности устанавливают вертикально на них рейки, а в середине между ними нивелир</p>
5	<p>При геометрическом нивелировании «вперед» превышение между двумя точками равно:</p>	<p>а) отсчет по передней рейке плюс отсчет по задней рейке б) высоте прибора минус отсчет по рейке в) отсчету по задней рейке минус отсчет по передней рейке г) горизонту прибора минус отсчет по рейке, установленной на этой точке</p>
6	<p>При геометрическом нивелировании высота последующей точки равна:</p>	<p>а) высоте прибора минус отсчет по рейке б) отсчету по задней рейке минус отсчет по передней рейке в) высоте предыдущей точки плюс превышение между ними г) отсчет по передней рейке плюс отсчет по задней рейке</p>
7	<p>При геометрическом нивелировании горизонтом прибора называется:</p>	<p>а) отвесное расстояние от исходной уровенной поверхности до превышения между двумя точками б) отвесное расстояние от исходной уровенной поверхности до превышения предыдущей точки в) отвесное расстояние от исходной уровенной поверхности до визирной оси нивелира, находящегося в рабочем положении г) расстояние от уровни стоянки нивелира до передней рейки, установленной по указанию наблюдателя</p>

Продолжение таблицы 16

1	2	3
8	Нивелирные рейки служат для:	а) наведения на точку б) получения отсчета в) компенсации линии г) сторожить точку
9	Если известна отметка H_A точки А и превышение h , отметку точки В определяют:	а) $H_B = H_A \times h$ б) $H_B = H_A / h$ в) $H_B = H_A / h + H_A$ г) $H_B = H_A \pm h$
10	Тригонометрическое нивелирование выполняют:	а) нивелирами б) теодолитами в) экером г) транспортиром
11	Отличие практически полученной суммы средних превышений от теоретического значения называют:	а) разницей б) горизонтом в) невязкой г) разноточностью

Таблица 17 - Тест №7 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема «Топографические съемки»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Топографической называют съемку, в результате которой получают	а) положение контуров местности б) положение контуров местности и рельефа в) рельеф г) отметки всех точек местности
2	Слово «тахеометрия» в переводе с греческого означает:	а) длинное измерение б) короткое измерение в) быстрое измерение г) среднее измерение
3	Приборами для тахеометрической съемки служат:	а) тахеометры, нивелиры б) тахеометры, теодолиты в) тахеометры, экеры г) тахеометры, дальнометры
4	Превышение при тахеометрической съемке теодолитом вычисляют по формуле:	а) $h = d \cos v$ б) $h = d \sin v$ в) $h = d \operatorname{tg} v$ г) $h = d \operatorname{sek} v$

Продолжение таблицы 17

1	2	3
5	До начала тахеометрической съемки на станции лимб тахеометра ориентируют следующим образом:	<ul style="list-style-type: none"> a) выполняют горизонтирование лимба b) определяют высоту прибора и устанавливают ее на рейке c) определяют магнитный азимут одной из сторон d) устанавливают нулевой диаметр по одной из сторон обоснования
6	Аэрофотосъемка– это:	<ul style="list-style-type: none"> a) комплекс работ по составлению карт b) процесс получения фотографического изображения местности с летательного аппарата c) составление плана местности d) съемка рельефа
7	Высотное положение пикетов при тахеометрической съемке определяют:	<ul style="list-style-type: none"> a) барометрическим нивелированием b) гидромеханическим нивелированием c) гидростатическим нивелированием d) тригонометрическим нивелированием
8	Для определения полярного расстояния при тахеометрической съемке	<ul style="list-style-type: none"> a) используют мерную шкаловую ленту b) используют мерную штриховую ленту c) используют рулетку d) производят дальномерный отсчет по рейке
9	При тахеометрической съемке съемку местности производят	<ul style="list-style-type: none"> a) по аэроснимкам b) по намеченным маршрутам c) последовательно по квадратам d) с точек съемочного обоснования
10	Для определения превышения при тригонометрическом нивелировании необходимо определить	<ul style="list-style-type: none"> a) горизонтальный угол, расстояние b) горизонтальный и вертикальный углы c) угол наклона, расстояние d) азимут и расстояние
11	При тахеометрической съемке применяются следующая система координат	<ul style="list-style-type: none"> a) прямоугольная b) полярная c) высотная d) конусная

