

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Прикладная геодезия»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»

Ростов-на-Дону

ДГТУ

2018

УДК 528.4 (076.5)

Составители: А.Р. Губеладзе, Е.Н. Яговкина, И.О.Губеладзе

Методические указания к практическим работам по дисциплине
«Геодезическое обеспечение гражданского строительства». – Ростов-на-
Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2018. –

В методических указаниях рассмотрены специальные виды инженерно-геодезических работ: вертикальная планировка, проектирование контура котлована, подготовка геодезических данных для выноса проекта сооружения в натуру, исполнительные съемки и т.д. Методические указания предназначены для студентов специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия» и направлению подготовки 21.04.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» очной и заочной форм обучения.

УДК 528.4 (076.5)

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Научный редактор

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Прикладная геодезия»
канд. техн. наук, доцент Л.Ф. Кирильчик

В печать 11.07. 2018-07-17
Формат 60х84/16. Объем усл. п. л.
Тираж 100 экз. Заказ № 385

Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный
технический университет, 2018

Практическое занятие № 1
Геодезические работы при вертикальной планировке
Проектирование горизонтальной площадки

Исходные данные: Отметки вершин квадратов, полученные по результатам нивелирования поверхности (таблица 1 приложения)

Работы выполняют в следующем порядке:

1. Определяют проектную отметку горизонтальной площадки по формуле

$$H_{Пр} = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 4\sum H_4}{4 \cdot n}, \quad (1.1)$$

где $\sum H_1$ – сумма отметок, принадлежащих только одному квадрату;

$\sum H_2$ – сумма отметок, общих для двух смежных квадратов;

$\sum H_4$ – сумма отметок, общих для четырех смежных квадратов;

n – число квадратов.

2. Вычисляют рабочие отметки h_i по формуле

$$h_i = H_{Пр} - H_i,$$

где H_i – фактические отметки вершин квадрата.

Числовые значения рабочих отметок показывают красным цветом у соответствующих вершин квадратов.

3. Определяют положение линии нулевых работ.

Расстояния до точек нулевых работ от ближайших вершин квадратов вычисляют по формулам

$$l_1 = \frac{a \cdot |h_1|}{|h_1| + |h_2|}, \quad l_2 = \frac{a \cdot |h_2|}{|h_1| + |h_2|}, \quad (1.2)$$

где $|h_1|$ и $|h_2|$ – абсолютные значения рабочих отметок двух соседних вершин квадрата;

a – сторона квадрата.

Контроль вычислений $l_1 + l_2 = a$.

После соединения смежных точек нулевых работ получают линию нулевых работ, которую показывают синим цветом.

4. Подсчитывают объемы земляных работ.

Объемы подсчитывают для насыпи и выемки отдельно в ведомости вычислений объемов земляных работ.

В целых квадратах объем земляных работ вычисляют по формуле

$$V = a^2 \frac{\sum h_i}{4} \quad (1.3)$$

где $\sum h_i$ – сумма рабочих отметок вершин квадрата.

Квадраты, пересекаемые линией нулевых работ, разбивают на треугольники. Объем грунта в пределах треугольных призм, вычисляют по формуле

$$V = \Pi \frac{\sum h_i}{3}, \quad (1.4)$$

где Π – площадь треугольника;

$\sum h_i$ – сумма рабочих отметок его вершин.

Контролем правильности вычисления служит равенство суммы площадей всех фигур общей площади планируемого участка $\Pi_{общ} = n \cdot a^2$, а также примерное равенство (баланс) объемов насыпи и выемки (табл. 1.1).

В заключение составляют картограмму перемещения земляных масс. Под номером каждой фигуры подписывают объем земляных работ с округлением до целых кубических метров и стрелкой указывают направление перемещения грунта из выемок в насыпи.

Таблица 1.1- Ведомость вычисления объемов земляных работ

| Номер фигуры | Площадь фигуры, м ² | Средняя рабочая отметка, м | Объемы земляных работ, м ³ | |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------|
| | | | Выемка (-) | Насыпь (+) |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| | Σ | | V_B | V_H |
| $\Delta V = \frac{ V_B - V_H }{ V_B + V_H } \cdot 100\% \leq 3\%$ | | | | |

Практическое занятие № 2

Геодезические работы при вертикальной планировке

Проектирование наклонной площадки

Исходные данные: Высотные отметки вершин квадратов приведены в таблице 1; проектному уклону i_{Π} площадки и его дирекционному углу α_{Π} (таблица 2 приложения).

Порядок выполнения работы:

1. Задаются условной системой координат X и Y , и определяем координаты центра площадки.

2. Находят проектную высоту центра тяжести по формуле (1.1).

3. По заданному максимальному проектному уклону i_{Π} площадки и его дирекционному углу α_{Π} вычисляют уклон линии, соединяющей центр тяжести с одной из ближайших вершин квадрата, например (рис. 2.1), уклон линии $ЦТ - B3$

$$i_d = i_{\Pi} \cdot \cos(\alpha - \alpha_{\Pi}),$$

(расстояние $ЦТ - B3 = d$ получают графически с чертежа; дирекционный угол α измеряют транспортиром).

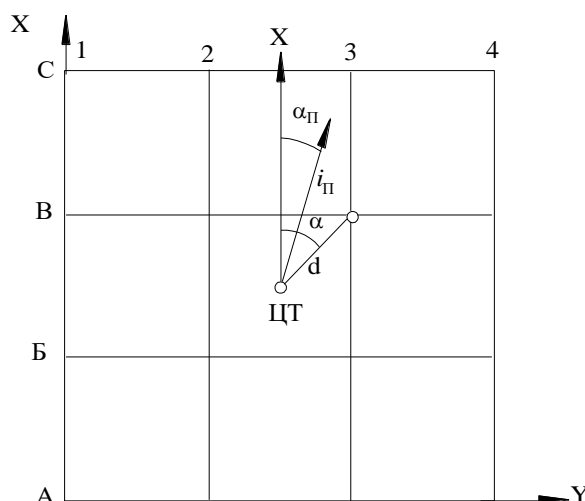


Рисунок 2.1 – Схема вычисления уклона отрезка d

4. Находят проектную высоту точки $B3$ и значения уклонов i_X и i_Y между вершинами квадратов по линиям, параллельным осям X и Y

$$H_{B3} = H_{\Pi p} - i_d \cdot d ; \quad i_X = i_{\Pi} \cdot \cos \alpha_{\Pi} ; \quad i_Y = i_{\Pi} \cdot \sin \alpha_Y . \quad (2.1)$$

5. Используя полученные значения i_X и i_Y , вычисляют проектные превышения между вершинами квадратов вдоль осей X и Y

$$h_X = a \cdot i_X; \quad h_Y = a \cdot i_Y.$$

6. Перед вычислением проектных высот по направлению уклона определяют знак превышений h_X и h_Y .

7. Находят рабочие отметки по формуле

$$h_i = H_{Пр_i} - H_i$$

и подписывают их на схеме.

8. По формулам (1.2) определяют положение линии нулевых работ.

9. Вычисляют объемы земляных работ по формулам (1.3), (1.4) в таблице 1.1.

Практическое занятие № 3

Подготовка данных для разбивки контура котлована и определение объемов земляных работ

Исходные данные: план участка масштаба 1:200 с нанесенными на него основными осями здания (рис. 3.1), проектная отметка дна котлована $H_{Д}$, крутизна откоса $k = i_0$.

1. Для построения контура нижней бровки графоаналитическим способом откладываем на плане от основных осей $A-A$, $B-B$, $1-1$, $7-7$ расстояния

$$d_n = l_C + l_{II}, \quad (3.1)$$

где l_{II} - ширина пазух, м;

l_C - расстояние от осей до наружной грани фундамента, м (рис. 3.1).

