



федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Центр архитектурных, конструктивных решений и организации строительства

ОТЧЕТ
ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ (ИЗЫСКАТЕЛЬНОЙ)

(наименование практики)

ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

(И.О. Фамилия)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ) 08.03.01 Строительство
ГРУППА

РУКОВОДИТЕЛЬ
ПРАКТИКИ:

(И.О. Фамилия)

ДАТА СДАЧИ ОТЧЕТА _____

Руководитель практики от организации
(предприятия, учреждения, сообщества)

(фамилия, имя, отчество, должность)

Тольятти, 2020г.

Содержание

Введение.....	3
1. Проверяемое задание 1.....	4
2. Проверяемое задание 2.....	9
3. Проверяемое задание 3.....	15
4. Проверяемое задание 4.....	25
Список используемых источников.....	33
Приложения.....	35

Введение

Целью учебной (изыскательной) практики является закрепление и углубление теоретических знаний, который были приобретены в результате изучения теоретического курса «Геодезия», а также приобретение практических навыков по геодезическому делу.

Задачи:

1. Во время практики приобретение студентами практических навыков выполнения поверок и юстировки геодезических приборов.
2. Во время практики познакомиться с методами топографо-геодезических работ в полевых условиях.
3. Освоение приемов и методов решения отдельных инженерно-геодезических задач.
4. Во время практики получение первичных профессиональных навыков при выполнении основных видов геодезических работ.
5. Получение во время практики первичных профессиональных навыков камеральной обработки результатов выполненных полевых работ.
6. Усвоение приемов, методов камеральной обработки результатов полевых измерений.

Проверяемое задание 1

Задача 1.1.

Тема «Линейные измерения»

Вычислите уклон линии АВ, если отсчет по задней рейке в точке А: $a = 2204$ мм, отсчет по передней рейке в точке В: $b = 2111$ мм и горизонтальное проложение линии $AB = L = 116,02$ м.

Решение:

Определим уклон линии АВ по формуле:

$$i = \frac{h}{L}$$

где h – превышение задней точки над передней, м;

Превышение равно отсчету по задней рейке минус отсчет по передней рейке

$$\begin{aligned} h &= a - b, \text{ м} \\ h &= 2,104 - 2,111 = -0,007 \text{ м} \end{aligned}$$

Знак «—» в превышении говорит о том, что передняя точка В ниже, чем задняя А.

$$i_{AB} = \frac{-0,007}{116,02} = -0,00006$$

Задача 1.2.

Тема «Решение прямой геодезической задачи»

Задача 1.2. Вычислите координаты точки 2 (X_2, Y_2), если даны координаты точки 1: $X_1 = +200,00$ м, $Y_1 = +220,00$ м; расстояние между точками $L_{1-2} = 116,02$ м и дирекционный угол линии 1 – 2 $\alpha_{1-2} = 177^\circ 58'$.

Решение:

Вычисляем приращения координат ΔX и ΔY по формулам:

$$\begin{aligned} \Delta X &= L * \cos \alpha \\ \Delta Y &= L * \sin \alpha \end{aligned}$$

где L – горизонтальное проложение стороны хода, м;

α – дирекционный углы стороны теодолитного хода.

Знаки приращений определяем по знакам $\cos \alpha$ и $\sin \alpha$.

$$\Delta X_{1-2} = 116,02 * \cos 177^\circ 58' = -115,86 \text{ м}$$

$$\Delta Y_{1-2} = 116,02 * \sin \sin 177^{\circ}58' = 6,068\text{м}$$

Вычисляем координаты точки 2 по формулам:

$$\begin{aligned} X_{n+1} &= X_n + \Delta X_{\text{исп } n, n+1} \\ Y_{n+1} &= Y_n + \Delta Y_{\text{исп } n, n+1} \\ X_2 &= 200,00 - 115,86 = 84,14\text{м} \\ Y_2 &= 220,00 + 6,068 = 226,068\text{м} \end{aligned}$$

Задача 1.3.

Тема «Геодезические разбивочные работы»

Выносим на местность заданный проектный отрезок $d_{\text{пр}} = 116,02$ м.

Принимаем угол наклона линии на местности $v = 15^{\circ}25'$ при номинальной длине прибора $l_0 = 20$ м, рабочей длине $l = 19,986$ м. Температура воздуха (мерной ленты) при измерениях $t_{\text{изм.}} = +28$ и при компарировании $t_{\text{ком.}} = +24$.

