

Государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Кунгурский колледж агротехнологий и управления»



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению практических работ
по дисциплине
ОП.11в Геодезия в строительстве
по специальности
21.02.19 Землеустройство
базовой подготовки

2023 г.

Рассмотрено на заседании методической
комиссии землеустроительных и
экономических дисциплин

Протокол № 1

от «28» августа 2023 г.

Председатель МК

 А.Б. Бородин

Утверждаю

Заместитель директора

 Л.И.Петрова

Методические рекомендации для выполнения практических работ по дисциплине **ОП.11в Геодезия в строительстве** разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее-ФГОС СПО) по специальности **21.02.19 Землеустройство** среднего профессионального образования (далее – СПО) (Приказ № 399 от 18.05.2022 г) с учетом профессионального стандарта «Землеустроитель» (Приказ № 434н от 29.06.2021 г.)

Организация-разработчик: государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Кунгурский колледж агротехнологий и управления»

Составитель: **О.Г.Праведникова**, преподаватель специальных дисциплин

СОДЕРЖАНИЕ

Наименование	Стр.
1. Пояснительная записка	4
2. Практические работы	6

1. Пояснительная записка

Методические рекомендации для выполнения практических работ по дисциплине **ОП.1 в Геодезия в строительстве** составлены в соответствии с требованиями ФГОС для обучающихся по специальности **21.02.19 Землеустройство**

Практические задания направлены на подтверждение теоретических знаний, формирование учебных, профессиональных и практических умений, они составляют важную часть теоретической и профессионально-практической подготовки и способствуют формированию общих и профессиональных компетенций.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **уметь**:

У1 - выносить в натуру проектные углы и длины линий, проектные отметки и линии с заданным уклоном;

У2 - составлять план организации рельефа;

У3 - составлять картограмму земляных масс;

У4 - решать братную многократную засечку;

У5 - уравнивать и вычислять координаты точек базисной сети;

У6 - обрабатывать и анализировать результаты наблюдений за деформациями;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать**:

З1 - способы разбивочных работ;

З2- содержание разбивочного чертежа для перенесения проекта здания на местность;

З3 – исполнительную геодезическую документацию;

З4 – основные типы геодезических знаков;

З5 – нормативные документы по деформации сооружений;

З6 – основные геодезические разбивочные работы;

В результате освоения дисциплины обучающийся осваивает элементы компетенций.

Перечень общих компетенций, элементы которых формируются в рамках учебной дисциплины:

Код	Наименование
ОК	
ОК 01.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК 02.	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 08.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

Перечень профессиональных компетенций, элементы которых формируются в рамках дисциплины:

Код ПК	Наименование
ПК 1.1	Выполнять полевые геодезические работы на производственном участке.
ПК 1.2	Выполнять топографические съемки различных масштабов.
ПК 1.3	Выполнять графические работы по составлению картографических материалов.

Перечень трудовых функций, элементы которых формируются в рамках дисциплины:

Код трудовой функции	Наименование
С/01.7 Организационно-методическое и документационное обеспечение работ в области землеустройства	<i>Трудовые действия:</i>
	Разработка подходов, методов и технологий в области землеустройства
	<i>Необходимые умения:</i>
	Осуществлять организационно-методологическое обоснование, планирование и проведение исследований и технических разработок, патентных исследований, экспериментов и испытаний в области землеустройства
	<i>Необходимые знания:</i> Нормативные правовые акты, нормативно-техническая документация в области измерений и исследований, проектирования в землеустройстве

Каждая работа оценивается по пятибалльной системе:

оценка «5», если работа выполнена на 90-100%

оценка «4» выставляется, если работа выполнена на 70-89%

оценка «3» выставляется, если работа выполнена на 50-69%

оценка «2» выставляется, если работа выполнена меньше, чем на 50%

Подготовка к практическим занятиям заключается в самостоятельном изучении теории по рекомендуемой литературе, предусмотренной рабочей программой.

Выполнение заданий производится индивидуально в часы, предусмотренные расписанием занятий в соответствии с методическими рекомендациями к практическим работам.

Практическая работа считается выполненной, если она соответствует критериям, указанным в пояснительной записке.

2. Практические работы

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема «Вынос в натуру проектных углов и длин линий, проектной отметки и линии с заданным уклоном»

Цель: Научиться подготавливать исходные данные для выноса в натуру

Задание 1. Выполнить расчет разбивочных элементов для перенесения в натуру проектной точки A при следующих исходных данных:

координаты точки M разбивочной основы: $x_M = 5031,25$ м; $y_M = 4814,37$ м;

координаты точки A : $x_A = 5072,50$ м; $y_A = 4843,70$ м;

дирекционный угол линии MN разбивочной основы $\alpha_{MN} = 11445$.

Вычисления производятся в следующей последовательности.

1. Находят разности координат точек начала и конца линии MA

$$\Delta x = x_A - x_M = 5072,50 - 5031,25 = 41,25 \text{ м};$$

$$\Delta y = y_A - y_M = 4843,70 - 4814,37 = 29,33 \text{ м}.$$

2. Вычисляют величину тангенса румба линии MA

$$\text{tg } r_{MA} = \frac{|\Delta y|}{|\Delta x|} = \frac{29,33}{41,25} = 0,71103.$$

Отсюда находят румб $r_{MA} = \text{СВ}$: 3525 и соответствующий ему дирекционный угол $\alpha_{MA} = 3525$.

3. Находят величину горизонтального угла

$$\beta_1 = \alpha_{MN} - \alpha_{MA} = 11445 - 3525 = 7920.$$

4. Вычисляют расстояние d_1 по формулам

$$d_1 = \frac{\Delta x}{\cos r_{MA}} = \frac{41,25}{\cos 35^\circ 25'} = \frac{41,25}{0,81496} = 50,62 \text{ м};$$

$$d_1 = \frac{\Delta y}{\sin r_{MA}} = \frac{29,33}{\sin 35^\circ 25'} = \frac{29,33}{0,57952} = 50,61 \text{ м},$$

откуда $d_1^{\text{ср}} = 50,62$ м.

Таблица 1 - Варианты исходных данных

№ варианта	Координаты точки M разбивочной основы:		Координаты точки A		Дирекционный угол линии MN разбивочной основы α_{MN}
	x_M	y_M	x_A	y_A	
1	5031.25	4814.37	5071.25	4800.36	11445
2	4235.16	4067.99	4295.16	4001.12	10435
3	4568.33	4000.09	4668.33	4165.32	9456
4	5412.03	5894.34	5912.03	5834.34	9825
5	5412.99	5752.55	5912.99	5678.78	7515
6	4567.02	3568.78	5067.02	4596.02	1345

7	3654.26	4852.30	3954.26	3496.33	11647
8	1230.55	1564.19	1250.55	980.13	11825
9	2365.36	2600.01	2359.36	1999.63	12149
10	4568.00	4238.57	4668.00	4504.34	8933
11	6541.02	6000.34	6741.02	6257.89	10411
12	4397.11	4108.99	4497.11	4100.38	892
13	4129.15	3876.36	4329.15	4126.66	11150
14	5741.06	5200.16	5841.06	5345.59	11234
15	5012.39	4800.06	5212.39	5001.36	11342
16	4563.03	5000.97	4863.03	4256.87	11410
17	4781.57	5015.15	4981.57	4567.90	12455
18	5713.31	5123.14	6013.31	5678.90	8818
19	5231.25	4814,37	5071.25	4820.36	10151
20	4255.16	4067.99	4295.16	4004.12	11319
21	4588.33	4000.09	4668.33	4163.32	11026
22	5712,03	5894.34	5912,03	5874.34	11931
23	5492.99	5752.55	5912.99	5688.78	12440
24	4557.02	3568.78	5067.02	4596.02	7815
25	3054.26	4852.30	3954.26	3496.33	12941
26	1210.55	1564.19	1250.55	980.13	893
27	2765.36	2600.01	2359.36	1999.63	915
28	4768.00	4238.57	4668.00	4504.34	11610
29	6547.02	6000.34	6741.02	6257.89	8644
30	4097.11	4108.99	4497.11	4100.38	10459

Задание 2. Подготовить разбивочные данные для перенесения точек главной оси сооружения в натуру

Следует применить смешанный способ при условии, что координаты точки *A* задаются, а координаты точки *B* берутся графически с плана (рис. 1).

Задание выполняется в следующем порядке.

1. Вычертить сетку координат два квадрата 10 10 см (рис. 1)
2. Заготовить таблицу (табл. 1) и выписать из табл. 1.7 исходные данные для своего варианта (координаты соответствующих точек).
3. Произвести оцифровку сетки координат применительно к М 1:2000, исходя из данных координат точки 1 (рис. 1, юго-западный угол координатной сетки).
4. Нанести по координатам точки разбивочного обоснования (рис. 1.11, точки № 20, 21, 4, 5) и точку *A*.
5. Провести произвольно линию *AB* длиной $\overset{\curvearrowright}{d}_{AB} = 352$ м так, чтобы точка *B* располагалась в пределах квадрата координатной сетки.
6. Графически определить координаты точки *B*, занести их в табл. 1.6.

7. Произвести расчет разбивочных элементов ($\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, d_{20-A}, d_{21-A}, d_{4-B}, d_{5-B}$). Вычисление угла β_4 привести в пояснительной записке, сопроводив расчет схемами (рис.2,3), все остальные расчеты представить в табличной форме (табл. 1).