Таблица 18 - Тест №8 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема «Инженерно-геодезические работы»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Геодезические разбивочные работы или перенесение проекта в натуру выполняют для того чтобы:	<p>a) определить положение точки способом перпендикуляров в соответствии с его местоположением, формами и размерами</p> <p>b) получить крупномасштабные топографические планы и построить здание и сооружение в соответствии с его местоположением, формами и размерами</p> <p>c) находить и закрепить на местности точек и линий, определяющих плановое положение зданий и сооружений</p> <p>d) определить положение точки по двум углам и построить здание и сооружение</p>
2	Для получения профиля сооружений линейного типа сначала на местности по оси трассы разбивают:	<p>a) расстояния</p> <p>b) углы</p> <p>c) пикеты</p> <p>d) колышки</p>
3	Отметки точек поверхности земли при планировке называют:	<p>a) фактическими</p> <p>b) высотными</p> <p>c) промежуточными</p> <p>d) реперными</p>
4	Если трассу определяют по топографическим планам или аэрофотоматериалам, то трассирование называют:	<p>a) полевым</p> <p>b) плановым</p> <p>c) камеральным</p> <p>d) продольным</p>
5	Нивелирование по оси трассы проводится для получения:	<p>a) поперечного профиля</p> <p>b) продольного профиля</p> <p>c) топографической карты</p> <p>d) высоты точек</p>
6	Геодезическая разбивочная основа в районах строительства создается в виде:	<p>a) съемок ранее построенных и проложенных коммуникации</p> <p>b) развитием сети триангуляции привязанных к зданию и сооружению</p> <p>c) развитием сети трилатерации, привязанных к колодцам</p> <p>d) развитием сети закрепленных знаками пунктов, привязанных к пунктам государственной геодезической сети</p>

Продолжение таблицы 18

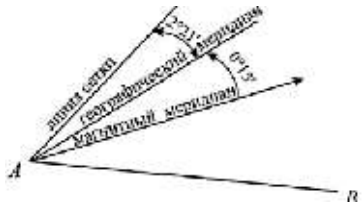
1	2	3
7	Пикет - это:	а) точка от начала до конца кривой поворота б) длина от точки угла поворота до начала кривой в) точка оси трассы предназначенная для закрепления заданного интервала г) высота точки на местности
8	Чтобы вычислить проектную отметку точки, нужно знать	а) проектный уклон и расстояние от точки, проектная отметка которой известна б) проектный уклон и расстояние от точки, фактическая отметка которой известна в) только проектный уклон г) только расстояние
9	При нивелировании трассы на местах перегиба местности находят	а) главные точки кривой б) иксовые точки в) плюсовые точки г) связующие точки
10	При отрицательном знаке рабочей отметки нужно	а) заново выполнить все расчеты б) выполнить выемку в) выполнить насыпь г) земляные работы не нужны
11	Трасса - это:	а) главная ось линейного сооружения б) железная дорога в) подвесная дорога г) проселочная дорога

Вариант №2

Таблица 19 - Тест №1 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема «Фигура и размеры Земли. Системы координат в геодезии. Ориентирование линий»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Широта на экваторе равна	а) 0° б) 30° в) 45° г) 90°

Продолжение таблицы 19

1	2	3
2	Широта полюса равна	a) 180° b) 0° c) 45° d) 90°
3	Не существует широты	a) 90° b) 50° c) 45° d) 95°
4	Точка с координатами X=6 065 251м, Y=125 314 115м расположена в зоне	a) 12 b) 1 c) 25 d) 125
5	Прямоугольные координаты точки (X = 6 065 251 м; Y = 5 314 115 м) соответствует зоне	a) 4 b) 6 c) 5 d) 3
6	Данному дирекционному углу $\alpha = 43^\circ 30'$ соответствует румб равный	a) СВ: $43^\circ 30'$ b) СЗ: $46^\circ 30'$ c) СВ: $46^\circ 30'$ d) ЮЗ: $46^\circ 30'$
7	 <p>Дирекционный угол линии АВ $\alpha_{A-B} = 110^\circ 40'$ магнитный азимут линии АВ равен</p>	a) $110^\circ 40' + 0^\circ 15' + 2^\circ 21'$ b) $110^\circ 40' - 0^\circ 15'$ c) $110^\circ 40' - 2^\circ 21' - 0^\circ 15'$ d) $110^\circ 40' + 0^\circ 15'$
8	Если название румба СВ, то дирекционный угол линии находят по формуле	a) $\alpha = 360^\circ - r$ b) $\alpha = 180^\circ + r$ c) $\alpha = 180^\circ - r$ d) $\alpha = r$
9	Данному дирекционному углу $\alpha = 226^\circ 30'$ соответствует румб равный	a) СВ: $43^\circ 30'$ b) ЮЗ: $46^\circ 30'$ c) СЗ: $46^\circ 30'$ d) ЮЗ: $46^\circ 30'$
10	Дирекционный угол – это:	a) угол, отсчитываемый от северной части осевого меридиана против хода часовой стрелки до заданного направления b) угол, отсчитываемый от северной части осевого меридиана по ходу часовой стрелки до заданного направления