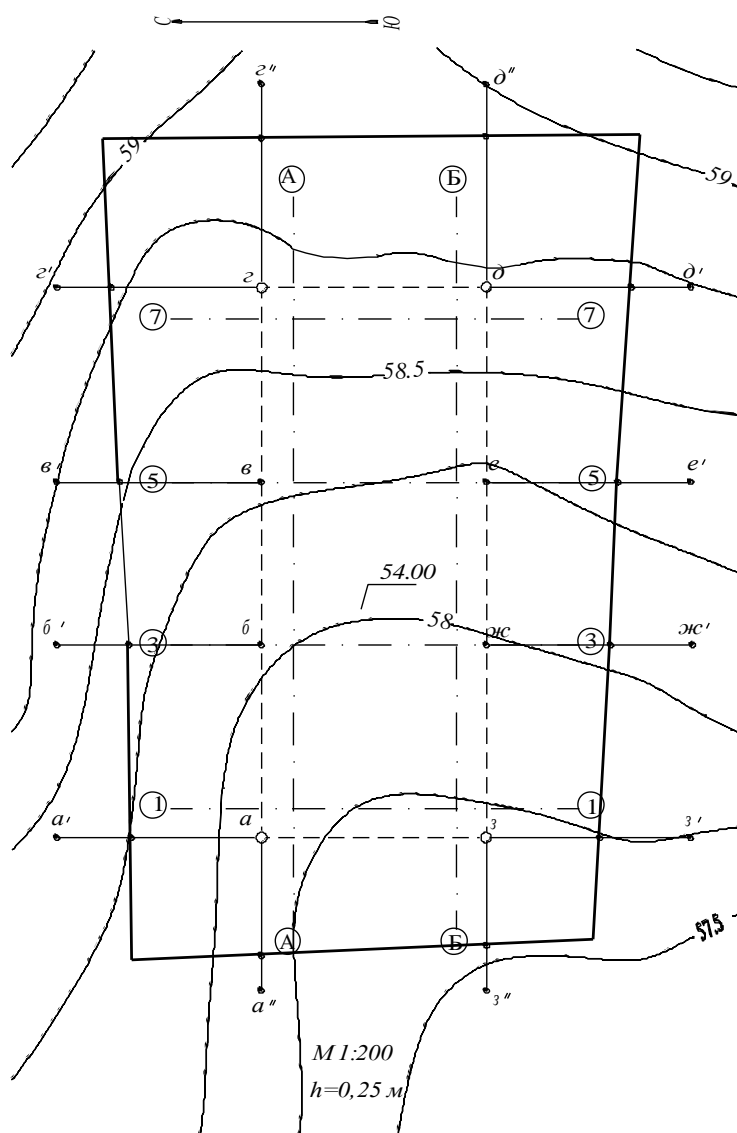


Рисунок 3.1 - Схема расположения котлована

2. Для определения расстояния между верхней и нижней бровками наносят на план промежуточные оси здания 3–3, 5–5 по расстояниям между осями L , м, и в точках a , $б$, $в$, $г$, $д$, $е$, $ж$, $з$, определяют по горизонталям отметки H_j этих точек, которые записывают в графу 2 ведомости вычислений разбивочных элементов контуров верхней бровки котлована (табл. 3.1).

Таблица 3.1 - Ведомость вычисления разбивочных элементов контуров верхней бровки котлована

| Название линии | Отметки, м | | Длина линии l_j , м | Уклон линии i_j | Расстояние между бровками d_j , м | Отметка верхней бровки, м $H^0_j = H_d + i_0 \cdot d_j$ |
|----------------|------------|--------|-----------------------|-------------------|-------------------------------------|--|
| | H_j | H'_j | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | | | | | |

3. От полученных точек по осям зданий откладывают расстояния l_j , получают вспомогательные точки a' , $б'$, $в'$, $г'$, $д'$, $е'$, $ж'$, $з'$ и определяют отметки этих точек H'_j .

4. Расстояния l_j высчитывают для каждой из сторон котлована как величину $d' = h/k$ кратную 2,5м в сторону увеличения.

В свою очередь, глубина котлована - $h = H_j - H_d$ и крутизна откоса - $k = h/d'$. Значения l_j записывают в графу 4; а отметки точек H'_j - в графу 3 ведомости.

5. Вычисляют уклоны линий местности по формуле

$$i_j = \frac{(H'_j - H_j)}{l_j}, \quad (3.2)$$

а результаты заносят в графу 5 таблицы.

6. Горизонтальные проложения между нижней и верхней бровками вычисляют по формуле

$$d_j = \frac{(H_j - H_d)}{(i_0 - i_j)}. \quad (3.3)$$

Результаты вычислений записывают в графу 6 таблицы.

7. Расстояния d_j откладывают в соответствующем масштабе на плане от точек контура нижней бровки, соединяют полученные точки ломаной линией, обозначающей контур верхней бровки котлована. На рисунке .2 контур верхней бровки обозначен сплошной линией.

8. Для последующего определения объемов земляных работ вычисляют отметки H^0_j точек верхней бровки (точек нулевых работ) по формуле

$$H^0_j = H_{\text{д}} + i_0 \cdot d_j. \quad (3.4)$$

Полученные значения отметок вписывают в графу 7. Для контроля определяют отметки точек верхней бровки по плану и сравнивают их с вычисленными значениями. Допускают расхождения в отметках до 0,1 м.

Для определения расстояния d_0 по верхней бровке до угла контура котлована (рис. 3.2) используют формулу

$$d_0 = d_1 - \frac{(d_2 - d_1) \cdot d_{01}}{d_{12}}, \quad (3.5)$$

где d_1 и d_2 – расстояния между бровками котлована в ближайшей и последующих точках;

d_{12} – расстояние между этими точками по нижней бровке;

d_{01} – расстояние между бровками, примыкающее к определяемому расстоянию.

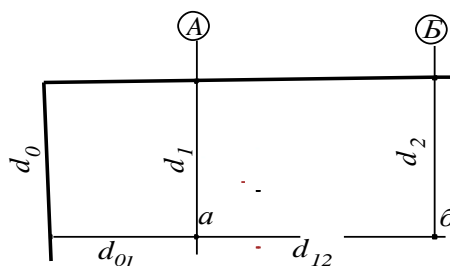


Рисунок 3.2 - Схема построения углов котлована

Для построения контуров котлована на местности составляют разбивочный чертеж (рис. 3.3), на котором показывают основные оси здания,

контуры нижней и верхней бровок котлована, выписывают значения всех разбивочных элементов (расстояний от осей здания до нижней бровки, расстояния между нижней и верхней бровками и расстояния до углов контура котлована). Для ориентирования чертежа показывают направление С-Ю.

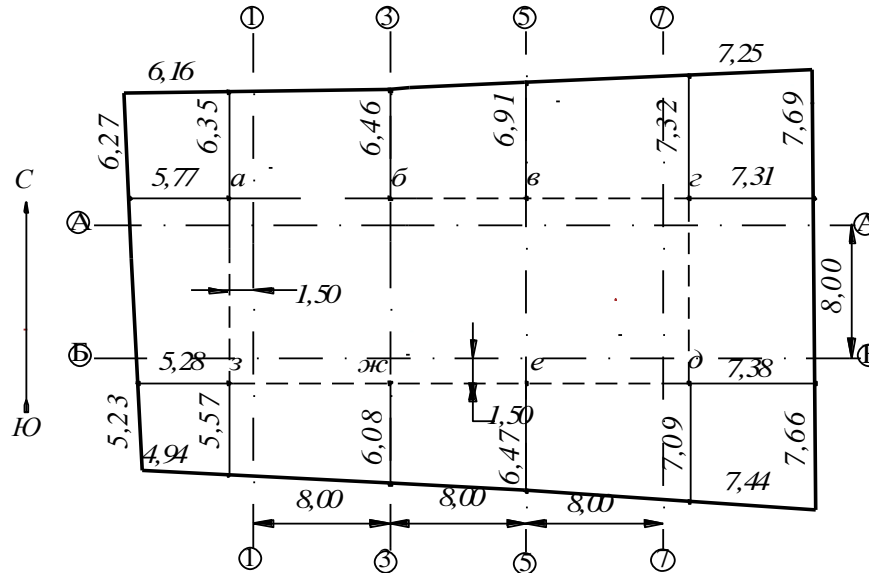


Рисунок 3.3 - Разбивочный чертеж

9. Для определения объемов земляных работ контур котлована разбивают на простые фигуры. На рис. 3.4 контур котлована разбит на прямоугольники 1,2,3, трапеции 5,6,7,9,11,12,13,15 и четырехугольники 4,8,10,14.

Для подсчета объемов на схему котлована (рис. 3.4) выписывают расстояния между бровками котлована и расстояния между точками нижней бровки котлована.

Для всех точек по нижней бровке котлована вычисляют рабочие отметки и выписывают их на схему. Рабочие отметки вычисляют по формуле:

$$h_j = H_j - H_d, \quad (3.6)$$

где H_j - отметка поверхности земли в j -ой точке, выбирается из графы 2 таблицы 3.1.

При определении объемов земляных работ тела, образованные в результате разбивки контура котлована на фигуры, с некоторой погрешностью

принимают за тела правильной геометрической формы, а вычисление объемов осуществляют по известным из геометрии формулам.