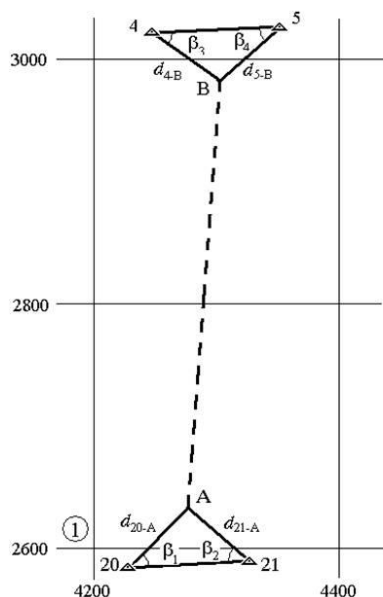


Рис. 1. Разбивочный чертеж по вынесению оси плотины на местность

Т а б л и ц а 2

Координаты	Точка № 1	№ 20	№ 21	№ 4	№ 5	A	B
x	2600,00	<u>2590,40</u>	2594,40	3016,60	3012,10	<u>2630,40</u>	
y	4200,00	<u>4257,50</u>	4358,30	4256,10	4367,80	<u>4308,80</u>	

Т а б л и ц а 3 - Варианты исходных данных

Номер ра точек		Номера вариантов												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	x	2600, 00	2400, 00	2200, 00	2000, 00	1800, 00	1600, 00	1400, 00	1200, 00	1000, 00	800,0 0	600,0 0	400,0 0	200,0 0
	y	4200, 00	4000, 00	3800, 00	3600, 00	3400, 00	3200, 00	3000, 00	2800, 00	2600, 00	2400, 00	2200, 00	2000, 00	1800, 00
20	x	2590, 40	2390, 40	2190, 40	1990, 40	1790, 40	1590, 40	1390, 40	1190, 40	990,4 0	790,4 0	590,4 0	390,4 0	190,4 0
	y	4257, 50	4057, 50	3857, 50	3567, 50	3457, 50	3257, 50	3057, 50	2857, 50	2657, 50	2457, 50	2257, 50	2057, 50	1857, 50
21	x	2594, 40	2394, 40	2194, 40	1994, 40	1794, 40	1594, 40	1394, 40	1194, 40	994,4 0	794,4 0	594,4 0	394,4 0	194,4 0
	y	4358, 30	4158, 30	3958, 30	3758, 30	3558, 30	3358, 30	3158, 30	2958, 30	2758, 30	2558, 30	2358, 30	2158, 30	1958, 30
4	x	3016, 60	2816, 60	2616, 60	2416, 60	2216, 60	2016, 60	1816, 60	1616, 60	1416, 60	1216, 60	1016, 60	816,6 0	616,6 0
	y	4256, 10	4056, 10	3856, 10	3656, 10	3456, 10	3256, 10	3056, 10	2856, 10	2656, 10	2456, 10	2256, 10	2056, 10	1856, 10

5	x y	3012, 10 4367, 80	2812, 10 4167, 80	2612, 10 3967, 80	2412, 10 3767, 80	2212, 10 3567, 80	2012, 10 3367, 80	1812, 10 3167, 80	1612, 10 2967, 80	1412, 10 2767, 80	1212, 10 2567, 80	1012, 10 2367, 80	812,1 0 2167, 80	612,1 0 1967, 80
A	x y	2630, 40 4308, 80	2430, 40 4108, 80	2230, 40 3908, 80	2030, 40 3708, 80	1830, 40 3508, 80	1630, 40 3308, 80	1430, 40 3108, 80	1230, 40 2908, 80	1030, 40 2708, 80	830,4 0 2508, 80	630,4 0 2308, 80	430,4 0 2108, 80	230,4 0 1908, 80

Таблица 3 - Варианты исходных данных (продолжение)

Номер ра точек	Номера вариантов													
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	x	2600,	2400,	2200,	2000,	1800,	1600,	1400,	1200,	1000,	800,0	600,0	400,0	200,0
	y	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0	0	0	0
	x	4200,	4000,	3800,	3600,	3400,	3200,	3000,	2800,	2600,	2400,	2200,	2000,	1800,
	y	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	x	2590,	2390,	2190,	1990,	1790,	1590,	1390,	1190,	990,4	790,4	590,4	390,4	190,4
	y	40	40	40	40	40	40	40	40	0	0	0	0	0
	x	4257,	4057,	3857,	3567,	3457,	3257,	3057,	2857,	2657,	2457,	2257,	2057,	1857,
	y	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
21	x	2594,	2394,	2194,	1994,	1794,	1594,	1394,	1194,	994,4	794,4	594,4	394,4	194,4
	y	40	40	40	40	40	40	40	40	0	0	0	0	0
	x	4358,	4158,	3958,	3758,	3558,	3358,	3158,	2958,	2758,	2558,	2358,	2158,	1958,
	y	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
4	x	3016,	2816,	2616,	2416,	2216,	2016,	1816,	1616,	1416,	1216,	1016,	816,6	616,6
	y	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	0	0
	x	4256,	4056,	3856,	3656,	3456,	3256,	3056,	2856,	2656,	2456,	2256,	2056,	1856,
	y	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5	x	3012,	2812,	2612,	2412,	2212,	2012,	1812,	1612,	1412,	1212,	1012,	812,1	612,1
	y	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0
	x	4367,	4167,	3967,	3767,	3567,	3367,	3167,	2967,	2767,	2567,	2367,	2167,	1967,
	y	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
A	x	2630,	2430,	2230,	2030,	1830,	1630,	1430,	1230,	1030,	830,4	630,4	430,4	230,4
	y	40	40	40	40	40	40	40	40	40	0	0	0	0
	x	4308,	4108,	3908,	3708,	3508,	3308,	3108,	2908,	2708,	2508,	2308,	2108,	1908,
	y	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

Подготовка геодезических данных для перенесения в натуру линии AB сводится к вычислению углов $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ и проложений линий $d_{20-A}, d_{21-A}, d_{4-B}, d_{5-B}$. Вычисление указанных разбивочных элементов производится решением обратных геодезических задач.

Пусть, например, координаты точек A и № 20 будут такими, как в табл. 1 и на рис. 2

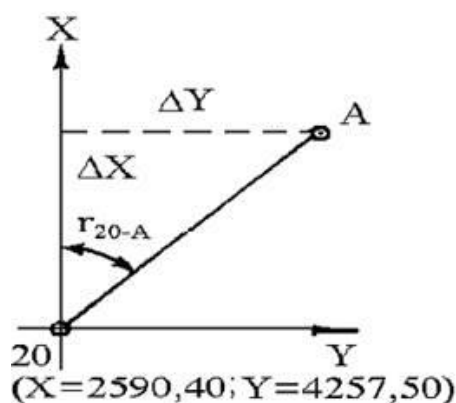


Рис. 2 Схема вычисления румба

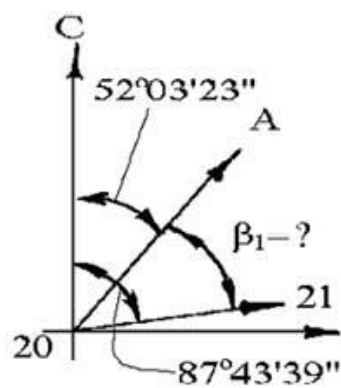


Рис. 3 Схема вычисления горизонтального угла

Тогда тангенс румба линии 20A равен

$$\operatorname{tgr}_{20-A} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_k - y_n}{x_k - x_n},$$

где y_k, x_k координаты конечной точки линии (в данном случае координаты точки A); y_n, x_n координаты начальной точки линии (№ 20).

Подставляя исходные данные, получают

$$\operatorname{tgr}_{20-A} = \frac{y_k - y_n}{x_k - x_n} = \frac{y_A - y_{20}}{x_A - x_{20}} = \frac{4308,80 - 4257,50}{2630,40 - 2590,40} = \frac{+51,30}{+40,00} = 1,2825$$

По знакам приращений координат Δx и Δy (плюс в числителе и знаменателе) определяют наименование румба линии 20 A: северо-восток. По таблицам приложения находят величину румба 520323, следовательно, $r_{20-A} = \text{СВ } 520323$.

Для определения угла β_1 необходимо знать также румб линии 20 21. Пусть в результате аналогичных вычислений получено: $r_{20-21} = \text{СВ: } 874339$. Тогда $\beta_1 = 874339 - 520323 = 354016$ (см. рис. 1.13).

Горизонтальное проложение линий 20 A вычисляется по формулам

$$d = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}; \quad d = \frac{\Delta x}{\cos r}; \quad d = \frac{\Delta y}{\sin r}.$$

В данном случае $d_{20-A} = \sqrt{(40,00)^2 + (51,30)^2} = 65,05 \text{ м.}$

Контроль: $d_{20-A} = \frac{\Delta x}{\cos r} = \frac{40,00}{\cos 52^\circ 03' 23''} = \frac{40,00}{0,6149} = 65,05 \text{ м.}$

Результаты вычислений представляются в табличном виде (см. табл. 1.8).

Контролем угловых вычислений является равенство 180 суммы внутренних углов треугольников 20 А 21 и 4 В 5 (см. рис. 1.11), причем значения углов могут быть определены по значениям румбов соответствующих сторон. Так, например, для первого треугольника внутренний угол

$$A = r_{20-A} + r_{21-A} = 520353 + 535823 = 1060146.$$

Тогда сумма внутренних углов треугольника равна

$$\beta_1 + A + \beta_2 = 354016 + 1060146 + 381758 = 1800000.$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема «Изучение способов разбивочных работ»

Цель: Изучить сущность способов и их практическое применение

Теоретическая часть

Разбивка сооружений является обратным по отношению к съемке действием и сводится к построению на местности характерных точек сооружения. Положение точек определяют теми же способами, которые применяют при выполнении съемочных работ. Однако при разбивке сооружений эти способы имеют отличие.