Продолжение таблицы 19

1	2	3
		<p>с) угол, отсчитываемый от южной части осевого меридиана по ходу часовой стрелки до заданного направления</p> <p>d) угол, отсчитываемый от южной части осевого меридиана против хода часовой стрелки до заданного направления</p>
11	Для вычисления значения магнитного азимута по известному дирекционному углу нужно знать:	<p>a) магнитное склонение</p> <p>b) горизонтальный угол</p> <p>c) угол сближения меридианов и магнитного склонения</p> <p>d) угол сближения меридианов</p>

Таблица 20 - Тест №2 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема «Топографические планы и карты. Определение площадей»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Подобное и уменьшенное изображение на бумаге небольшого участка местности называют:	<p>a) планом</p> <p>b) картой</p> <p>c) профилем</p> <p>d) чертежом</p>
2	Чтобы изобразить на плоскости сферическую поверхность Земли в виде карты на плоскость переносят:	<p>a) различные профили, затем по прямоугольным координатам точек земной поверхности строят карту</p> <p>b) государственные геодезические сети, затем по географическим координатам точек земной поверхности строят карту</p> <p>c) сеть меридианов и параллелей - картографическую сетку, затем по географическим координатам точек земной поверхности строят карту</p> <p>d) сеть треугольников, затем по географическим координатам точек земной поверхности строят карту</p>
3	Система обозначения отдельных листов топографических карт называют:	<p>a) разграфкой</p> <p>b) номенклатурой</p> <p>c) листами</p> <p>d) планом</p>

Продолжение таблицы 20

1	2	3
4	В основу разграфки и номенклатуры топографических карт и планов положена карта масштаба:	<p>a) 1:2000000 ограниченная, параллелями 4^0 по широте, меридианами 6^0 по долготе</p> <p>b) 1:200000 ограниченная, параллелями 6^0 по широте, меридианами 4^0 по долготе</p> <p>c) 1:1000000 ограниченная, меридианами 6^0 по широте, параллелями 4^0 по долготе</p> <p>d) 1:1000000 ограниченная, параллелями 4^0 по широте, меридианами 6^0 по долготе</p>
5	Основные формы рельефа:	<p>a) вершина, дно, гора, котловина, холм, лощина</p> <p>b) гора, котловина, склоны, подошва, хребет</p> <p>c) гора, впадина, тальвег, терраса, седловина</p> <p>d) гора, котловина, бровка, холм, сопка</p>
6	Хребет это:	<p>a) совокупность неровностей физической поверхности Земли</p> <p>b) чашеобразная вогнутая часть земной поверхности</p> <p>c) возвышенность, вытянутая в одном направлении</p> <p>d) перегиб хребта между двумя вершинами</p>
7	Для изображения ситуации на планах и картах применяют:	<p>a) рисунки</p> <p>b) записки</p> <p>c) условные знаки</p> <p>d) различные краски</p>
8	Расстояние между секущими уровнями поверхностями на карте или плане называют:	<p>a) горизонталями</p> <p>b) заложением</p> <p>c) высотой сечения</p> <p>d) масштабом</p>
9	Внемасштабные условные знаки на картах и планах служат для изображения:	<p>a) объектов размеры которых не выражаются в данном масштабе</p> <p>b) объектов площадей с указанием их границ</p> <p>c) линейных объектов, длина которых выражается в данном масштабе</p> <p>d) цифровых и буквенных надписей характеризующие объекты</p>
10	Крутизна ската характеризуется:	<p>a) горизонтальным проложением, углом наклона</p> <p>b) высотой сечения, горизонтальным углом</p> <p>c) горизонтальным углом, высотой</p> <p>d) углом наклона или уклоном</p>