Решение:

Значение длин линий на местности D отличается от горизонтального проложения линии d , которое взято с проекта, на сумму поправок за наклон Δd_v , за компарирование Δd_k и за температуру мерного прибора Δd_t :

$$D = d + \Delta d_v + \Delta d_k + \Delta d_t$$

Поправку за наклон линии Δd_v вычисляем по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta d_v &= 2d * \sin^2(v/2) \\ \Delta d_v &= 2 * 116,02 * \sin^2\left(\frac{15^{\circ}25'}{2}\right) = 1,687\text{м} \end{aligned}$$

Поправку за компарирование находим по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta d_k &= d(l - l_0)/l \\ \Delta d_k &= \frac{116,02}{19,986}(19,986 - 20,000) = -0,081 \end{aligned}$$

Поправку за температуру мерного прибора при выносе проектного расстояния в натуру вычисляем по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta d_t &= kd(t - t_0) \\ \Delta d_t &= 0,0000125 * 116,02(28 - 24) = 0,0058\text{ м} \end{aligned}$$

$$D = 116,02 + 1,687 - 0,081 + 0,0058 = 117,63\text{ м}$$

От опорной точки в заданном (отложенном) направлении несколько раз

откладывают преобразованную проектную длину линии Д и при допустимом расхождении закрепляют среднее положение конечной точки.

Задача 1.4.

Определите линейную, угловую и относительную величину крена высотного сооружения башенного типа ($H = 50,5$ м) методом теодолитного проектирования в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Результаты проектирования: $l_1 = 7,8$ см; $l_2 = 9,5$ см

Решение:

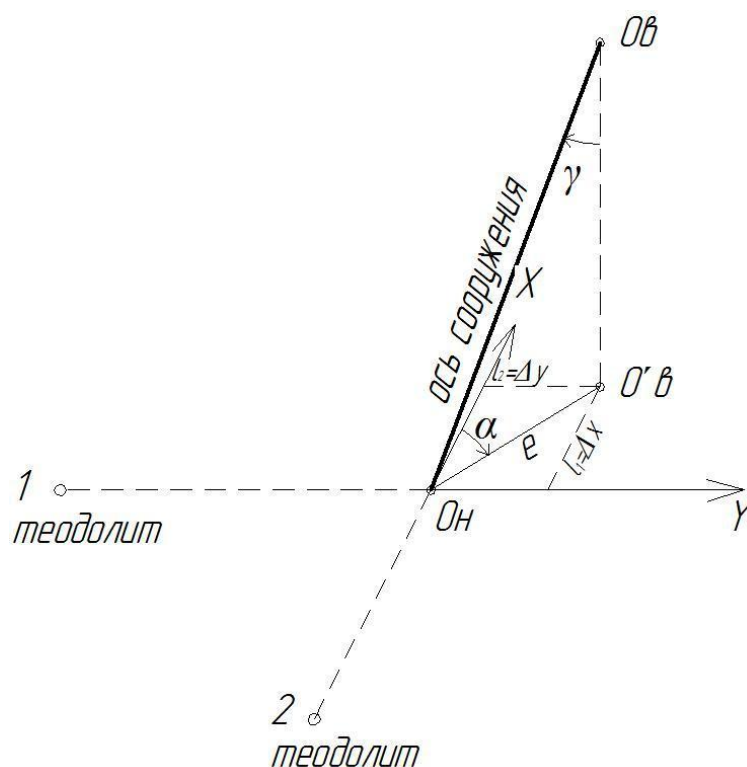


Рисунок 1 – Схема определения крена сооружения методом теодолитного проектирования в двух взаимно перпендикулярных плоскостях

Крен сооружения может быть выражен в линейной, угловой и относительной мере.

Под линейной величиной абсолютного крена e понимается отрезок между проекциями на горизонтальную плоскость центра подошвы фундамента и положения центра верхнего сечения сооружения (отрезок Он-О'в на рисунке 1):

$$e = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{0,078^2 + 0,095^2} = 0,123\text{м}$$

Угол наклона сооружения γ относительно отвесной линии вычисляется по формуле:

$$\gamma = \arctg \frac{e}{h} = \arctg \frac{0,123}{50,5} = 0^\circ 08' 22''$$

Угловую величину крена α вычислим по формуле:

$$\alpha = \arctg \frac{\Delta y}{\Delta x} = \arctg \frac{0,095}{0,078} = 50^\circ 36,7'$$

Относительным креном называют отношение абсолютного крена сооружения к высоте сооружения:

$$i = \frac{e}{h} = \frac{0,123}{50,5} = \frac{1}{50,5:0,123} = \frac{1}{411} < \frac{1}{200}$$

СНиП нормируют относительный крен сооружений, так при высоте сооружения башенного типа до 100 м предельно допустимое значение относительно крена ($0,005=1/200$), это значит, что крен здания в задании в пределах нормы.

Проверяемое задание 2

Вариант 10

1. Что значит ориентировать линию на местности? Основные ориентирующие углы и направления. Ответ дополните схемами.

Ориентироваться на линию, это значит ориентироваться направлению линии относительно исходного, заданного или известного направления.

Для того, чтобы использовать исходные значения, нужно пользоваться направлениями истинного, осевого меридиана, и направления магнитного меридиана.

Магнитный меридиан – это пересечения с поверхностью Земли, которая образуется в результате оси магнитной стрелки компаса и направлением линии силы тяжести в данной точке.

Горизонтальный угол, который отсчитывается по ходу часовой стрелки от северного направления исходного меридиана до направления ориентируемой линии называется ориентирующим.