Если в первом случае, то есть при съемках, эти способы применяют для непосредственных измерений, то при разбивках их используют при построениях на местности.

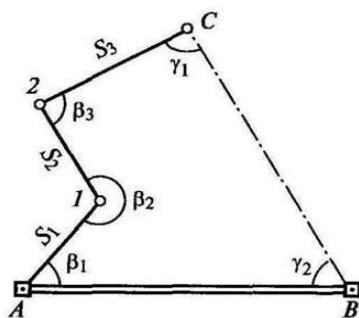
Выбор способа выполнения разбивочных работ определяют исходя из условий местности, типа сооружения, его размеров, требуемой точности. Главнейшими из этих способов и наиболее часто применяемыми являются способы полярных и прямоугольных координат, угловой и линейной засечек, створных засечек.

Задание 1. Изучить способ полярных координат, вычертить рисунки

Способ полярных координат. Является одним из основных способов выноса в натуру точек главных и основных осей сооружения. Этот способ широко применяется при разбивке зданий, сооружений и конструкций с пунктов полигонометрических или теодолитных ходов при малом расстоянии от этих пунктов до выносимых в натуру точек. При этом способе положение точки сооружения на местности получают построением двух разбивочных элементов: заданного проектного угла β от стороны AB разбивочной сети и расстояния d . Значения полярного угла β и расстояния d получаем из решения обратной геодезической задачи по координатам пунктов геодезической разбивочной основы и проектной точки сооружения.

Для построения проектной точки C устанавливаем теодолит в точке A разбивочной сети. Затем наводим зрительную трубу теодолита на точку B и устанавливаем отсчет по лимбу $0^\circ 00'$. Вращаем алидаду до тех пор, пока отсчет по лимбу не станет равным проектному углу β , и по полученному направлению, задаваемому визирной осью трубы теодолита, откладываем мерным прибором проектное расстояние d . Точность построения проектной точки будет зависеть от точности построения теодолитом угла β и точности отложения проектного расстояния d . Таким образом, средняя квадратическая погрешность разбивки этим способом.

Рисунок 1 – Схема разбивки способом полярных координат



$$m_c = \sqrt{(m_\beta \cdot \rho)^2 d^2 + m_d^2},$$

где m_β – погрешность построения проектного угла теодолитом;

m_d – погрешность построения линии мерным прибором;

ρ – переводной коэффициент из градусной меры в радианную.

Задание 2. Изучить способ прямоугольных координат. Вычертить рисунки

Способ прямоугольных координат. Этот способ наиболее целесообразно использовать в том случае, когда на строительной площадке имеется строительная сетка. А если это городское строительство, – наличие закрепленных на местности красных линий застройки.

Разбивку проектной точки C выполняют по вычисленным значениям ее координат x и y от ближайшего пункта строительной сетки или красной линии.

Устанавливают теодолит в рабочее положение в точке A , визируют на точку B и в полученном створе откладывают проектное расстояние y . В полученной точке D устанавливают теодолит и строят прямой угол к направлению AB . По

перпендикуляру откладывают проектное расстояние x и закрепляют полученную точку. Для контроля положение точки C можно получить, выполнив разбивку от другого пункта разбивочной основы.

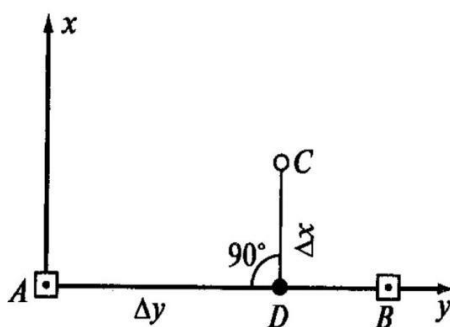


Рисунок 2 – Схема разбивки способом прямоугольных координат

На погрешность положения проектной точки будут влиять погрешности m_x и m_y откладывания расстояний x и y , а также погрешность построения прямого угла m_β . Следовательно, точность построения точки этим способом определяется величиной средней квадратической погрешности

$$m_C = \sqrt{x^2 m_y^2 + y^2 m_x^2 + \rho^2 m_\beta^2}.$$

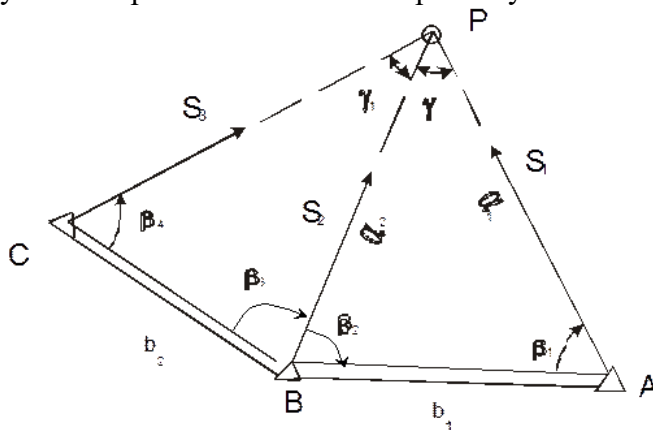
Задание 3. Изучить способ прямой угловой засечки, вычертить рисунки

Способ прямой угловой засечки. Очень часто условия строительной площадки осложняют выполнение линейных измерений, и если при этом определяемая точка находится на значительном удалении от пунктов разбивочной основы, то целесообразно положение точки получать с помощью построения двух углов засечки β_1 и β_2 .

Определяется положение искомой точки C при помощи двух вычисленных горизонтальных углов β_1 и β_2 , получаемых при решении обратной геодезической задачи.

Проектное положение точки C находят, откладывая на исходных пунктах A и B углы β_1 и β_2 . Точка C будет располагаться на пересечении двух створов AC и BC .

Рисунок 3 - разбивка способом прямой угловой засечки



Точность построения проектной точки C в способе прямой угловой засечки можно определить по формуле

$$m_C = m_{\beta} / (\rho \sin \gamma) \sqrt{d_1^2 + d_2^2},$$

где m_{β} – точность построения угла теодолитом;

γ – угол засечки;

d_1 и d_2 – расстояния от пунктов опорной сети до проектной точки.

Задание 4. Изучить способ линейной засечки, вычертить рисунки

Способ линейной засечки. Данный способ для выноса точек сооружения в натуру применяют в том случае, когда они расположены от пунктов строительной сетки или геодезической опорной сети на расстоянии, не превышающем длину мерного прибора. Искомая точка C на местности получается пересечением двух дуг, проведенных радиусами AC и BC . Наиболее удобно выполнять разбивку при помощи двух рулеток. От точки A по рулетке откладывают расстояние d_1 , а от точки B по второй рулетке – расстояние d_2 . Перемещая обе рулетки при нулях совмещенными с центрами пунктов A и B на пересечении концов отрезков d_1 и d_2 , получаем положение определяемой точки.

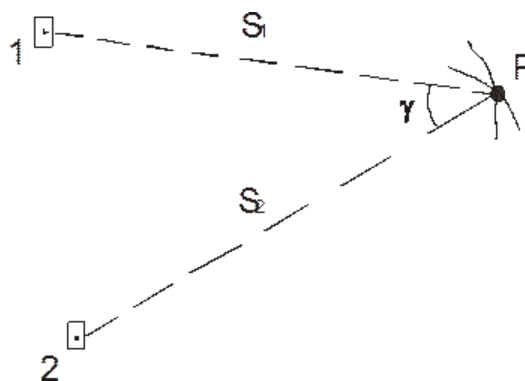


Рисунок 4 - Построение точки способом линейной засечки

На положение точки C окажут влияние погрешности откладывания расстояний d_1 и d_2 . Точность положения точки на местности способом линейных засечек определяют по формуле

$$m_C = 1 / \sin \gamma \sqrt{m_{d_1}^2 + m_{d_2}^2}.$$

Задание 5. Изучить способ створной засечки, вычертить рисунки

Способ створной засечки. Способ створной засечки очень часто применяют для выноса в натуру разбивочных осей зданий и сооружений, монтажных осей конструкций, технологического оборудования. Положение проектной точки C в

способе створной засечки определяются пересечением двух створов, задаваемых между исходными точками. Наилучшая засечка получается, когда створы пересекаются под прямым углом. Створы желательно строить двумя теодолитами. В створном способе важное значение имеет центрировка теодолитов, особенно в направлениях, перпендикулярных к заданному створу.

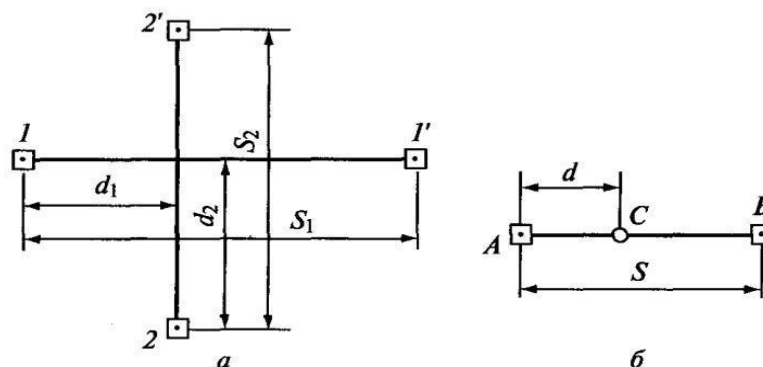


Рисунок 5 – Схемы разбивки способами: а — створной засечки; б — створно-линейной засечки

Основными погрешностями при построении створов являются погрешности положения исходных точек, погрешности центрирования теодолита и визирных целей, погрешность визирования.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема «Решение обратной многократной засечки»

Цель: изучение методики камеральной обработки геодезических измерений при определении координат отдельных пунктов.