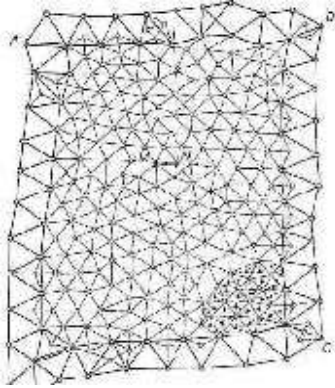

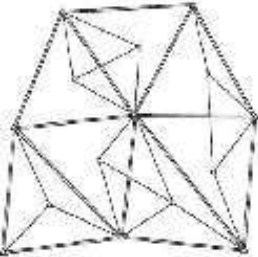
Продолжение таблицы 20

1	2	3
11	Способ, когда площадь участка определена с помощью палетки, построенной в виде сетки квадратов на прозрачной основе, называется:	а) аналитический б) квадратный в) графический г) механический

Таблица 21 - Тест №3 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема «Понятие о геодезических сетях»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Триангуляция предполагает следующий метод построения геодезической сети:	а) в виде треугольников, в которых измерены все стороны б) в виде ломаной линии в) в виде треугольников, в которых измерены их углы и некоторые из сторон г) путем измерения расстояний и углов между пунктами хода
2	Государственная высотная сеть создается с целью	а) равномерно обеспечивать высотной основой всю территорию страны б) обеспечения координатами, вычисленными в единой системе координат в) выполнения тахеометрической съемки г) для выполнения фототеодолитной съемки
3	В прямой геодезической задаче величину ΔY определяют по формуле	а) $\Delta Y = d \cdot \cos \alpha$ б) $\Delta Y = d \cdot \sin \alpha$ в) $\Delta Y = d \cdot \operatorname{tg} \alpha$ г) $\Delta Y = d / \sin \alpha$
4	Висячий ход – это:	а) геодезическое построение в виде ломанной линии, опирающейся на одну исходную точку б) измерение длин линий инварными проволоками с подвешенными гирями массой 10 кг в) измерение длин линий, проходящих через болото г) ход с большой разницей длин сторон

Продолжение таблицы 21

1	2	3
5	Геодезическая опорная сеть представляет собой	а) совокупность закрепленных на земной поверхности пунктов, положение которых определено в единой системе координат б) совокупность неровностей земной поверхности естественного происхождения в) совокупность контуров и неподвижных местных предметов г) система обозначений и разграфки карт
6	Методом создания геодезических сетей не является	а) триангуляция б) трилатерация в) наименьших квадратов г) полигонометрия
7	В классификацию плановых геодезических сетей не входит	а) государственная геодезическая сеть б) геодезические сети сгущения в) съемочные сети г) высотные сети
8	При решении обратной геодезической задачи, для того чтобы рассчитать дирекционный угол линии 1-2, нужно знать	а) координаты x и y точки 1 б) координаты x и y точек 1, 2 в) координаты x и y точки 1 и длину линии 1-2 г) координаты x и y точки 2 и длину линии 2-1
9	Схема развития сетей триангуляции	а)  б)  в) 

Продолжение таблицы 21

1	2	3
10	Какой из способов не используют при построении плановых геодезических сетей	а) триангуляция б) трилатерация в) тригонометрическое нивелирование г) полигонометрия
11	Съемочную геодезическую сеть создают для	а) сгущения геодезической и плановой основы до необходимой плотности б) покрытия всей территории государства в) съемок высокой точности г) распространения на всю территорию страны геоцентрической системы координат

Таблица 22 - Тест №4 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема «Линейные и угловые измерения»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	При использовании мерного прибора непосредственного измерения длины линии, в измеренное значение вводятся поправки за:	а) компарирование, температуру, наклон б) компарирование, наблюдателя, наклон в) наблюдателя, температуру, наклон г) компарирование, погоду, наблюдателя
2	К приборам косвенного метода измерений линий относятся:	а) мерные ленты, рулетки, специальные проволоки б) мерные ленты, рулетки, дальномеры в) нитяные, оптические и электронные дальномеры г) мерные ленты, дальномер 2СТ10
3	Тесемочными рулетками пользуются:	а) когда требуется высокая точность измерений б) когда не требуется высокая точность измерений в) для косвенных измерений г) для измерения коротких отрезков
4	Для установки теодолитов на местности используют:	а) столы б) штативы в) подставки г) башмаки