Объемы тел в фигурах 1,2,3 определяют как объемы прямоугольных параллелепипедов по формуле

$$V_1 = a \cdot b \cdot \frac{(h_a + h_o + h_{жс} + h_3)}{4}; \quad (3.7)$$

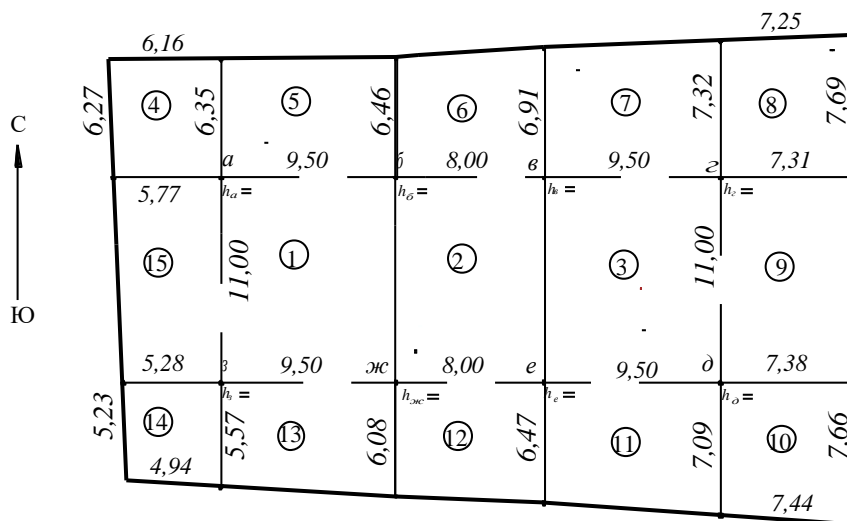


Рисунок 3.4 - Схема котлована с нумерацией фигур

Объемы тел в фигурах 4,8,10,14 определяют как объемы четырехугольных пирамид по формуле

$$V_8 = \frac{(d_1 + d_3) \cdot (d_2 + d_4) \cdot h}{12}; \quad (3.8)$$

Объемы тел в фигурах 5,6,7,11,12,13,15 определяют как объемы треугольных призм

$$V_{11} = \frac{(d_1 \cdot h_1 + d_2 \cdot h_2) \cdot a}{4} \quad (3.9)$$

Общий объем земляных работ при выемке грунта

$$V = \sum_j^n V_i,$$

где n – число фигур на схеме котлована.

Практическое занятие № 4

Подготовка геодезических данных для выноса проекта в натуру

Исходными материалами для подготовки разбивочных данных служат план в масштабе 1:500 и проектные габариты l_1 и l_2 здания (рис. 4.1).

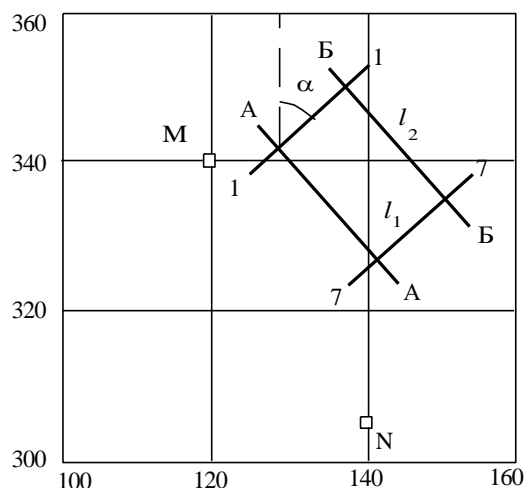


Рисунок 4.1 - Разбивка осей здания на плане

Последовательность работы:

1. Нанесение на план габаритов здания и определение исходных координат.
2. Расчет координат углов здания $A1, B1, B7$, и $A7$.
3. По формулам обратной геодезической задачи вычисляют определяют разбивочные элементы: горизонтальные проложения d , дирекционные углы α .

Плановое положение выносимых точек определяют следующими способами: полярным; угловой, линейной и створной засечками; перпендикуляров.

Полярный способ (рис. 4.2).

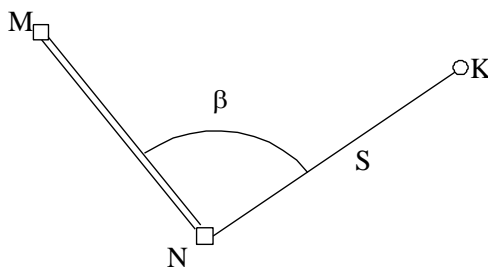


Рисунок 4.2 – Полярная засечка

$$m^2 = \left(\frac{m_\beta}{\rho} \right)^2 S^2 + \left(\frac{m_s}{S} \right)^2 S^2 + m_u^2 + m_\phi^2,$$

где m_β – средняя квадратическая ошибка построения горизонтального угла;

m_u – средняя квадратическая ошибка положения определяемой точки, обусловленная ошибками исходных данных; для полигонометрия 1 разряда ± 10 мм, для полигонометрия 2 разряда ± 20 мм;

m_ϕ – средняя квадратическая ошибка фиксирования определяемой точки.

Погрешности $\left(\frac{m_s}{S} \right)$ и m_β принять согласно таблицам 1, 2 СП 126.13330.2012

"Геодезические работы в строительстве".

Способ прямой угловой засечки.

Для выноса точки этим способом необходимо построить углы β_1 и β_2 (рис. 4.3).

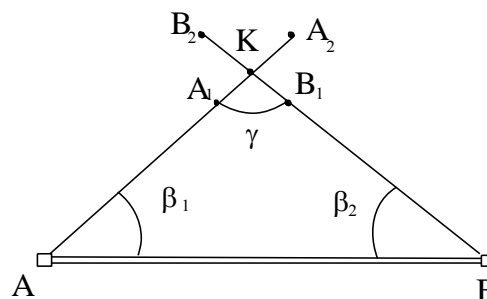


Рисунок 4.3 – Прямая угловая засечка

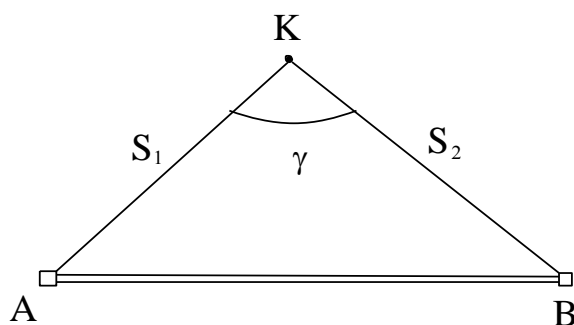
Средняя квадратическая ошибка положения точки K определяют по формуле

$$m_K = \frac{m_\beta}{\rho} \cdot b \cdot \frac{\sqrt{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}}{\sin^2(\beta_1 + \beta_2)} + 2m_\phi^2,$$

Для контроля правильности построения точки K выполняют угловую засечку с третьего опорного пункта.

Способ линейной засечки (рис. 4.4).

Средняя квадратическая ошибка определения положения точки K :



$$m_K^2 = \frac{2m_s^2}{\sin^2 \gamma} + 2m_\phi^2,$$

где m_s – средняя квадратическая ошибка отложения расстояний S_1 и S_2 .

Рисунок 4.4 – Линейная засечка

Способ перпендикуляров (рис. 4.5).

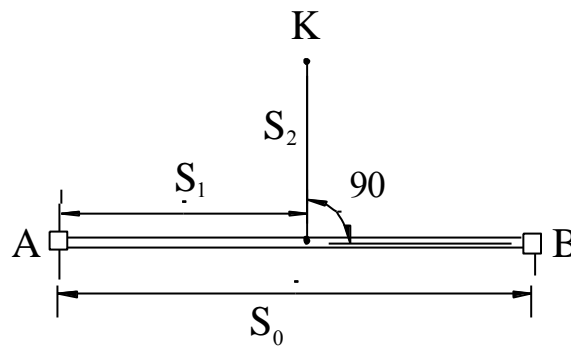


Рисунок 4.5 – Способ перпендикуляров

Средняя квадратическая ошибка положения точки K вычисляется по формуле

$$m_K^2 = m_{Ц}^2 + m_P^2 + m_{\epsilon}^2 + m_{\text{фок}}^2 + m_{S_1}^2 + m_{S_2}^2 + \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} S_2^2 + 2m_{\phi}^2,$$

где $m_{Ц}$ - ошибка центрирования прибора;

m_P - ошибка редукции визирной цели;

m_b - ошибка визирования вычисляются по следующим формулам:

$$m_{Ц} = \frac{e(S_0 - S_1)}{\sqrt{2} \cdot S_0}; \quad m_P = \frac{e_1 S_1}{\sqrt{2} S_0}; \quad m_{\epsilon} = \frac{20'' \sqrt{2} \cdot S_1}{\rho'' \cdot V},$$

где e – величина линейного элемента центрирования прибора;

e_1 - величина линейного элемента центрирования визирной цели;

S_0 – расстояние между опорными пунктами;

S_1 - расстояние от прибора до выносимой точки;

V - увеличение зрительной трубы теодолита;

$m_{\text{фок}}$ - погрешность фокусирования; в современных теодолитах $m_{\text{фок}} \approx m_{\epsilon}$.