1. Общие указания и исходные данные

Решение однократной обратной засечки заключается в определении координат четвертого пункта по трем исходным пунктам и двум углам, измеренным на определяемом пункте. С целью контроля правильности решения задачи на определяемом пункте производятся измерения углов, как минимум на четыре исходных пункта, т.е. засечка делается многократной.

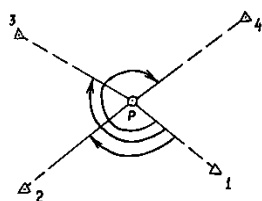


Рисунок 1 - Схема обратной многократной засечки

Таблица 1-Исходные данные для решения обратной засечки

Группы	Назв. пунктов	Координаты, м.		Измеренные на пункте Р направления о ' "
		X	Y	
Неч.	1	7104,51+0,20 №	5851,55+0,12№	0° 00 '00"

	2	6613,06+0,20 №	5816,43+0,12№	59 00 48 +1' 27" №
	3	6652,86+0,20 №	4959,70+0,12№	177 04 59 +3' 42" №
	4	7352,37+0,20 №	4210,20+0,12№	273 06 14 +1' 06"№
Чет.	1	7114,61-0,60 №	3841,45-0,25№	0° 00' 00"
	2	6623,16 -0,60 №	3806,33-0,25№	60 14 58 -1' 27" №
	3	6662,96–0,60 №	2949,60-0,25№	180 13 31-3' 41" №
	4	7362,47–0,60 №	3200,10-0,25№	274 03 12-1' 08"№

В таблице 1, №-индивидуальный номер для каждого студента, выдаваемый преподавателем (четные и нечетные номера).

2. Общий порядок решения обратной многократной засечки.

Составить схему расположения определяемого и исходных пунктов, используя известные координаты и углы.

По схеме выбрать два наилучших варианта решения засечки путем сравнения площадей инверсионных треугольников.

Решить два выбранных варианта засечки. Расхождение координат, полученных в двух вариантах, с учетом точности измерений допускается до 0,2 м. При допустимом расхождении за окончательные значения координат принять их средние значения из двух вариантов.

Произвести оценку точности полученных координат определяемого пункта Р.

3. Порядок выполнения.

Составление схемы расположения определяемого и исходных пунктов

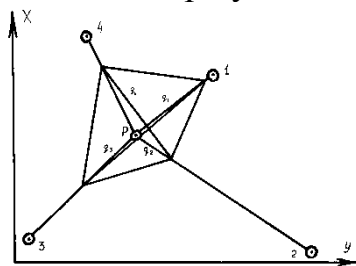
Для составления схемы, в рабочей тетради начертить координатную сетку и оцифровать ее в масштабе 1:10000 с учетом координат исходных пунктов. Нанести по координатам пункты А, В, С, D и по способу Болотова (направлениям) пункт Р.

Выбор наилучших вариантов засечки

Если число исходных пунктов (направлений) в обратной засечке больше трех, то выбираются лучшие варианты ее решения из числа вариантов, рассчитываемых по формуле:

$$C = \frac{n(n-1)(n-2)}{6}, \quad (2.6)$$

где n- число направлений.



Выбор лучших вариантов засечки производится так же, как в прямой засечке по площадям инверсионных треугольников, но вершинами в них будут только конечные точки отрезков q_i .

Рисунок 2 - Схема построения инверсионных треугольников при выборе вариантов решения обратной засечки

Решение наилучших вариантов засечки

Обратная угловая засечка имеет множество способов решения. Для решения поставленной задачи сначала определить дирекционный угол одного из направлений (AP), принятого в качестве главного, по формуле Деламбра:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AP} = \frac{\Delta Y_0}{\Delta X_0} = \frac{\Delta Y_{AB} \operatorname{ctg} \beta_2 + \Delta Y_{CA} \operatorname{ctg} \beta_3 + \Delta X_{BC}}{\Delta X_{AB} \operatorname{ctg} \beta_2 + \Delta X_{CA} \operatorname{ctg} \beta_3 + \Delta Y_{CB}} \quad (2.7)$$

далее, определить дирекционный угол следующего направления:

$$\alpha_{BP} = \alpha_{AP} + \beta_2 \quad (2.8)$$

После определения дирекционных углов направлений AP и BP, координаты определяемой точки вычислить по формулам Гаусса:

$$\begin{aligned} X_P &= \frac{X_A \operatorname{tg} \alpha_{AP} - X_B \operatorname{tg} \alpha_{BP} + Y_B - Y_A}{\operatorname{tg} \alpha_{AP} - \operatorname{tg} \alpha_{BP}}, \\ Y_P &= Y_A + (X_P - X_A) \operatorname{tg} \alpha_{AP} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Для контроля вычислений вторично найти ординату определяемой точки по формуле:

$$Y_P = Y_B + (X_P - X_B) \operatorname{tg} \alpha_{BP} \quad (2.10)$$

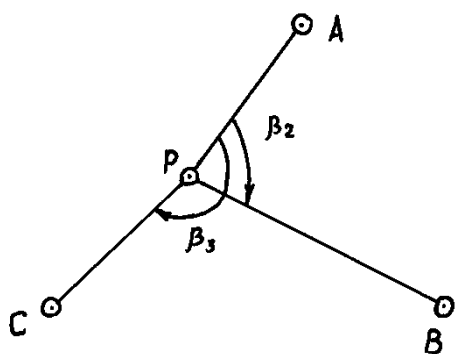


Рисунок 3 - Схема обозначений к вычислениям по формулам (2.7-2.11)

Решить два наилучших варианта засечки, используя исходные данные и формулы (2.7-2.10). Вычисления произвести по схеме, приведенной в таблице 2.

Если расхождения координат в двух вариантах засечки не превысят 0,2 м (с учетом точности исходных данных) за окончательные значения координат принять их средние значения.

Таблица 2 - Схема для вычислений обратной угловой засечки

Обозначения пунктов	Координаты	-	ΔX_{BC}	-	ΔY_{BC}
---------------------	------------	---	-----------------	---	-----------------

А В С Р	X_A X_B X_C X_P	Y_A Y_B Y_C Y_P	α_{AP}	-	$\operatorname{tg} \alpha_{AP}$	-
			β_2	ΔX_{AB}	$\operatorname{ctg} \beta_2$	ΔY_{AB}
			α_{BP}	-	$\operatorname{tg} \alpha_{BP}$	-
			β_3	ΔX_{CA}	$\operatorname{ctg} \beta_3$	ΔY_{CA}
			-	Σ	-	Σ
			Y_P	ΔX_0	$\operatorname{tg} \alpha_{AP} - \operatorname{tg} \alpha_{BP}$	ΔY_0
1	2	3	4	5	6	7

Оценка ожидаемой точности полученных результатов

Для оценки ожидаемой точности полученных координат по каждому варианту засечки применить формулу (обозначения согласно рисунку 3):

$$m_p = \frac{m_\beta S_{AB}}{\rho \sin(\phi + \psi)} \sqrt{\frac{S_{CP}^2}{S_{CB}^2} + \frac{S_{AP}^2}{S_{AB}^2}}, \quad (2.11)$$

где:

m_p - средняя квадратическая ошибка положения определяемого пункта,

$m_\beta = 10''$ - средняя квадратическая ошибка измерения углов,

$\phi = \angle PCB$. $\psi = \angle PAB$ - углы, измеряемые по схеме,

S - расстояния, измеренные по схеме (м)

Среднюю квадратическую ошибку координат, полученных как средние значения из двух вариантов, вычислить по формуле (2.5).

Оформление работы

Решение задачи определения координат пункта Р оформить на отдельных листах. При оформлении обязательно привести схему определения лучших вариантов решения данной задачи, таблицу вычисления координат точки Р и результаты оценки точности вычислений.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема «Изучение разбивочного чертежа для перенесения проекта здания на местность»

Цель: изучить порядок составления разбивочного чертежа и его назначение
Порядок работы по составлению разбивочного чертежа

На разбивочном чертеже отображаются полученные результаты геодезической подготовки проекта. Разбивочный чертёж содержит цифровой и графический материал, необходимый для перенесения на территорию застраиваемого участка проектируемых на генеральном плане, зданий и сооружений. Кроме зданий, на данных чертежах производят привязку проездов, дорог, тротуаров и различных площадок.

Разбивочный чертёж входит в состав так называемых чертежей генерального плана, включающих непосредственно генеральный план территории, план благоустройства территории и озеленения, сводный план инженерных сетей, план автомобильных дорог и др. В зависимости от размеров и насыщенности разбивочного чертежа его выпускают либо отдельным листом, либо совмещённым с генеральным планом.