Продолжение таблицы 22

1	2	3
5	Принципиальная схема устройства теодолитов следующие:	а) три подъемных винта, алидада, штатив, рейка, экер б) три подъемных винта, лимб, алидада, оси в) подставка, зрительная труба, уровень г) подставка, зрительная труба, экер, колышки
6	Уровни в геодезических приборах служат:	а) для получения угломерного отсчета б) для визирования на удаленные предметы в) для приведения частей или осей прибора горизонтальное или отвесное положение г) для отсчитывания делений лимба теодолита
7	Лимб теодолита представляет:	а) горизонтальный и вертикальный круг с делениями градусной или градусовой градуировки б) устройство, которое фиксирует положение подвижной визирной коллимационной плоскости трубы в) устройство, для визирования на удаленные предметы г) устройство, для приведения частей или осей прибора горизонтальное или отвесное положение
8	Первая поверка теодолита:	а) визирная ось трубы должна быть перпендикулярна оси вращения трубы б) ось цилиндрического уровня горизонтального круга должна быть перпендикулярна оси вращения прибора в) ось вращения трубы должна быть перпендикулярна оси вращения прибора г) вертикальная нить сетки зрительной трубы должна быть перпендикулярно оси её вращения
9	Лазерный теодолит конструктивно характерен тем, в чем отличается от обычного теодолита:	а) зрительная труба заменена визирной осью б) зрительная труба заменена лазерным излучателем в) зрительная труба заменена лазерной оптической осью г) алидада заменена лазерным лучом

Продолжение таблицы 22

1	2	3
10	Вторая проверка теодолита:	<p>a) ось цилиндрического уровня горизонтального круга должна быть перпендикулярна оси вращения прибора</p> <p>b) вертикальная ось сетки зрительной трубы должна быть перпендикулярно оси её вращения</p> <p>c) ось вращения трубы должна быть перпендикулярна оси вращения прибора</p> <p>d) визирная ось трубы должна быть перпендикулярна оси вращения трубы</p>
11	Четвертая поверка теодолита:	<p>a) ось вращения трубы должна быть перпендикулярна оси вращения прибора</p> <p>b) вертикальная нить сетки зрительной трубы должна быть перпендикулярно оси её вращения</p> <p>c) ось цилиндрического уровня горизонтального круга должна быть перпендикулярна оси вращения прибора</p> <p>d) визирная ось трубы должна быть перпендикулярна оси вращения трубы</p>

Таблица 23 - Тест №5 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема «Плановое геодезическое обоснование»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Съемочным обоснованием теодолитных съемок являются:	<p>a) пешие ходы</p> <p>b) нивелирные ходы</p> <p>c) теодолитные ходы</p> <p>d) автомобильные ходы</p>
2	Как правило, теодолитные ходы прокладывают:	<p>a) между домами</p> <p>b) между точками геодезической сети</p> <p>c) между точками на плане</p> <p>d) между точками на карте</p>
3	Для разомкнутого теодолитного хода теоретическую сумму углов подсчитывают по формуле:	<p>a) $\Sigma\beta_{\text{теор}}=180^0(n-5)$</p> <p>b) $\Sigma\beta_{\text{теор}}=180^0(\Sigma\beta_{\text{изм}}-\alpha)$</p> <p>c) $\Sigma\beta_{\text{теор}}= \alpha_n - \alpha_k + 180^0 n$</p> <p>d) $\Sigma\beta_{\text{теор}}=180^0(n-2)$</p>

Продолжение таблицы 23

1	2	3
4	Абсолютная линейная невязка замкнутого теодолитного хода вычисляют по формуле:	а) $f_{абс} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$ б) $f_{абс} = f_x - f_y$ в) $f_{абс} = \Delta x - \Delta y$ г) $f_{абс} = \sqrt{f_x^2 - f_y^2}$
5	Если относительная линейная невязка теодолитного хода не превышает допустимой то:	а) вводится запись дирекционного угла, распределяют их значения на вычисленные приращений координат б) невязки в приращениях распределяют, вводя поправки в вычисленные значения приращений координат в) невязки в приращениях распределяют, вводя поправки в вычисленные значения координаты точек г) невязки в приращениях распределяют, вводя поправки в вычисленные значения в румбы
6	Прямоугольные координаты вершин теодолитного хода вычисляют по формуле:	а) $\Delta x = d \cos \alpha$; $\Delta y = d \sin \alpha$ б) $\Delta y = d \cos \alpha$; $\Delta x = d \sin \alpha$ в) $x_n = x_{n-1} + \Delta x_{испр}$; $y_n = y_{n-1} + \Delta y_{испр}$ г) $y_n = x_{n-1} + \Delta x_{испр}$; $x_n = y_{n-1} + \Delta y_{испр}$
7	Лазерный теодолит конструктивно характерен тем, что в обычном теодолите:	а) зрительная труба заменена визирной осью б) зрительная труба заменена лазерным излучателем в) алидада заменена лазерным лучом г) зрительная труба заменена геометрической осью
8	Теодолитные ходы могут быть:	а) разомкнутыми и круговыми б) замкнутыми и разомкнутыми в) замкнутыми и открытыми г) разомкнутыми и пятиугольными
9	По значениям дирекционных углов и горизонтальных проложений сторон полигона теодолитной съемки вычисляют:	а) румбы б) приращения координат в) координаты точек г) азимуты
10	Для установки теодолитов на местности используют:	а) столы б) штативы в) подставки г) уровень