Способ створных засечек (рис. 4.6).

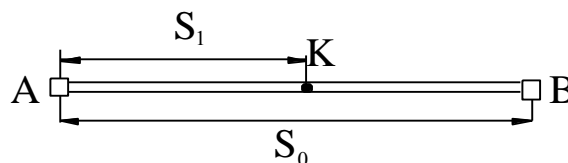


Рисунок 4.6 – Створная засечка

СКП положения точки K определяют по формуле

$$m_K^2 = m_u^2 + m_{Ц}^2 + m_P^2 + m_v^2 + m_{\phi_{ок}}^2 + m_{\phi}^2 + m_S^2.$$

Для выноса осей сооружения следует рассмотреть несколько способов, определить среднюю квадратическую ошибку каждого из них и выбрать оптимальный.

Практическое занятие № 5

Обработка результатов исполнительной съемки колонн

Плановая исполнительная съемка колонн выполняется методом бокового нивелирования (рис.5.1).

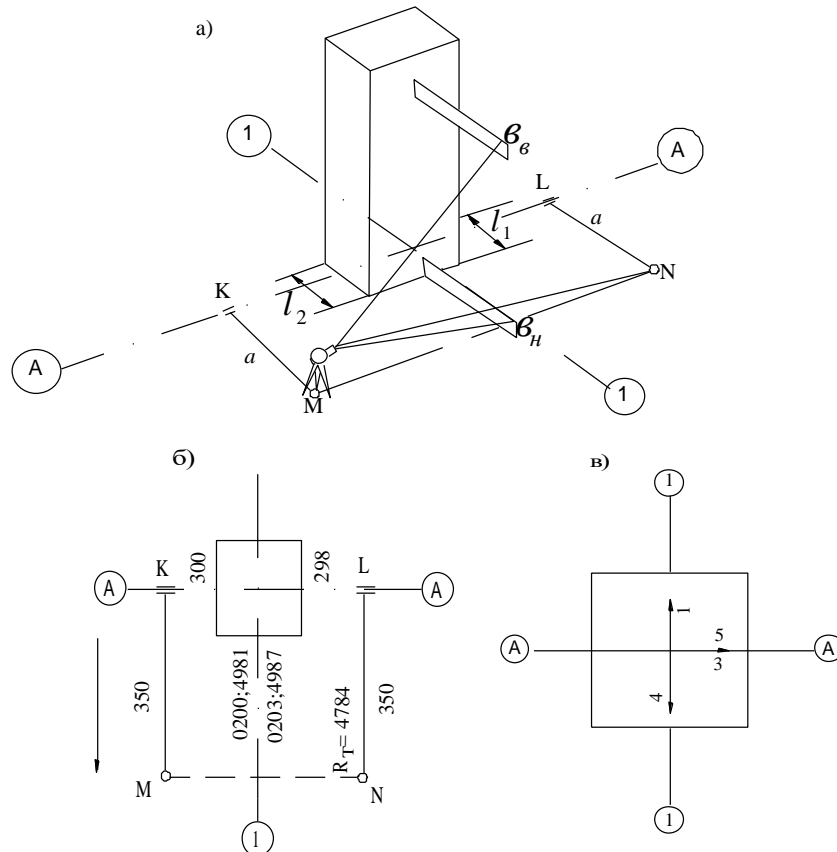


Рисунок 5.1 – Схема бокового нивелирования:
а – методика измерений; б – журнал исполнительной съемки;
в – исполнительный чертеж

Обработку результатов исполнительной съемки начинают с составления схемы. Для этого на листе чертежной бумаги формата А3 в произвольном масштабе наносят оси здания и колонны.

Вычисление отклонений оси колонны от проектного положения выполняют в следующем порядке:

1. По результатам обмера колонн вычисляют половину ширины колонны

$$0,5l = 0,25(l_1 + l_2) .$$

В примере имеем $0,5l = 0,25(300 + 298) = 148,5 \approx 149$ мм.

2. Отклонения оси колонны от оси здания в верхней $\Delta_{\text{в}}$ и нижней $\Delta_{\text{н}}$ частях колонны, полученные по черной $\Delta^{\text{ч}}$ и красной $\Delta^{\text{к}}$ сторонам рейки, определяют по формулам

$$\Delta_{\text{в}}^{\text{ч}} = a - e_{\text{в}}^{\text{ч}} - 0,5l ; \Delta_{\text{в}}^{\text{к}} = a - e_{\text{в}}^{\text{к}} + R_T - 0,5l ;$$

$$\Delta_{\text{н}}^{\text{ч}} = a - e_{\text{н}}^{\text{ч}} - 0,5l ; \Delta_{\text{н}}^{\text{к}} = a - e_{\text{н}}^{\text{к}} + R_T - 0,5l .$$

В рассматриваемом примере при $R_T = 4784$ и $a = 350$ мм:

в верхней части колонны: $\Delta_{\text{в}}^{\text{ч}} = 350 - 200 - 148 = +2$ мм;

$$\Delta_{\text{в}}^{\text{к}} = 350 - 4981 + 4784 - 148 = +5 \text{ мм},$$

а в нижней части колонны: $\Delta_{\text{н}}^{\text{ч}} = 350 - 203 - 148 = -1$ мм,

$$\Delta_{\text{н}}^{\text{к}} = 350 - 4987 + 4784 - 148 = -1 \text{ мм}.$$

Расхождения в отклонениях, определенных по черной и красной сторонам рейки, не должны превышать 5 мм.

3. За окончательное значение принимают среднее отклонение:

$$\Delta_{\text{в}} = 0,5(\Delta_{\text{в}}^{\text{ч}} + \Delta_{\text{в}}^{\text{к}}) \text{ и } \Delta_{\text{н}} = 0,5(\Delta_{\text{н}}^{\text{ч}} + \Delta_{\text{н}}^{\text{к}}) .$$

В примере: $\Delta_{\text{в}} = 0,5(2 + 5) = 3,5 \approx 4$ мм, $\Delta_{\text{н}} = 0,5(-1 - 1) = -1$ мм.

Вычисленные отклонения осей колонн выписывают на исполнительный чертеж (рис. 5.1,в). Отклонения верха колонны записывают над стрелкой, низа колонны – под стрелкой. При анализе результатов съемки можно определить наклон колонны

$$\Delta_{\text{накл}} = \Delta_{\text{в}} - \Delta_{\text{н}} .$$

Обработку результатов исполнительной съемки отклонений колонн от поперечных осей здания производят, как и для продольных осей.

При высотной исполнительной съемке колонн определяют отметки опорных поверхностей колонны, вычисляют отклонения этих поверхностей от проектного положения по высоте и выписывают их на исполнительный чертеж.

Отметки опорных поверхностей определяют геометрическим нивелированием от репера на монтажном горизонте. На каждой станции работу

начинают и завершают отсчетами по рейке, установленной на репере (рис. 5.2,а).

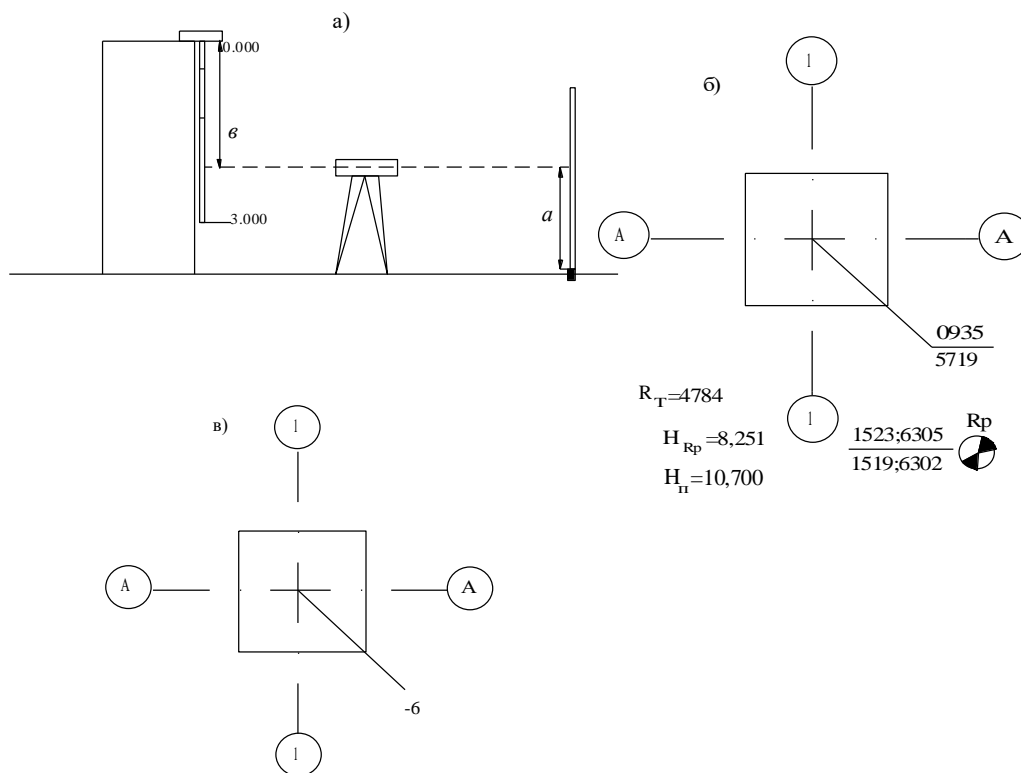


Рисунок 5.2 – Высотная исполнительная съемка колонн:
а – схема нивелирования на станции; б – результаты нивелирования
верха колонны и репера в начале наблюдений (числитель) и в конце
наблюдений (знаменатель); в – результат исполнительной съемки