На рис. 1 показан фрагмент разбивочного чертежа в виде отдельного документа для перенесения на местность зданий и сооружений застраиваемой территории, а на рис. 2 и 3 – разбивочные параметры и разбивочные исходные данные соответственно

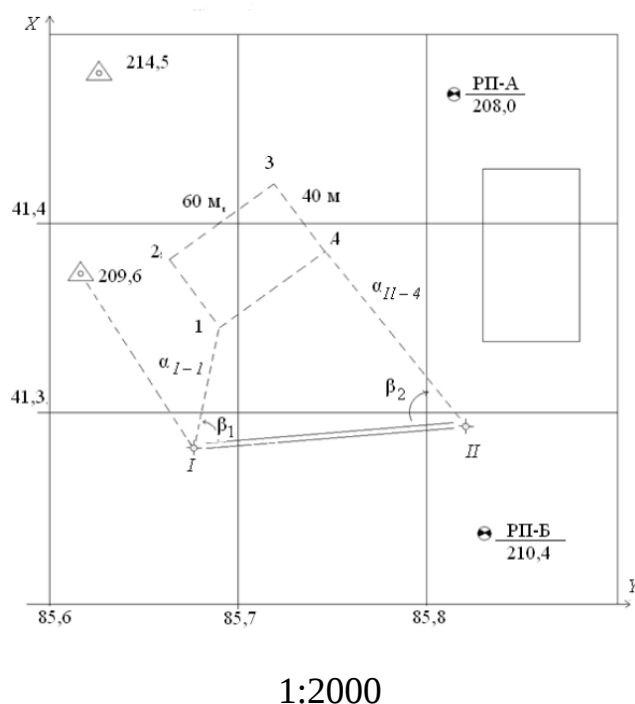


Рис. 1 Разбивочный чертеж

Задание 1. На разбивочном чертеже показать элементы чертежа

- контуры выносимых зданий, сооружений и их контурные основные оси;
- габаритные размеры зданий и сооружений, расстояния между осями;
- разбивочные элементы со своими значениями;
- радиусы закруглений для дорог и проездов;
- пункты разбивочной сети строительной площадки;
- контуры существующих зданий и сооружений;
- границы застраиваемого участка.

Задание 2. На основе разбивочного чертежа выполнить фрагменты разбивочных чертежей для выноса в натуру проектов отдельных зданий, сооружений

Задаание 3. Разработать схемы построения внешних разбивочных сетей зданий.

Фрагменты могут также содержать сведения, использовавшиеся при геодезической подготовке проекта, а именно:

- координаты выносимых точек зданий;
- координаты пунктов разбивочной сети строительной площадки в принятой системе;
- отметки исходных реперов.

Дополнительные сведения служат для контроля проведения разбивочных работ.

Задание 4. Контуры существующих зданий и сооружений нанести на разбивочный чертеж в соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5,6

Тема «Составление плана организации рельефа и расчет картограммы земляных масс»

Цель: Научиться составлять план и рассчитывать объемы земляных масс

Задание 1. Составить план организации рельефа.

Чертежи выполняются на топографическом плане в масштабе 1 : 500; 1 : 1000.

На план организации рельефа наносят:

- ✓ условные графические изображения элементов плана разбивки зданий и сооружений (за исключением координационных осей, строительных координат пересечения координационных осей в углах зданий и сооружений или размерных привязок, указателя направления севера);
- ✓ проектные отметки планировки и фактические отметки рельефа .по углам зданий и сооружений — в виде дроби с проектной отметкой в числителе и фактической — в знаменателе;
- ✓ проектные горизонтали или проектные отметки опорных точек планировки с указанием направления уклона;
- ✓ проектные отметки в местах перелома планировки или рельефа местности;
- ✓ условные графические изображения элементов планировочного рельефа (откосов, лестниц, подпорных стенок, пандусов и т. д.) с проектными отметками низа и верха, водоотводных сооружений (труб, канав и т. п.) с проектными отметками дна в местах изменения уклонов и уклоноуказателями, дождеприемников в пониженных точках проектного рельефа с проектными
- ✓ отметками верха решеток, проектируемых транспортных сооружений с уклоноуказателями и проектными отметками характерных точек.

Ведомость открытых водоотводных сооружений

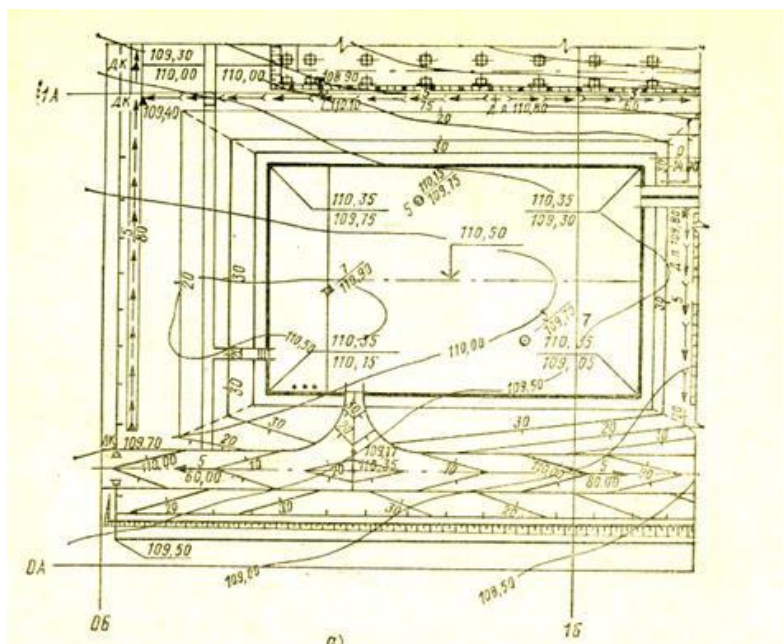
Вид сооружения	Координата оси или номер сооружения	Координаты (шпикетаж)		Длина, м	Объем земляных работ, м³	Укрепление, м²			Примечания
		начала	конца			бетон	мошение	оберновка	
	20	20	20	15	15	15	15	15	30
				185					

б)

Ведомость объемов работ

Наименование работ	Количество					
	Всего	Разработ	Разработ	Разработ	Разработ	Разработ
95	$\pi \times 15$			$\pi \times 15$		

Примечания: 1. Единицу измерения указывают после наименования работ, отделяя ее запятой.
 2. Вторая строка головки предусмотрена для наименования частей территории, по которым данные приводят отдельно.
 3. Число выделяемых частей территории и число граф для отдельных разработок уточняют по проектным данным.



Проектные горизонталы с отметками, кратными 0,50 м (при сечении через 0,10 м) и кратными 1,00 м (при сечении через 0,20 м) выполняют сплошной основной линией, остальные проектные горизонталы — тонкой линией. Линии перелома проектного рельефа наносят тонкой пунктирной линией.

На чертеже **в проектных горизонталях** проектные горизонталы проводят с сечением рельефа по всем элементам планировки (земляной поверхности, транспортным сооружениям, площадкам и т. п.). Отметки проектных горизонталей надписывают со стороны повышения рельефа. Отметки проектных горизонталей, кратные 1,00 м, указывают полностью, а для промежуточных отметок приводят только два знака после запятой.

На чертеже в **проектных отметках** опорные точки наносят по углам зданий и сооружений (площадок), в точках перелома уклонов проектного рельефа, пересечения осей автомобильных дорог, перелома уклонов транспортных сооружений и в других характерных точках. Опорные точки планировки обозначают знаком с размерами сторон 1,5—2 мм. Рядом со знаком помещают числовое значение отметки. На обозначениях сооружений для пропуска воды указывают проектные отметки входа и выхода по лотку водотока — для труб междушпальных лотков и по руслу — для мостов, а на выноске приводят сокращенное наименование и привязку сооружения (например, д. л.— дно лотка, д. к.— дно канавы и т. п.). На плане организации рельефа помещают ведомость открытых водоотводных **сооружений** и ведомость объемов работ.

Задание 2. Составить план земляных масс при применении метода подсчета объемов земляных работ по квадратам.

Чертежи выполняют в масштабе 1:500; 1:1000. На плане земляных масс наносят:

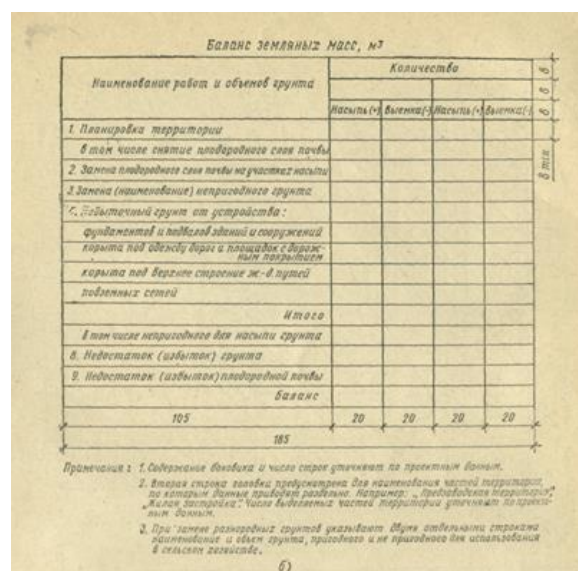
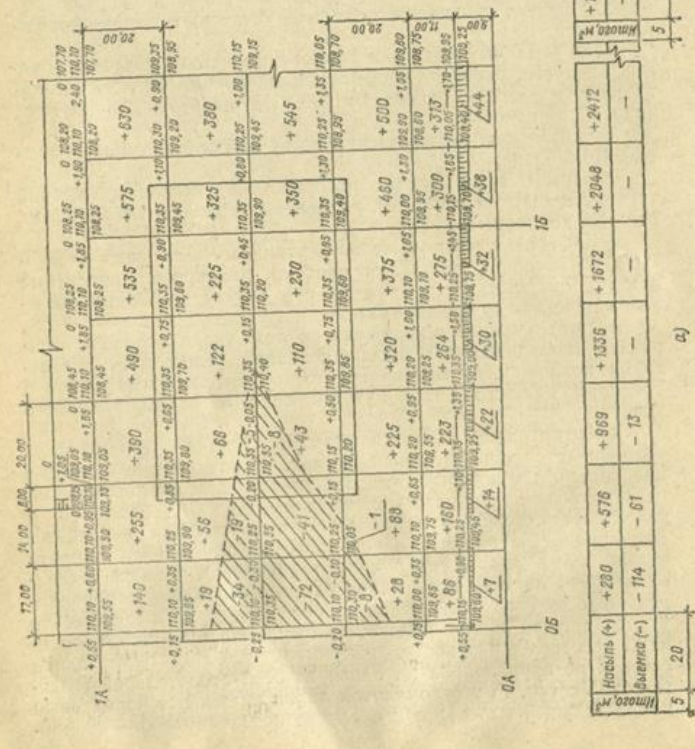
- ✓ строительную геодезическую сетку или заменяющий ее разбивочный базис;
- ✓ сетку квадратов (или других фигур), привязанную к геодезической сетке, красной линии или разбивочному базису, с проектными, фактическими и рабочими отметками в углах квадратов;
- ✓ линию нулевых работ с выделением площади выемок штриховкой и указанием объема земляных работ (с точностью до 1 м³) в пределах каждого квадрата или иной фигуры, образуемой контуром планировки;
- ✓ условные графические изображения основных зданий и сооружений, ограждений, условных границ территории, откосов, подпорных стенок;
- ✓ контуры залегания грунта, подлежащего замене или срезке.