Продолжение таблицы 23

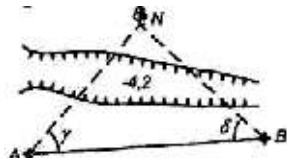
1	2	3
11	<p>Дерево с противоположной стороны оврага на данном фрагменте абриса горизонтальной съемки снято</p> 	<p>a) способом линейных засечек b) способом угловых засечек c) способом прямоугольных координат d) способом полярных координат</p>

Таблица 24 - Тест №6 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема: «Нивелирование»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Основным геодезическим приборам для измерения превышение точек является:	<p>a) теодолиты b) мензулы c) нивелиры d) дальномеры</p>
2	Тригонометрическое нивелирование основано:	<p>a) на определении расстояние между двумя точками и угла наклона b) на непосредственном определении превышений между двумя точками с помощью горизонтального луча c) на измерении атмосферного давления на поверхности земли в зависимости от высоты точки над урвненной поверхностью d) на свойстве свободной поверхности жидкости в сообщающихся сосудах всегда находиться в одном уровне</p>
3	Существует следующие способы геометрического нивелирования:	<p>a) из конца и из середины b) с торца и из центра c) из любого места и назад d) из середины и вперед</p>
4	При геометрическом нивелировании «из середины» превышение передней точки над задней равно:	<p>a) высоте прибора минус отсчет по рейке b) отсчету по задней рейке минус отсчет по передней рейке c) отсчет по передней рейке плюс отсчет по задней рейке d) высоте предыдущей точки плюс превышение между ними</p>

Продолжение таблицы 24

1	2	3
5	Принцип геометрического нивелирования «вперед» следующий:	а) для отыскания превышения между точками А и В местности в начальной точке А устанавливают уровень, а в точке В ставят вертикальную рейку б) для отыскания превышения между точками А и В местности устанавливают вертикально на них рейки, а в середине между ними нивелир в) для отыскания превышения между точками А и В местности устанавливают вертикально на них рейки, а в середине между ними теодолит г) для отыскания превышения между точками А и В местности в начальной точке А устанавливают нивелир, а в точке В ставят вертикальную рейку
6	При геометрическом нивелировании высота промежуточной точки равна:	а) высоте прибора минус отсчет по рейке б) отсчету по задней рейке минус отсчет по передней рейке в) горизонту прибора минус отсчет по рейке, установленной на этой точке г) высоте предыдущей точки плюс превышение между ними
7	Основными частями нивелиров с цилиндрическими уровнями являются:	а) зрительная труба, цилиндрический уровень и подставка с тремя подъемными винтами б) зрительная труба, подставка, экер, колышки в) зрительная труба, три подъемных винта, алидада, штатив, рейка, экер г) зрительная труба, подставка, рейки, колышки башмаки
8	Каждому нивелиру придается не менее двух:	а) фонарей б) штативов в) реек г) искателей
9	Вычисленные превышение по черной стороне рейки $h_{ч} = 2106$ мм по красной стороне рейки $h_{кр} = 2108$ мм, тогда среднее превышение будет:	а) 2106мм б) 2108мм в) 2109мм г) 2107мм

Продолжение таблицы 24

1	2	3
10	Отчеты по нивелирным рейкам производят:	а) по верхней сетки нитей нивелира б) по средней сетки нитей нивелира в) по нижней сетки нитей нивелира г) по всем сеткам нитей нивелира
11	Визирной осью зрительных труб геодезических приборов называют:	а) прямую, соединяющая оптический центр объектива с центром сетки нитей б) прямую, соединяющая оптический центр объектива и окуляра в) прямую, проходящая через центры поперечных сечений объективного колена трубы г) кривую, соединяющая оптический центр объектива с центром сетки нитей