Обработку результатов съемки осуществляют в такой последовательности:

1. Вычисляют горизонт нивелира по черной и красной сторонам рейки:

$$H_J^u = H_{Rp} + 0,5(a_n^u + a_k^u);$$

$$H_J^k = H_{Rp} + 0,5(a_n^k + a_k^k).$$

В примере имеем:

$$H_J^u = 8,251 + 0,5(1,523 + 1,519) = 9,772 \text{ м}; \quad H_J^k = 8,251 + 0,5(6,305 + 6,302) = 14,554 \text{ м}.$$

2. Для каждой колонны вычисляют отметку опорной поверхности по черной и красной сторонам рейки

$$H_i^u = H_J^u + \epsilon_i^u; \quad H_i^k = H_J^k + \epsilon_i^k - 2R_T.$$

Если расхождение в значениях не превышает 5 мм, то вычисляют среднее

$$H_i = 0,5(H_i^u + H_i^k).$$

В примере:

$$H_{B1}^u = 9,772 + 0,935 = 10,707 \text{ м}; H_{B1}^k = 14,554 + 5,719 - 2 \cdot 4,874 = 10,705 \text{ м}.$$

Так как расхождение составляет 2 мм, вычисляют среднее значение

$$H_{B1} = 0,5(10,707 + 10,705) = 10,706 \text{ м}.$$

3. Для каждой колонны выписывают отклонения опорных поверхностей от проектного положения:

$$\Delta_{B1} = H_{II} - H_{B1} = 10,700 - 10,706 = -0,006 \text{ м} = -6 \text{ мм}.$$

Результаты обработки выписывают на исполнительный чертеж (рис. 5.2,в). Обычно для плановой и высотной съемок конструкций зданий составляют один объединенный чертеж.

Основными ошибками при боковом нивелировании являются:

- 1) ошибка параллельного створа m_a ;
- 2) ошибки центрирования теодолита и редукции визирной марки $m_{ц.р}$;
- 3) ошибка горизонтирования прибора m_y ;
- 4) ошибка за наклон рейки m_n ;
- 5) ошибка отчета по боковой рейке m_o ;
- 6) ошибка за влияние рефракции m_r .

При определении наклона конструкции основное влияние оказывают четыре последние ошибки (m_y, m_n, m_o, m_r). Первые ошибки m_a и $m_{ц.р}$ одинаково искажают как нижние, так и верхние отсчеты и исключаются в разностях. Поэтому

$$m_{\Delta_{накл}}^2 = m_y^2 + 2m_o^2 + 2m_n^2 + m_r^2.$$

Влияние точности горизонтирования прибора на ошибку отчета по верхней рейке может быть подсчитано по формуле

$$m_y = \frac{0,5 \cdot \tau'' \cdot h}{\rho''},$$

где h – высота конструкции, м;

τ – цена деления уровня; $\tau = 15''$.

Ошибка за наклон рейки

$$m_n = \frac{v \cdot v^2}{2\rho^2},$$

где v – величина отсчета по рейке;

V – угол наклона рейки в горизонтальной плоскости от нормали к линии визирования ($V = 2^\circ$).

Допуская расстояние l от теодолита до рейки не более 75 м, ошибка отсчета может быть подсчитана по формуле:

$$m_0 = 0,03t + 0,2 \frac{l}{V},$$

где t – цена деления рейки;

V – увеличение зрительной трубы.

Влияние рефракции на отсчет по нижней и верхней рейкам будет разным.

Это разностное явление m_r принимают равным 0,5 мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дьяков Б.Н. Геодезия. Общий курс: Учеб. пособие для вузов.– Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1993.- 171 с
2. Инженерная геодезия. Учеб. для вузов / Е.Б. Ключин, М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, В.Д. Фельдман; Под ред. Д.Ш. Михелева.– М.: Изд. центр "Академия", 2004.– 480 с.
3. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. Федеральная служба геодезии и картографии России.– М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 2004.– 244 с.
4. Поклад Г.Г. Геодезия: Учеб. для вузов.– М.: Недра, 1988.– 304 с.: ил.
5. Селиханович В.Г. Геодезия: учебник для вузов. – М.: Недра, 2000. – 544с.
6. Федотов Г.А. Инженерная геодезия. Учебник.– М.: Высш. шк., 2007.- 463 с.
7. Инженерная геодезия. Геодезические разбивочные работы, исполнительные съемки и наблюдения за деформациями сооружений: Учеб. пособие/ Е.Б. Михаленко, Н.Н. Загрядская, Н.Д. Беляев, В.В. Вилькевич, Ф.Н. Духовской, А.А. Смирнов. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007.- 88 с.
8. Геодезическое обеспечение проектирования, строительства и эксплуатации зданий, сооружений: Хаметов Т.И. Учеб.пособие.- М.: Изд-во АСВ, 2002.- 200 с.
9. Инженерная геодезия: учебное пособие. Часть II / Е. С. Богомоллова, М. Я. Брынъ, В. А. Коугия, О. Н. Малковский, В. И. Полетаев, О. П. Сергеев, Е. Г. Толстов; под ред. В. А. Коугия.– СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2008.– 93 с.

Таблица 1 - Высотные отметки вершин квадратов

| Вар. 1 | а | б | в | г | д | е |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 29,86 | 29,55 | 29,30 | 29,02 | 28,75 | 28,52 |
| 2 | 29,75 | 29,26 | 29,13 | 28,86 | 28,61 | 28,36 |
| 3 | 29,50 | 29,01 | 28,87 | 28,62 | 28,36 | 28,13 |
| 4 | 29,17 | 28,83 | 28,64 | 28,35 | 28,14 | 27,92 |
| 5 | 28,71 | 28,46 | 28,30 | 28,08 | 27,88 | 27,69 |
| 6 | 28,22 | 27,98 | 27,82 | 27,61 | 27,45 | 27,27 |
| Вар. 2 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 49,94 | 50,42 | 50,92 | 51,28 | 51,62 | 51,81 |
| 2 | 50,18 | 50,59 | 51,09 | 51,65 | 51,88 | 52,17 |
| 3 | 50,64 | 50,87 | 51,31 | 51,85 | 51,97 | 52,49 |
| 4 | 50,70 | 50,88 | 51,40 | 51,84 | 52,04 | 52,19 |
| 5 | 50,94 | 51,36 | 51,72 | 52,16 | 52,37 | 52,96 |
| 6 | 51,24 | 51,59 | 51,94 | 52,50 | 52,89 | 53,15 |
| Вар. 3 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 31,80 | 31,56 | 31,40 | 31,19 | 30,03 | 30,85 |
| 2 | 31,32 | 31,06 | 30,88 | 30,71 | 30,54 | 30,32 |
| 3 | 31,18 | 30,77 | 30,45 | 30,33 | 30,14 | 30,02 |
| 4 | 30,78 | 30,22 | 29,99 | 29,94 | 29,79 | 29,63 |
| 5 | 30,17 | 29,81 | 29,42 | 29,42 | 29,35 | 29,20 |
| 6 | 29,38 | 29,19 | 28,70 | 28,55 | 28,65 | 28,60 |
| Вар. 4 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 45,04 | 45,04 | 45,43 | 45,71 | 46,13 | 46,26 |
| 2 | 45,52 | 45,75 | 45,66 | 45,76 | 46,28 | 46,30 |
| 3 | 46,30 | 46,05 | 46,01 | 46,01 | 46,26 | 46,96 |
| 4 | 46,44 | 46,42 | 46,26 | 46,43 | 46,48 | 47,02 |
| 5 | 46,93 | 46,81 | 46,66 | 46,76 | 46,75 | 47,25 |
| 6 | 47,47 | 47,25 | 47,03 | 47,00 | 47,25 | 47,56 |
| Вар. 5 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 65,16 | 65,18 | 65,51 | 65,80 | 66,20 | 66,36 |
| 2 | 65,63 | 65,86 | 65,76 | 65,86 | 66,36 | 66,58 |
| 3 | 66,38 | 66,17 | 66,13 | 66,10 | 66,36 | 67,03 |
| 4 | 66,56 | 66,56 | 66,41 | 66,51 | 66,58 | 67,10 |
| 5 | 67,06 | 66,95 | 66,79 | 66,88 | 66,86 | 67,34 |
| 6 | 67,59 | 67,41 | 67,14 | 67,11 | 67,34 | 67,63 |
| Вар. 6 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 73,31 | 73,02 | 72,78 | 72,54 | 72,34 | 72,08 |
| 2 | 73,27 | 73,09 | 72,82 | 72,52 | 72,26 | 71,99 |
| 3 | 73,23 | 72,97 | 72,77 | 72,49 | 72,24 | 71,97 |
| 4 | 73,18 | 72,92 | 72,67 | 72,40 | 72,18 | 71,87 |
| 5 | 73,22 | 73,00 | 72,78 | 72,43 | 72,18 | 71,93 |
| 6 | 73,05 | 72,89 | 72,69 | 72,44 | 72,19 | 71,96 |