Проектируемые и существующие здания (сооружения) выполняют сплошной тонкой линией.

Под изображением плана земляных масс приводят таблицу, в графах которой (под каждой колонкой квадратов плана) указывают суммарные объемы насыпи и выемки по колонке квадратов, а в строках суммарных объемов справа — общие объемы насыпи и выемки по всей планируемой территории. При выполнении плана замены грунта его оформляют аналогично плану земляных масс, присваивая чертежу соответствующее наименование, например: «План замены грунта», «План снятия плодородного почвенного слоя», «План- снятия строительного мусора». На чертеже земляных масс помещают:

- ✓ таблицу баланса земляных масс;
- ✓ ведомость объемов работ, если она не помещена на плане организации рельефа;

рис. 51. Примеры выполнения планов земляных масс при применении метода подсчета объемов земляных работ по квадратам (а) и заполнения таблицей баланса земляных масс (б)



- ✓ текстовые указания о необходимости корректировки рабочих отметок в местах устройства газонов, корыт под одежду дорог, площадок и верхнее строение железнодорожных путей.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема «Изучение содержания и назначения акта исполнительной съемки»

Исполнительные геодезические схемы

Задание 1. Изучить виды работ после завершения этапа работ возведения частей зданий и сооружений

После завершения этапа работ, возведения частей здания, сооружения выполняют геодезические измерения, называемые исполнительными геодезическими съемками.

В процессе исполнительных съемок определяют плановое и высотное положение выверенных и окончательно закрепленных конструкций и элементов здания, сооружения.

Выполнение исполнительных съемок предназначено для решения следующих задач:

- обеспечение систематического контроля и учета объемов выполненных строительно-монтажных работ;
- выявление соответствия выполненных работ проектным данным с целью своевременного устранения отклонений;
- установление фактического положения конструкций.

По результатам исполнительной геодезической съемки элементов конструкций и частей зданий, сооружений следует составлять исполнительные геодезические схемы. На схемах должны наноситься проектные и фактические размеры или отклонения от них. Исполнительные геодезические съемки с составлением схем на всех стадиях строительства осуществляют организации, выполняющие эти работы.

При возведении зданий и сооружений в зависимости от их конструктивных особенностей должны составляться следующие исполнительные геодезические схемы:

- исполнительные схемы на разбивочные работы (разбивка и закрепление осей здания, как приложение к акту на разбивку осей; детальная разбивка осей на монтажных горизонтах; разбивка осей инженерных коммуникаций, контуров котлована, как приложение к акту его приемки);
- исполнительные схемы подземной части зданий и сооружений (готового котлована; земляного полотна дорог и других земляных сооружений, свайных полей, всех видов фундаментов, стен подвала, фундаментов под оборудование - анкерных болтов, закладных деталей, колодцев);
- исполнительные схемы надземной части зданий и сооружений (планово-высотные съемки колонн, оголовков и консолей колонн, подкрановых балок и путей; монтажа балок и ферм; каждого этажа здания, сооружения (монтажного горизонта), лифтовых шахт.

Исполнительную схему котлована выполняют после зачистки дна котлована. При этом определяют положение осей, внутренний контур, отметки дна котлована по результатам нивелирования поверхности по квадратам и их отклонения от проектного

значения.

При исполнительной съемке ленточных фундаментов в плане на верхние и боковые грани вновь переносят оси, от которых выполняют замеры, а также определяют отклонение отметок верха фундамента от проектной. При исполнительной съемке фундаментов стаканного типа определяют отклонение отметки дна стакана от проектной и фактические размеры стакана в нижнем сечении. Исполнительную съемку свай выполняют после их окончательного погружения и срезке на проектном уровне. При этом определяют направление и величину смещения центра свай от планового проектного положения, а также отклонение оголовков свай от проектной отметки. Завершением нулевого цикла строительства является составление исполнительной схемы планово-высотного положения конструкций подвальной части здания, на которой показывают фактическое положение осей и смещение стен от проектного положения. Исполнительную съемку стен технического подполья выполняют после монтажа плит перекрытия и завершения работ по подготовке монтажного горизонта.

Задание 2. Изучить использование результатов исполнительной съемки

Результаты исполнительной съемки подземной части сооружения отражают на схемах осей, вынесенных на перекрытие над подвалом, с указанием их проектных и фактических размеров, на схемах нивелирования поверхности перекрытия над подвалом с указанием проектной и фактической отметок в углах плит перекрытий, а также схемах планового положения смонтированных элементов цокольного этажа.

При возведении надземной части производят поэтажную исполнительную съемку, фиксирующую точность создания разбивочной сети на монтажном горизонте, точность монтируемых конструкций и их элементов. На исполнительной схеме стеновых панелей показывают направление и величину отклонения плоскости стеновой панели в верхнем сечении от вертикали, а также смещение оси панели или ее грани в нижнем сечении от разбивочной оси.

На исполнительной схеме съемки колонн многоэтажного здания показывают направление и величину смещения осей колонн от разбивочных осей в нижнем и верхнем сечениях, а также отклонение отметки верха колонны относительно "0" мм. При этом за "0" принимают отметку колонны, имеющей наибольшую абсолютную величину.

Плановые отметки могут быть получены непосредственными промерами от осей или их параллелей, разбитых на монтажном горизонте. Отклонение от вертикали определяют рейкой-отвесом, простым отвесом или боковым нивелированием. Отклонение по высоте получают техническим нивелированием. При исполнительной съемке лифтовых шахт определяют величину разности диагоналей шахты в плане и отклонения стен от вертикали. Длины диагоналей находят путем промеров, отклонения от вертикали - по отвесу.

Исполнительную съемку кирпичных зданий выполняют на каждом этаже после возведения стен. На исполнительной схеме показывают отклонения от проектных размеров по толщине стен, по отметкам опорных поверхностей; плановые и высотные положения оконных и дверных проемов, плит, перегородок; отклонение по смещению

осей конструкций от разбивочных осей, поверхностей и углов кладки по вертикали на один этаж и на все здание высотой более двух этажей. Контроль планового положения кладки стен осуществляют линейными промерами от продольных и поперечных разбивочных осей. Толщину стен при исполнительной съемке определяют непосредственным их промером. Вертикальность кладки определяют измерением линейкой расстояния от нити отвеса до стены в наиболее характерных ее точках или через равные промежутки. Геометрическим нивелированием точек через каждые 5 м определяют соответствия полученного горизонта законченной кирпичной кладки каждого этажа проектному значению. При передаче отдельных частей здания, сооружения от одной строительной-монтажной организации другой необходимые для выполнения последующих геодезических работ знаки, закрепляющие оси, отметки, ориентиры и материалы исполнительных съемок должны быть переданы по акту.

Исполнительную геодезическую документацию подписывают геодезист, производитель работ и главный инженер строительной организации. Она составляется в двух экземплярах, из которых один экземпляр хранится на строительной площадке, а второй передается в производственно-технический отдел строительной организации.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

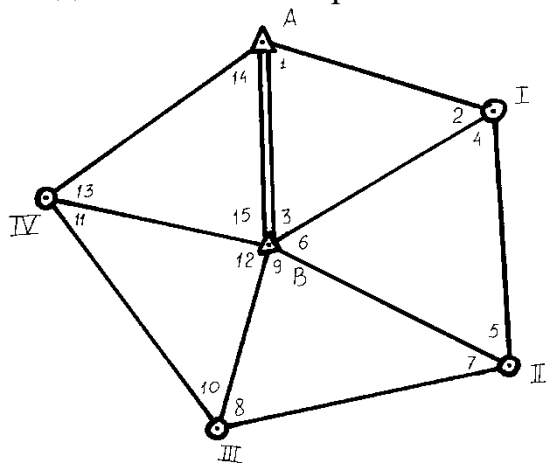
Тема «Уравнивание и вычисление координат точек базисной сети»

Цель: изучение камеральной обработки геодезических измерений при уравнивании систем триангуляции 2 разряда.

1. Упрощенное уравнивание центральной системы.

1. Общие указания и исходные данные.

Центральной системой в геодезии принято называть такую систему треугольников триангуляции, которая имеет в своем составе точку, на которой измеряемые углы образуют полный круг. Уравнивание центральной системы состоит в определении поправок к измеряемым углам, уравненных координат точек и оценки точности геодезического построения.



Данная методика уравнивания называется упрощенной потому, что решение возникающих в системе условных уравнений производится отдельно, по типам уравнений.

Рисунок 1 – Схема центральной системы.