Таблица 25 - Тест №7 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема «Топографические съемки»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Тахеометрическая съемка является одним из методов топографической съемки для получения:	а) географической карты с изображением ситуации местности б) плана с изображением ситуации и рельефа местности в) генерального плана для получения ситуации местности г) контурного плана с изображением рельефа местности
2	При тахеометрической съемке:	а) снимают направления течения воды б) одновременно снимают направление, расстояние и высоту в) снимают только направления линии г) снимают только расстояния между точками
3	При тахеометрической съемке для определения превышений применяется метод:	а) автоматического нивелирования б) тригонометрического нивелирования в) геометрического нивелирования г) физического нивелирования
4	Плановое положение рееной точки при тахеометрической съемке определяют	а) полярным способом б) способом линейных засечек в) способом перпендикуляров г) способом угловых засечек

Продолжение таблицы 25

1	2	3
5	Для автоматизации полевых измерений при производстве топографической съемки применяют:	а) лазерные нивелиры б) высокоточные электронные фототеодолиты в) высокоточные электронные тахеометры г) высокоточные электронные кипрегели
6	На станции тахеометрической съемки ориентируют нулевой диаметр лимба так, чтобы	а) отсчет, получаемый по горизонтальному кругу при визировании на точку, был равен полярному углу б) получать отсчеты, свободные от влияния эксцентриситета в) сразу получать превышения между станцией и пикетом г) учесть влияние коллимационной погрешности
7	Расстояние до пикетов при тахеометрической съемке теодолитом определяют с помощью	а) дальномера двойного изображения б) мерной ленты в) нитяного дальномера г) рулетки
8	Основным видом съемки в целях картографирования нашей страны является	а) аэрофототопографическая съемка б) мензуральная съемка в) тахеометрическая съемка г) теодолитная съемка
9	Для определения высоты точек съемочного обоснования при тахеометрической съемке	а) выполняют нивелирование I класса б) высоты точек определяют по карте в) прокладывают ход технического нивелирования г) применяют гидростатическое нивелирование
10	Тахеометрическую съемку местности проводят для	а) исследования влияния погодных условий б) обнаружения подземных коммуникаций в) повышения точности нивелирных работ г) составления топографического плана
11	Рекогносцировка – это:	а) выбор приборов необходимой точности б) изучение нормативных документов в) осмотр и исследование приборов г) осмотр и обследование местности

Таблица 26 - Тест №8 промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия», тема «Инженерно-геодезические работы»

№	Вопрос	Ответ
1	2	3
1	Геодезическая разбивочная основа для строительства создается в виде:	<p>a) развитой сети закрепленных знаками пунктов, привязанных к пунктам Государственной геодезической сети</p> <p>b) исходными данными все последующей геодезической работы, выполняемые при производстве строительных работ</p> <p>c) фиксации ось трубы, кабеля, центров колодцев, край коллектора</p> <p>d) карт и планов для решения геодезических нерешенных вопросов</p>
2	Требования, предъявляемые при выборе положения трассы проектируемой дороги на продольном профиле:	<p>a) соблюдение вертикальных углов, обеспечение примерного баланса объема земляных работ</p> <p>b) правильный выбор измерительных инструментов и их исправность</p> <p>c) соблюдение предельных уклонов, обеспечение минимального объема земляных работ</p> <p>d) разбивка земляных сооружений по пикетам и определение объема земляных работ</p>
3	Разбивочная сеть строительной площадки создается:	<p>a) для выноса в натуру основных или главных разбивочных осей здания</p> <p>b) для магистральной съемке</p> <p>c) для строительства зданий и сооружений на понравившемся месте</p> <p>d) при необходимости построения внешней разбивочной сети, производства исполнительных съемок</p>
4	Основные элементы круговой кривой трассы:	<p>a) тангенс, кривая, домер и биссектриса</p> <p>b) угол поворота, радиус кривой, длина кривой</p> <p>c) тангенс, длина кривой, длина сторон</p> <p>d) длина биссектрисы, домер, тангенс</p>
5	Нивелирование перпендикулярное к оси трассы проводится для получения:	<p>a) высоты точек</p> <p>b) поперечного профиля</p> <p>c) продольного профиля</p> <p>d) топографической карты</p>