Продолжение табл. 1

| Вар. 7 | а | б | в | г | д | е |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 62,74 | 62,73 | 62,65 | 62,55 | 62,47 | 62,45 |
| 2 | 62,96 | 63,01 | 62,95 | 62,78 | 62,71 | 62,80 |
| 3 | 63,25 | 63,20 | 63,15 | 63,01 | 62,97 | 62,97 |
| 4 | 63,50 | 63,50 | 63,43 | 63,19 | 63,30 | 63,13 |
| 5 | 63,16 | 63,74 | 63,69 | 63,50 | 63,54 | 63,40 |
| 6 | 64,23 | 64,14 | 64,01 | 63,91 | 63,73 | 63,61 |
| Вар. 8 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 60,44 | 60,46 | 60,43 | 60,58 | 60,68 | 60,89 |
| 2 | 60,63 | 60,71 | 60,64 | 60,79 | 60,79 | 61,20 |
| 3 | 60,65 | 60,80 | 60,93 | 61,20 | 61,31 | 61,60 |
| 4 | 60,76 | 61,02 | 61,28 | 61,40 | 61,66 | 61,90 |
| 5 | 60,48 | 61,17 | 61,55 | 61,87 | 62,03 | 62,29 |
| 6 | 60,70 | 61,21 | 61,73 | 62,08 | 62,41 | 62,59 |
| Вар. 9 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 53,29 | 53,62 | 53,96 | 54,27 | 54,66 | 54,91 |
| 2 | 53,05 | 53,46 | 53,86 | 54,18 | 54,51 | 54,90 |
| 3 | 52,78 | 53,21 | 53,68 | 53,99 | 54,38 | 54,74 |
| 4 | 52,34 | 52,83 | 53,38 | 53,78 | 54,15 | 54,58 |
| 5 | 52,70 | 52,77 | 52,99 | 53,86 | 53,87 | 54,35 |
| 6 | 52,66 | 52,98 | 53,12 | 53,12 | 53,47 | 53,98 |
| Вар. 10 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 57,74 | 58,14 | 58,80 | 58,60 | 58,24 | 57,77 |
| 2 | 57,99 | 58,40 | 58,19 | 58,06 | 57,94 | 57,75 |
| 3 | 57,98 | 57,90 | 57,81 | 57,64 | 57,55 | 57,38 |
| 4 | 57,72 | 57,62 | 57,44 | 57,27 | 57,09 | 57,05 |
| 5 | 57,49 | 57,31 | 57,31 | 57,16 | 56,79 | 57,10 |
| 6 | 57,30 | 57,09 | 56,91 | 56,56 | 56,80 | 57,36 |
| Вар. 11 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 19,54 | 19,38 | 19,23 | 19,02 | 19,11 | 18,66 |
| 2 | 19,70 | 19,59 | 19,51 | 19,34 | 19,15 | 18,96 |
| 3 | 19,88 | 19,85 | 19,69 | 19,54 | 19,41 | 19,23 |
| 4 | 20,06 | 20,09 | 19,86 | 19,77 | 19,67 | 19,53 |
| 5 | 20,26 | 20,22 | 20,11 | 19,99 | 19,91 | 19,78 |
| 6 | 20,35 | 20,39 | 20,40 | 20,23 | 20,18 | 20,00 |
| Вар. 12 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 87,92 | 87,91 | 87,85 | 87,81 | 87,82 | 88,81 |
| 2 | 88,42 | 88,31 | 88,27 | 88,25 | 88,15 | 88,05 |
| 3 | 88,65 | 88,65 | 88,63 | 88,61 | 88,49 | 88,25 |
| 4 | 88,47 | 88,31 | 88,29 | 88,24 | 88,17 | 88,06 |
| 5 | 88,22 | 88,06 | 87,99 | 87,95 | 87,99 | 87,81 |
| 6 | 87,93 | 87,86 | 87,74 | 87,65 | 87,65 | 87,56 |

Продолжение табл.1

| Вар. 13 | а | б | в | г | д | е |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 55,80 | 56,09 | 56,45 | 56,71 | 56,39 | 56,19 |
| 2 | 56,06 | 56,37 | 56,58 | 56,33 | 56,13 | 55,95 |
| 3 | 56,18 | 56,23 | 56,17 | 55,97 | 55,76 | 55,74 |
| 4 | 56,08 | 56,08 | 55,85 | 55,65 | 55,40 | 55,70 |
| 5 | 55,95 | 55,91 | 55,70 | 55,42 | 55,72 | 55,94 |
| 6 | 55,87 | 55,78 | 55,70 | 55,81 | 55,99 | 56,21 |
| Вар. 14 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 72,74 | 72,79 | 72,57 | 72,47 | 72,31 | 72,07 |
| 2 | 72,67 | 72,55 | 72,52 | 72,18 | 71,99 | 71,91 |
| 3 | 72,48 | 72,44 | 72,19 | 72,09 | 71,85 | 71,83 |
| 4 | 72,27 | 72,19 | 72,07 | 71,88 | 71,85 | 71,59 |
| 5 | 72,07 | 72,15 | 71,70 | 71,57 | 71,56 | 71,51 |
| 6 | 71,94 | 71,71 | 71,43 | 71,71 | 71,45 | 71,29 |
| Вар. 15 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 34,33 | 34,55 | 34,59 | 34,88 | 34,87 | 34,86 |
| 2 | 33,93 | 34,07 | 34,07 | 34,32 | 34,35 | 34,40 |
| 3 | 33,44 | 33,58 | 33,64 | 33,80 | 33,74 | 33,14 |
| 4 | 33,16 | 33,11 | 33,23 | 33,44 | 33,62 | 33,82 |
| 5 | 33,42 | 33,45 | 33,54 | 33,77 | 34,03 | 34,15 |
| 6 | 33,73 | 33,85 | 34,06 | 34,23 | 33,44 | 34,60 |
| Вар. 16 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 73,14 | 73,36 | 73,39 | 73,68 | 73,69 | 73,70 |
| 2 | 72,73 | 72,88 | 73,03 | 73,13 | 73,16 | 73,20 |
| 3 | 72,24 | 72,38 | 72,54 | 72,50 | 72,54 | 72,94 |
| 4 | 71,77 | 71,91 | 72,09 | 72,24 | 72,43 | 72,63 |
| 5 | 72,22 | 72,26 | 72,44 | 72,57 | 72,83 | 73,99 |
| 6 | 72,54 | 72,56 | 72,87 | 73,03 | 73,24 | 73,49 |
| Вар. 17 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 77,14 | 77,17 | 77,21 | 77,45 | 77,37 | 77,41 |
| 2 | 77,08 | 77,27 | 77,36 | 77,18 | 77,82 | 77,35 |
| 3 | 77,36 | 77,28 | 77,80 | 78,22 | 78,14 | 77,84 |
| 4 | 77,18 | 77,69 | 78,22 | 78,29 | 78,82 | 78,84 |
| 5 | 77,44 | 78,01 | 78,73 | 78,68 | 78,67 | 79,04 |
| 6 | 77,61 | 78,18 | 77,62 | 78,70 | 78,81 | 79,14 |
| Вар. 18 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 20,35 | 20,39 | 20,40 | 20,23 | 20,18 | 20,00 |
| 2 | 20,89 | 20,70 | 20,69 | 20,52 | 20,47 | 20,35 |
| 3 | 20,88 | 20,92 | 20,86 | 20,77 | 20,69 | 20,57 |
| 4 | 21,03 | 21,15 | 21,08 | 21,01 | 20,93 | 20,81 |
| 5 | 20,37 | 21,94 | 21,36 | 21,31 | 21,24 | 21,14 |
| 6 | 21,48 | 21,56 | 21,54 | 21,58 | 21,43 | 21,34 |