Таблица 1 - Исходные данные для решения центральной системы *Таблица 1*

№ угла	Угол			№ угла	Угол			№ угла	Угол		
	°	'	''		°	'	''		°	'	''
1	53	16	00+K1*N _B	7	58	45	54+K2*N _B	13	50	33	21+K3*N _B
2	44	57	00+K2*N _B	8	61	42	38+K4*N _B	14	66	14	36+K1*N _B
3	81	46	57+K3*N _B	9	59	31	32+K3*N _B	15	63	12	08+K2*N _B
4	50	42	57+K1*N _B	10	53	19	40+K2*N _B				
5	43	27	39+K2*N _B	11	57	00	29+K1*N _B				
6	85	49	32+K3*N _B	12	69	39	46+K3*N _B				

Таблица 2 - Исходные координаты

Исходный пункт	координаты	
	X	Y
A	85443,47	30190,40
B	83659,97 + K5*N _B	31146,19 + K6*N _B

В таблицах 1 и 2, N_B - индивидуальный номер для студента, выдаваемый преподавателем, K1, K2, K3, K4, K5, K6 – коэффициенты, выдаваемые преподавателем для группы.

2. Общий порядок уравнивания центральной системы.

Подсчитать число возникающих в сети условных уравнений, разбить их по группам. Решить условные уравнения и вычислить уравненные углы. Вычислить длины всех сторон сети. Составить ходовую линию и вычислить координаты всех точек сети. Произвести оценку точности.

3. Порядок выполнения.

Подсчет числа и составление условных уравнений.

Составить схему уравниваемой сети. Подсчитать число измеряемых углов и число определяемых пунктов. Вычислить число условных уравнений возникающих в данной сети:

$$r = n - 2N, \quad (3.1)$$

где: r – число условных уравнений, n – количество измеряемых углов, N – количество определяемых пунктов сети.

Составление условных уравнений начинаем с уравнений фигур, в данном случае треугольников. Эти уравнения составляют первую группу.

$$(1) + (2) + (3) + W_1 = 0 \quad (3.2)$$

$$(4) + (5) + (6) + W_2 = 0 \quad (3.3)$$

$$(7) + (8) + (9) + W_3 = 0 \quad (3.4)$$

$$(10) + (11) + (12) + W_4 = 0 \quad (3.5)$$

$$(13) + (14) + (15) + W_5 = 0 \quad (3.6)$$

где: (1), (2), (3) и т.д. – поправки в измеряемые углы, W – свободные члены уравнений, вычисляемые по следующим формулам:

$$W_1 = 180^\circ - 1 - 2 - 3 \quad (3.7)$$

$$W_2 = 180^\circ - 4 - 5 - 6 \quad (3.8)$$

$$W_3 = 180^\circ - 7 - 8 - 9 \quad (3.9)$$

$$W_4 = 180^\circ - 10 - 11 - 12 \quad (3.10)$$

$$W_5 = 180^\circ - 13 - 14 - 15 \quad (3.11)$$

Вторая группа уравнений состоит из уравнения горизонта. Данное уравнение содержит поправки в углы измеряемые при центральной точки.

$$(3) + (6) + (9) + (12) + (15) + W_6 = 0, \quad (3.12)$$

$$\text{где: } W_6 = 360^\circ - 3 - 6 - 9 - 12 - 15 \quad (3.13)$$

Третья группа уравнений это уравнение полюса. Уравнение полюса для данной системы имеет следующий вид:

$$\Delta_1(1) - \Delta_2(2) + \Delta_4(4) - \Delta_5(5) + \Delta_7(7) - \Delta_8(8) + \Delta_{10}(10) - \Delta_{11}(11) + \Delta_{13}(13) - \Delta_{14}(14) + W_7 = 0, \quad (3.14)$$

где: Δ – изменение шестого знака логарифма синуса угла при изменении угла на одну секунду,

$$W_7 = \lg(\sin[1]) - \lg(\sin[2]) + \lg(\sin[4]) - \lg(\sin[5]) + \lg(\sin[7]) - \lg(\sin[8]) + \lg(\sin[10]) - \lg(\sin[11]) + \lg(\sin[13]) - \lg(\sin[14]) \quad (3.15)$$

Решение условных уравнений

Решение данной задачи принято производить в таблице (см. таблица11). В таблицу выписать значения измеряемых углов, по каждому треугольнику вычислить суммы углов и определить свободные члены уравнений первой группы (3.7 – 3.11). Поправки за уравнения первой группы распределить равномерно на все углы треугольника, в целых минутах таким образом, чтобы сумма поправок была равна свободному члену уравнения, взятому с противоположным знаком. Вычислить значения углов исправленных поправками уравнений первой группы.

Определить свободный член уравнения второй группы (3.13). Поправки за уравнения второй группы распределить равномерно на все углы, расположенные при центральной точке системы, в целых минутах таким образом, чтобы сумма поправок была равна свободному члену уравнения, взятому с противоположным знаком. Для компенсации влияния уравнения второй группы на уравнения первой ввести дополнительные поправки в остальные углы треугольника равномерно в целых минутах таким образом, чтобы сумма поправок была равна нулю. Вычислить значения углов исправленных поправками уравнения второй группы.

Вычислить десятичные логарифмы синусов углов входящих в уравнение третьей группы. Для простоты дальнейших вычислений прибавить к значениям логарифмов десять и округлить до седьмого знака после запятой. Определить свободный член уравнения третьей группы (3.15). Для вычисления поправок в уравнение вычислить коэффициент (3.16).

$$\hat{E} = \frac{W_7}{\sum (\Delta_i + \Delta_{i+1})^2} \quad (3.16)$$

Величину поправки в углы вычислить по формуле:

$$V_i = K(\Delta_i + \Delta_{i+1}) \quad (3.17)$$

знак поправки определить из уравнения (3.14). Вычислить исправленные углы. Оценку точности уравненного угла провести по формуле

$$m_\beta = \sqrt{\frac{\sum (V^1 + V^2 + V^3)^2}{r}} \quad (3.18)$$

Вычисление длин сторон сети

После уравнивания углов центральной системы вычислить длины всех сторон сети. Длину исходной стороны определить по координатам исходных точек (3.18). Вычисление остальных сторон провести по теореме синусов. (3.19 - формула для вычисления стороны AI). Контролем правильности уравнивания и вычисления сторон служит определение длины исходной стороны. Относительная ошибка определения стороны (3.20) не должна быть больше 1 / 10000.

$$S_{AA} = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2} \quad (3.19)$$

$$S_{AI} = \frac{S_{AB} \sin[1]}{\sin[3]} \quad (3.20)$$

$$f_{\text{ош}} = \frac{S_{AB} - S_{AB}^{\text{ис}}}{S_{AB}} \quad (3.21)$$

Вычисление координат точек сети

Перед началом вычисления координат всех точек сети проложить ходовую линию. Ходовая линия должна проходить через все определяемые точки сети, а начинаться и заканчиваться на твердых точках. По уравненным углам и вычисленным длинам линий составить ведомость вычисления координат и посчитать ее.

Оформление работы

Решение оформить на отдельных листах. При оформлении обязательно привести схему сети, таблицу уравнивания, ведомость вычисления координат и результаты оценки точности вычислений.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Тема «Изучение исполнительной геодезической документации (ИГД)»

Цель: понять содержание нормативных документов

Задание 1. Изучить назначение исполнительной геодезической документации

Исполнительная геодезическая документация (ИГД)— это документация предназначена для регистрации значений линейных и угловых размеров, координат, расстояний, отметок, уклонов, сечений, диаметров, привязок и других геометрических параметров элементов, конструкций и частей зданий и сооружений, инженерных сетей, элементов благоустройства, знаков закрепления пунктов геодезической разбивочной основы с целью определения их соответствия проектной документации и требованиям нормативных документов, оценки качества строительной продукции, а также нанесения проложенных инженерных сетей на топографические планы (п.3.1 ГОСТ Р 51872-2002).

Исполнительная геодезическая документация входит в состав исполнительной документации (п.6.13 СП 48.13330.2011). Требования к составу, содержанию, оформлению, контролю, порядку приема и хранения исполнительной геодезической документации приведены в ГОСТ Р 51872-2002 «Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения» и СП 48.13330.2011 «Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004».

Задание 2. Изучить состав, содержание и оформление исполнительной геодезической документации (ГИД) согласно п.3.4 ГОСТ Р 51872-2002

Задание 3. Изучить перечень исполнительных схем по элементам, конструкциям и частям зданий и сооружений, благоустройству и геодезической разбивочной основе

См. приложение А ГОСТ Р 51872-2002.

Задание 4. Изучить значение ГИД для межевых планов при выполнении кадастровых работ (ГОСТ Р 51872-2019)

Задание 5. Изучить контроль, передачу, приемку и хранение ГИД (ГОСТ Р 51872-2019)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Тема «Изучение нормативных документов по деформации сооружений»

Цель: понять содержание нормативных документов

Задание 1. Изучить виды деформаций сооружений

Задание 2. Изучить основные положения межгосударственного стандарта «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений» (ГОСТ 24846-2012)

Задание 3. Изучить основные положения ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния

Алгоритм изучения:

1. Изучить общие правила проведения обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений
2. Изучить правила обследования технического состояния зданий и сооружений

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Тема «Обработка и анализ результатов наблюдений за деформациями»

Цель: научиться анализировать результаты наблюдений за деформациями

Задание 1. Обработать результаты наблюдений за осадками

Основные вопросы обработки и анализа результатов наблюдений за деформациями рассмотрим на наиболее распространенном виде работ — наблюдениях за осадками.

По окончании очередного цикла измерений необходимо выполнить оценку точности полученных результатов. Поскольку в основу всех точностных расчетов этого вида работ закладывают величину средней квадратической ошибки превышения на станции, удовлетворяющую для данной схемы исходным требованиям по точности определения осадок, то для сравнения ее и необходимо получить из результатов измерений.