Продолжение таблицы 26

1	2	3
6	Основными способами разбивки сооружений являются способы:	а) исходные данные последующей геодезической работы, выполняемые при производстве строительных работ б) полярных координат, прямой угловой засечки, прямоугольных координат, линейной створной засечки: в) фиксации ось трубы, кабеля, центров колодцев, край коллектора г) карт и планов для решения геодезических нерешенных вопросов
7	При нивелировании трассы пикеты являются	а) главными точками кривой б) иксowymi точками в) связующими точками г) точками перегиба ската
8	Проектная линия - это	а) линия любых равных величин б) перечень инструкций по топографо-геодезическим работам в) линия, определяющая проектное положение сооружения г) одна из координатных линий
9	Если рабочая отметка имеет положительный знак, то	а) все расчеты следует выполнить заново б) земляные работы не нужны в) нужно выполнить выемку г) нужно выполнить насыпь
10	Вертикальная планировка – это:	а) детальная разбивка вертикальных кривых б) преобразование естественных форм рельефа в какую-либо образующую плоскость (горизонтальную или наклонную) в) проектирование вертикальных кривых г) разбивка вертикальных кривых
11	Линия нулевых работ при вертикальной планировке – это:	а) линия, проходящая по периметру сооружения б) совокупность точек, для которых абсолютные отметки равны нулю в) совокупность точек, для которых рабочие отметки равны нулю г) линия симметрии участка

ЛИТЕРАТУРА, РЕКОМЕНДУЕМАЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМ

1. Геодезия: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Е.Б. Ключин, М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, В.Д. Фельдман. - М.: Академия, 2012. – 496 с.
2. Маслов А.В. Геодезия: учебник для вузов / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г.Батраков. - М.: КолосС, 2006. – 598 с.
3. Норкин С.П. Инженерная геодезия: учебное пособие / С.П. Норкин, О.Ф. Кузнецов. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003 – 111 с.
4. Поклад Г.Г. Геодезия: учеб. пособие для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. М.: Академический Проект, 2008. – 592 с.
5. Практикум по геодезии: учебное пособие для вузов / под ред. Г.Г. Поклада. – М.: Академический Проект; Трикста, 2011. – 470 с.
6. Хейфец Б.С. Практикум по инженерной геодезии / Б.С. Хейфец, Б.Б. Данилевич, В.Ф. Лукьянов. - М.: Недра, 1987. –332 с.
7. ГОСТ 10529-96 Теодолиты. Типы. Основные параметры и технические требования. - М.: Госстрой СССР АПП ЦИТП, 1997. –16 с.
8. ГОСТ 10528-90 Нивелиры. Общие технические условия. - М.: Госстрой СССР АПП ЦИТП, 1990. –31 с.
9. Инструкция по топографическим съемкам в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. ГКИНП-02-033-82 - М.: Недра, 1982. –156 с.
10. Руководство по топографическим съемкам в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. Наземные съемки. - М.: Недра, 1984. –133 с.
11. СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве/ - М.: Госстрой СССР АПП ЦИТП, 1985. –28 с.
12. СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
13. Условные знаки масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. - М.: Недра 1984. – 144 с.

Содержание	
Введение	3
1 Самостоятельная работа студентов при выполнении ими расчетно-графических работ	4
Расчетно-графическая работа по теме «Составление плана части землепользования по результатам теодолитной съемки»	5
Расчетно-графическая работа по теме «Обработка результатов нивелирования трассы линейного сооружения и построение продольного и поперечного профилей трассы»	38
Расчетно-графическая работа по теме «Построение топографического плана участка местности по данным нивелирования поверхности и составление проекта вертикальной планировки»	56
2 Самостоятельная работа студентов по усвоению учебной информации получаемой на аудиторных занятиях и при подготовке к итоговому контролю	73
2.1 Общие рекомендации по организации самостоятельной работы и самоконтролю качества усвоения учебного материала	73
2.2 Перечень вопросов по темам дисциплин «Геодезия», «Инженерная геодезия» для самоконтроля качества усвоения информации	74
2.3 Самостоятельная работа студентов при подготовке к итоговому контролю	85
Литература, рекомендуемая для изучения тем	117

Пшеничная Надежда Николаевна

Учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графических работ и самостоятельной работы по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия» для студентов направлений подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры, 20.03.02 Природообустройство и водопользование, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Подписано в печать2015 г.

Формат 60x90 1/16. Бумага писчая. Печать RISOGRAPHTR 1510.

Уч. – изд. л. 7,4.

Тираж экз.

Заказ.....

ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия». 692510, г. Уссурийск, Блюхера 44.

Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВО ПГСХА
692508, г. Уссурийск, ул. Раздольная, 8.