Продолжение табл.1

| Вар. 19 | а | б | в | г | д | е |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 19,92 | 19,98 | 20,03 | 19,97 | 19,86 | 19,49 |
| 2 | 20,08 | 20,16 | 20,17 | 20,21 | 19,91 | 19,64 |
| 3 | 20,29 | 20,32 | 20,28 | 20,22 | 20,07 | 19,89 |
| 4 | 20,53 | 20,53 | 20,46 | 20,39 | 20,20 | 20,07 |
| 5 | 20,55 | 20,57 | 20,56 | 20,47 | 20,27 | 20,19 |
| 6 | 20,69 | 20,68 | 20,51 | 20,67 | 20,29 | 20,00 |
| Вар. 20 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 87,92 | 87,91 | 87,85 | 87,81 | 87,82 | 87,81 |
| 2 | 88,42 | 88,31 | 88,27 | 88,25 | 88,15 | 88,05 |
| 3 | 88,65 | 88,68 | 88,63 | 88,61 | 88,49 | 88,25 |
| 4 | 88,47 | 88,31 | 88,29 | 88,25 | 88,17 | 88,06 |
| 5 | 88,22 | 88,06 | 87,99 | 87,95 | 87,99 | 87,81 |
| 6 | 87,93 | 87,83 | 87,74 | 87,65 | 87,65 | 87,56 |
| Вар. 21 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 91,93 | 91,93 | 91,80 | 91,65 | 91,60 | 91,40 |
| 2 | 92,24 | 92,21 | 92,10 | 91,94 | 91,72 | 91,52 |
| 3 | 92,55 | 92,50 | 92,39 | 92,22 | 92,10 | 91,76 |
| 4 | 92,86 | 92,74 | 92,58 | 92,41 | 92,20 | 91,99 |
| 5 | 93,26 | 92,76 | 92,88 | 92,71 | 92,52 | 92,28 |
| 6 | 92,74 | 96,36 | 93,26 | 92,99 | 92,80 | 92,57 |
| Вар. 22 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 20,00 | 19,80 | 19,31 | 18,66 | 17,82 | 17,31 |
| 2 | 19,89 | 19,27 | 18,86 | 18,21 | 17,78 | 17,22 |
| 3 | 19,91 | 19,25 | 18,98 | 18,26 | 17,85 | 17,32 |
| 4 | 20,04 | 19,52 | 19,02 | 18,49 | 17,94 | 17,55 |
| 5 | 20,24 | 19,64 | 18,88 | 18,58 | 18,15 | 17,78 |
| 6 | 20,30 | 19,57 | 19,17 | 18,79 | 18,36 | 18,01 |
| Вар. 23 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 18,66 | 18,72 | 18,62 | 19,01 | 19,18 | 19,31 |
| 2 | 18,96 | 18,93 | 19,12 | 19,25 | 19,36 | 19,50 |
| 3 | 19,23 | 19,23 | 19,42 | 19,48 | 19,55 | 19,68 |
| 4 | 19,52 | 19,56 | 19,63 | 19,70 | 19,76 | 19,91 |
| 5 | 19,78 | 19,82 | 19,88 | 19,89 | 19,89 | 19,94 |
| 6 | 20,00 | 19,99 | 20,02 | 20,02 | 20,11 | 20,11 |
| Вар. 24 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 65,16 | 65,18 | 65,51 | 65,81 | 66,20 | 66,36 |
| 2 | 65,63 | 65,86 | 65,76 | 65,86 | 66,36 | 66,58 |
| 3 | 66,38 | 66,16 | 66,13 | 66,10 | 66,36 | 67,04 |
| 4 | 66,56 | 66,56 | 66,41 | 66,51 | 66,58 | 67,09 |
| 5 | 67,06 | 66,95 | 66,79 | 66,88 | 66,86 | 67,34 |
| 6 | 67,59 | 67,41 | 67,14 | 67,11 | 67,34 | 67,63 |

| Вар. 25 | а | б | в | г | д | е |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 21,11 | 20,91 | 20,42 | 19,77 | 18,95 | 18,45 |
| 2 | 21,00 | 20,38 | 19,97 | 19,32 | 18,90 | 18,33 |
| 3 | 21,02 | 20,36 | 20,09 | 19,38 | 18,97 | 18,45 |
| 4 | 21,15 | 20,63 | 20,13 | 19,60 | 19,10 | 18,66 |
| 5 | 21,35 | 20,75 | 19,99 | 19,69 | 19,27 | 18,90 |
| 6 | 21,41 | 20,68 | 20,28 | 19,90 | 19,53 | 19,12 |
| Вар. 26 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 78,76 | 78,9 2 | 78,72 | 79,11 | 79,28 | 79,4 1 |
| 2 | 78,96 | 78,83 | 79,22 | 79,28 | 79,46 | 79,70 |
| 3 | 79,33 | 79,33 | 79,52 | 79,58 | 79,65 | 79,88 |
| 4 | 79,72 | 79,66 | 79,79 | 79,80 | 79,86 | 79,81 |
| 5 | 79,88 | 79,92 | 79,98 | 79,99 | 79,99 | 79,84 |
| 6 | 80,10 | 79,89 | 80,22 | 80,22 | 80,31 | 80,21 |
| Вар. 27 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 45,26 | 45,28 | 45,61 | 45,91 | 46,22 | 46,44 |
| 2 | 45,53 | 45,96 | 45,86 | 45,96 | 46,46 | 46,67 |
| 3 | 46,48 | 46,26 | 46,33 | 46,44 | 46,44 | 47,20 |
| 4 | 46,66 | 46,66 | 46,51 | 46,66 | 46,55 | 47,22 |
| 5 | 47,16 | 46,95 | 46,79 | 46,98 | 46,96 | 47,45 |
| 6 | 47,49 | 47,51 | 47,34 | 47,33 | 47,47 | 47,77 |
| Вар. 28 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 89,81 | 89,55 | 89,28 | 89,10 | 88,71 | 88,53 |
| 2 | 89,72 | 89,21 | 89,20 | 88,85 | 88,59 | 88,77 |
| 3 | 89,56 | 89,11 | 88,77 | 88,58 | 88,40 | 81,14 |
| 4 | 89,19 | 88,78 | 88,68 | 88,44 | 88,18 | 87,89 |
| 5 | 88,74 | 88,50 | 88,29 | 88,09 | 87,76 | 87,69 |
| 6 | 88,28 | 87,88 | 87,79 | 87,56 | 87,46 | 87,31 |
| Вар. 29 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 99,94 | 100,42 | 100,92 | 101,28 | 101,62 | 101,81 |
| 2 | 100,18 | 100,59 | 101,09 | 101,65 | 101,88 | 102,17 |
| 3 | 100,64 | 100,87 | 101,31 | 101,85 | 101,97 | 102,49 |
| 4 | 100,70 | 100,88 | 101,40 | 101,84 | 102,04 | 102,19 |
| 5 | 100,94 | 101,36 | 101,72 | 102,16 | 102,37 | 102,96 |
| 6 | 101,24 | 101,59 | 101,94 | 102,50 | 102,89 | 103,15 |
| Вар. 30 | а | б | в | г | д | е |
| 1 | 111,78 | 111,60 | 111,51 | 111,23 | 110,15 | 110,91 |
| 2 | 111,41 | 111,11 | 110,90 | 110,67 | 110,59 | 110,38 |
| 3 | 111,20 | 110,67 | 110,65 | 110,44 | 110,19 | 110,14 |
| 4 | 111,78 | 110,28 | 109,89 | 109,89 | 109,85 | 109,73 |
| 5 | 110,21 | 109,77 | 109,45 | 109,51 | 109,41 | 109,30 |
| 6 | 109,42 | 109,21 | 108,66 | 108,62 | 108,72 | 108,57 |