С этой целью используют следующие формулы:

$$m_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d^2}{0,5n}},$$

где d — разность значений превышений в ходах прямо и обратно или при двух горизонтах прибора; n — число разностей.

По невязкам замкнутых полигонов:

$$m_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k \omega_i^2}{0,5n}},$$

где ω_i — невязка замкнутого полигона; k — число полигонов; n — общее число превышений во всех полигонах.

Из уравнивания

$$m_h = \sqrt{\frac{\sum p v^2}{r}},$$

где $\sum p v^2$ — величина, получаемая из уравнения; r — число избыточных измерений.

При уравнивании на ЭВМ любая программа автоматически предусматривает оценку точности.

По результатам уравнивания составляют ведомость уравненных превышений и отметок деформационных реперов, а по разностям их отметок — ведомость осадок. При этом осадки можно вычислять по отношению к начальному циклу, выявляя их накопление за весь период наблюдений, и к предыдущему циклу для оценки текущих изменений.

В случае, если точность полученных результатов удовлетворяет требуемой (заданной), приступают к анализу результатов наблюдений.

В соответствии с решаемой задачей анализу подлежат осадки всех деформационных точек. Поскольку на объекте наблюдений их бывает достаточно много, то только прочтение ведомостей осадок не дает общего впечатления о происходящих процессах. Поэтому стремятся представить результаты наблюдений в графическом виде.

Задание 2. Построить графики осадок

Традиционно графики представляют в виде, показанном на рис. 1. Однако эти графики не обладают достаточной наглядностью, поскольку для изображения всего происходящего процесса по всем реперам таких графиков необходимо строить достаточно много.

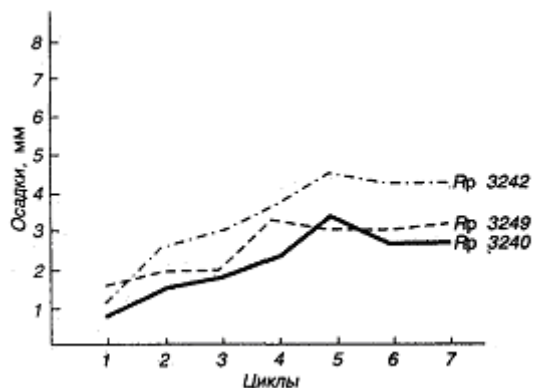


рис. 1 График осадок.

для большей наглядности составляют два графика в виде изолиний равных осадок: один — пространственно-временной по профилям, другой — пространственный в топографической системе координат на плане масштаба 1: 500 или 1: 1000.

Первый вид графиков строится следующим образом. В выбранном масштабе по горизонтали откладывают расстояния между реперами профиля (рис. 1).

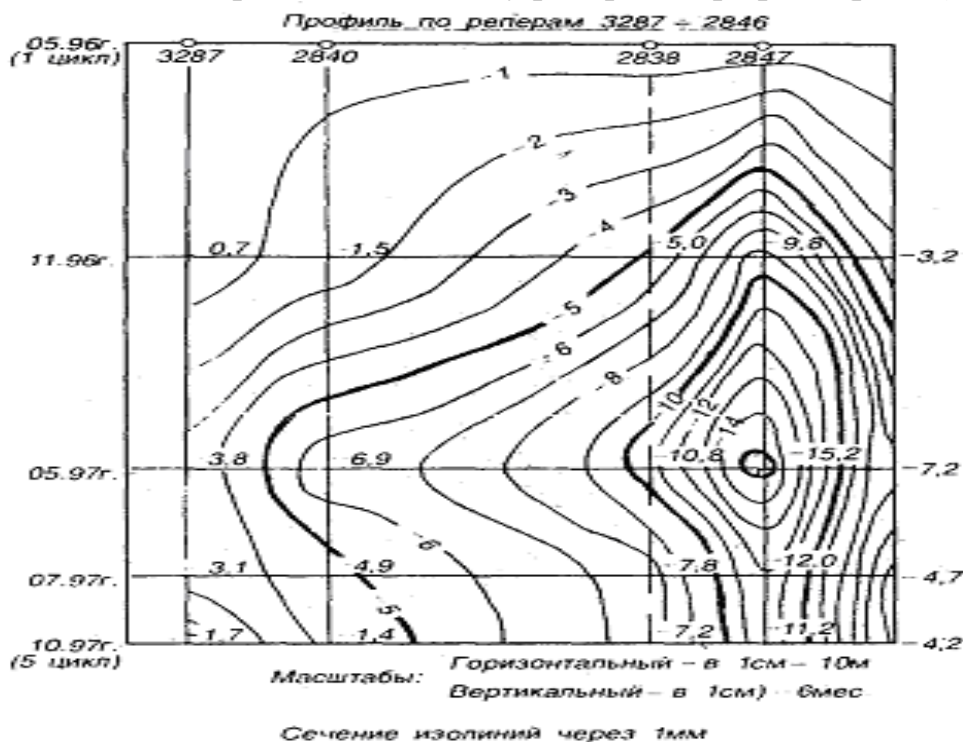


Рис. 2 Пространственно-временной график осадок.

В соответствующем масштабе по вертикали откладывают время между циклами наблюдений. В узлах полученной сетки прямоугольников подписывают значения величин осадок соответствующего репера на соответствующую дату проведения цикла измерений. Линейным интерполированием между точками осадок проводят

изолинии в выбранной величине сечения, обычно — через 1 мм. Изолинии, кратные 5, утолщают. Для удобства чтения графика следует помнить, что изолинии, параллельные вертикали, свидетельствуют об общем наклоне площадки в ту или иную сторону, т. е. о неравномерной осадке; изолинии, параллельные горизонтали — о равномерной осадке. Пространственно-временной график отражает деформационный процесс по всем циклам наблюдений.

Пространственный график на топографической основе (рис. 3) строится так же, как рисуется рельеф в горизонталях, только исходными служат осадки реперов между соответствующими двумя циклами: текущим и начальным, текущим и предшествующим и т. п. Эти графики обладают особой наглядностью при отображении деформации поверхности.

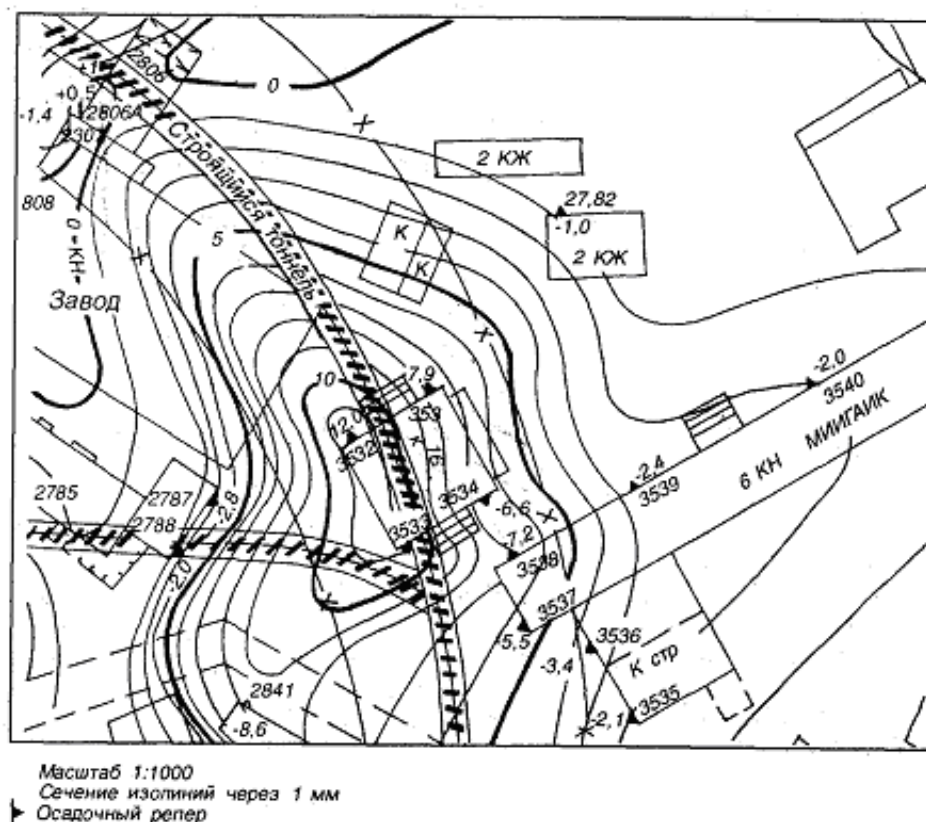


Рис. 3 Пространственный график осадок.

Получаемая информация является исходной для анализа происходящего процесса деформаций. Для анализа используют также материалы по геологии, гидрогеологии, климатологии, состоянию строительных работ и т. п.

При анализе осадок отдельных зданий и сооружений отслеживают их неравномерный характер и вычисляют разности осадок характерных точек в направлении продольных и поперечных осей здания. Особое внимание уделяют зданиям, у которых обнаруживаются значительные осадки, особенно неравномерные. Сведения об этом немедленно передаются всем заинтересованным организациям для своевременного принятия необходимых мер.

По результатам наблюдений каждого цикла составляют краткую пояснительную записку, в которой приводят сведения об измерениях и их предварительном анализе.

Эти сведения, как правило, содержат: фактическую схему и краткое описание технологии измерений; результаты уравнивания; оценку точности полученных результатов; ведомости отметок и осадок реперов; графический иллюстративный материал; краткий анализ результатов наблюдений.

По окончании работ составляют технический отчет, являющийся основным техническим документом по результатам наблюдений. Он содержит те же сведения, что и пояснительная записка, но в обобщенной по всем циклам форме с более подробным анализом и обобщающими выводами.

Отчет по работе. Сдать готовые графики