Масштаб 1:500, сторона квадрата 15 м

Таблица 2 – Дополнительные данные для проектирования наклонной площадки

| Вар. | i_{II} | α_{II} | Вар. | i_{II} | α_{II} | Вар. | i_{II} | α_{II} | Вар. | i_{II} | α_{II} |
|------|----------|---------------|------|----------|---------------|------|----------|---------------|------|----------|---------------|
| 1 | 0,015 | 65 | 9 | 0,025 | 170 | 17 | 0,015 | 28 | 25 | 0,018 | 140 |
| 2 | 0,020 | 210 | 10 | 0,016 | 75 | 18 | 0,015 | 53 | 26 | 0,016 | 55 |
| 3 | 0,025 | 130 | 11 | 0,014 | 48 | 19 | 0,010 | 110 | 27 | 0,024 | 126 |
| 4 | 0,015 | 95 | 12 | 0,015 | 75 | 20 | 0,012 | 287 | 28 | 0,017 | 72 |
| 5 | 0,018 | 275 | 13 | 0,018 | 94 | 21 | 0,012 | 115 | 29 | 0,019 | 189 |
| 6 | 0,014 | 168 | 14 | 0,014 | 60 | 22 | 0,014 | 150 | 30 | 0,024 | 138 |
| 7 | 0,010 | 75 | 15 | 0,015 | 235 | 23 | 0,020 | 45 | 31 | 0,018 | 67 |
| 8 | 0,020 | 32 | 16 | 0,012 | 275 | 24 | 0,025 | 135 | 32 | 0,022 | 200 |

Таблица 3 – Исходные данные для проектирования контура конлована

| № | $k=l/m$ | l_{II} | l_c | L | H_δ | № | $k=l/m$ | l_{II} | l_c | L | H_δ |
|----|---------|----------|-------|-------|------------|----|---------|----------|-------|-------|------------|
| 1 | 1/1,5 | 1,15 | 0,35 | 8,00 | 24,00 | 17 | 1/1,6 | 1,10 | 0,30 | 6,00 | 73,50 |
| 2 | 1/1,5 | 1,20 | 0,40 | 10,00 | 46,00 | 18 | 1/1,6 | 1,20 | 0,35 | 8,00 | 16,50 |
| 3 | 1/1,6 | 1,10 | 0,30 | 6,00 | 26,00 | 19 | 1/1,7 | 1,15 | 0,40 | 10,00 | 16,00 |
| 4 | 1/1,6 | 1,15 | 0,35 | 8,00 | 42,00 | 20 | 1/1,7 | 1,15 | 0,35 | 6,00 | 84,50 |
| 5 | 1/1,7 | 1,20 | 0,40 | 10,00 | 62,00 | 21 | 1/1,4 | 1,20 | 0,40 | 8,00 | 88,00 |
| 6 | 1/1,7 | 1,10 | 0,30 | 6,00 | 68,50 | 22 | 1/1,4 | 1,10 | 0,30 | 10,00 | 14,50 |
| 7 | 1/1,8 | 1,15 | 0,35 | 8,00 | 59,00 | 23 | 1/1,3 | 1,15 | 0,35 | 6,00 | 15,00 |
| 8 | 1/1,8 | 1,20 | 0,40 | 10,00 | 56,50 | 24 | 1/1,5 | 1,20 | 0,40 | 8,00 | 62,00 |
| 9 | 1/1,9 | 1,10 | 0,30 | 6,00 | 49,50 | 25 | 1/1,4 | 1,10 | 0,40 | 12,00 | 8,50 |
| 10 | 1/1,9 | 1,15 | 0,35 | 8,00 | 53,50 | 26 | 1/1,3 | 1,15 | 0,30 | 8,00 | 70,00 |
| 11 | 1/2,0 | 1,10 | 0,40 | 10,00 | 15,00 | 27 | 1/1,5 | 1,20 | 0,40 | 10,00 | 43,00 |
| 12 | 1/2,0 | 1,20 | 0,30 | 6,00 | 84,00 | 28 | 1/1,5 | 1,25 | 0,30 | 8,00 | 78,50 |
| 13 | 1/1,2 | 1,10 | 0,40 | 10,00 | 52,00 | 29 | 1/1,5 | 1,15 | 0,40 | 10,00 | 90,00 |
| 14 | 1/1,3 | 1,20 | 0,30 | 6,00 | 68,00 | 30 | 1/1,6 | 1,10 | 0,35 | 8,00 | 102,50 |
| 15 | 1/1,5 | 1,10 | 0,30 | 8,00 | 29,00 | 31 | 1/1,6 | 1,15 | 0,40 | 8,00 | 14,00 |
| 16 | 1/1,5 | 1,20 | 0,40 | 10,00 | 68,00 | 32 | 1/1,4 | 1,20 | 0,35 | 10,00 | 45,00 |

Масштаб 1:200, сторона квадрата 10-15 м.

Таблица 4 - Результаты исполнительной съемки колонн

| № | Плановая съемка | | | | | | | Высотная съемка | | | |
|----|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-----------------|------------|-----------|
| | Расстояние от оси здания до параллели, | | | | | | | Отчеты по рейки на | | Отметки, м | |
| | мм | | | | | | | репера, мм | | Репера | Проектные |
| | a_1 | a_2 | a_3 | a_4 | a_5 | a_6 | a_7 | До съёмки | После съёмки | | |
| 1 | 400 | 299 | 351 | 503 | 550 | 402 | 301 | 0581;5365 | 0582;5364 | 7,850 | 9,360 |
| 2 | 400 | 303 | 350 | 502 | 548 | 400 | 303 | 0576;5357 | 0574;5358 | 7,855 | 9,370 |
| 3 | 400 | 303 | 351 | 501 | 551 | 403 | 297 | 0580;5360 | 0579;5362 | 7,850 | 9,360 |
| 4 | 403 | 299 | 348 | 502 | 553 | 398 | 299 | 0580;5364 | 0581;5365 | 7,850 | 9,360 |
| 5 | 398 | 301 | 350 | 503 | 548 | 403 | 301 | 0585;5370 | 0586;5369 | 7,847 | 9,350 |
| 6 | 403 | 298 | 352 | 500 | 547 | 400 | 302 | 0586;5368 | 0587;5370 | 7,845 | 9,360 |
| 7 | 400 | 299 | 349 | 501 | 552 | 398 | 297 | 0561;5345 | 0560;5343 | 7,870 | 9,380 |
| 8 | 398 | 301 | 352 | 503 | 549 | 399 | 300 | 0560;5345 | 0561;5344 | 7,868 | 9,380 |
| 9 | 399 | 303 | 350 | 498 | 550 | 401 | 302 | 0562;5344 | 0561;5344 | 7,871 | 9,380 |
| 10 | 401 | 298 | 351 | 500 | 552 | 400 | 297 | 0559;5342 | 0557;5340 | 7,873 | 9,380 |
| 11 | 400 | 299 | 352 | 502 | 549 | 399 | 298 | 0599;5383 | 0601;5385 | 7,838 | 9,340 |
| 12 | 399 | 303 | 351 | 500 | 550 | 399 | 303 | 0600;5383 | 0599;5382 | 7,834 | 9,340 |
| 13 | 400 | 302 | 348 | 498 | 549 | 402 | 301 | 0632;5315 | 0630;5413 | 7,800 | 9,310 |
| 14 | 402 | 298 | 352 | 501 | 550 | 400 | 297 | 0628;5412 | 0629;5411 | 7,803 | 9,310 |
| 15 | 400 | 297 | 351 | 501 | 551 | 398 | 298 | 0631;5415 | 0632;5414 | 7,802 | 9,310 |
| 16 | 401 | 300 | 349 | 499 | 549 | 398 | 300 | 0579;5364 | 0580;5363 | 7,850 | 9,370 |
| 17 | 398 | 302 | 348 | 500 | 547 | 402 | 302 | 0571;5355 | 0573;5357 | 7,855 | 9,370 |
| 18 | 402 | 300 | 352 | 500 | 552 | 397 | 297 | 0580;5363 | 0579;5364 | 7,850 | 9,360 |
| 19 | 397 | 300 | 349 | 499 | 550 | 399 | 303 | 0584;5367 | 0585;5369 | 7,845 | 9,350 |
| 20 | 399 | 302 | 351 | 498 | 549 | 401 | 300 | 0584;5369 | 0584;5367 | 7,846 | 9,350 |
| 21 | 401 | 297 | 351 | 499 | 551 | 402 | 298 | 0584;5369 | 0586;5369 | 7,843 | 9,360 |
| 22 | 402 | 300 | 351 | 502 | 553 | 397 | 299 | 0558;5343 | 0559;5342 | 7,870 | 9,380 |
| 23 | 397 | 302 | 349 | 499 | 548 | 400 | 301 | 0561;5344 | 0562;5345 | 7,869 | 9,380 |
| 24 | 400 | 299 | 348 | 497 | 547 | 402 | 300 | 0560;5344 | 0558;5341 | 7,872 | 9,380 |
| 25 | 402 | 297 | 350 | 503 | 551 | 397 | 299 | 0601;5384 | 0600;5383 | 7,830 | 9,340 |

Журнал исполнительной съемки колонн