Ориентирующий угол, который отсчитывается от северного направления истинного меридиана. называется истинным азимутом.

Дирекционный угол (α) отсчитывается от северного направления осевого меридиана.

Магнитный азимут отсчитывается от северного направления магнитного меридиана (A_M).

Ориентирующие углы изменяются от 0° до 360° .

На рисунке 2 изображены ориентирующие углы, а на рисунке 3 показана взаимосвязь ориентирующих углов.

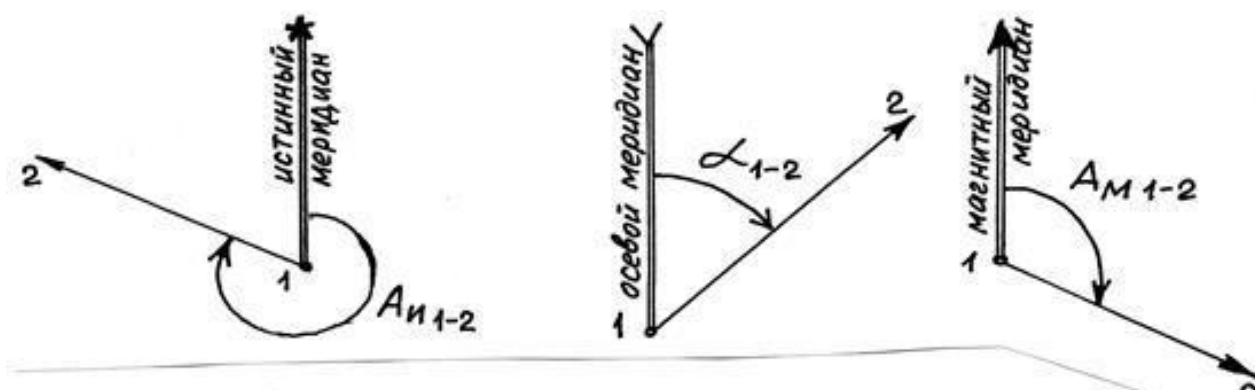


Рисунок 2 - Ориентирующие углы

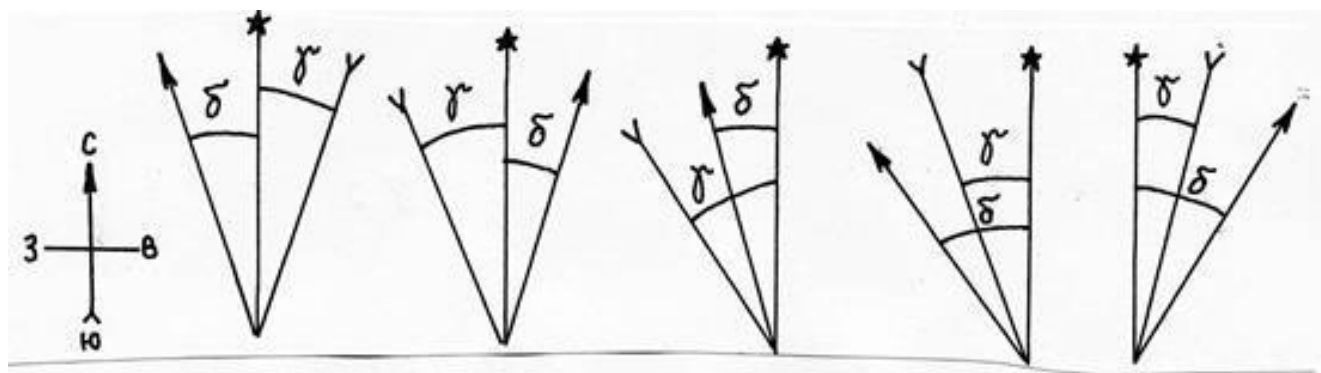


Рисунок 3 - Взаимосвязь ориентирующих углов

2. Какие виды съемочного обоснования применяют при тахеометрической съемке?

При тахеометрической съемке применяют планово-высотное съемочное обоснование.

Планово-высотное обоснование создается несколькими способами:

- прокладка теодолитного хода с измерением горизонтальных углов полным приемом оптического теодолита, или возможно применить электронный тахеометр и промер горизонтальных проекций сторон землемерной лентой или светодальномером;
- прокладка теодолитного хода с измерением горизонтальных углов полным приемом теодолита, определить горизонтальные расстояния между съемочными

точками нитяным дальномером оптического теодолита или светодальномером электронного тахеометра.

При создании планово-высотного обоснования используют приборы: оптический теодолит, электронный тахеометр.

Трасса линейного сооружения в качестве съемочного обоснования на рисунке 4, а.

Съемочное обоснование в виде замкнутого полигона на рисунке 4, б.

Съемочное обоснование по типу микротриангуляции на рисунке 4, в.

При съемке относительно узких полос, которые вытянуты в поперечном направлении от трассы в качестве съемочного обоснования тахеометрической съемки, применяют висячий ход (рис. 4, г).

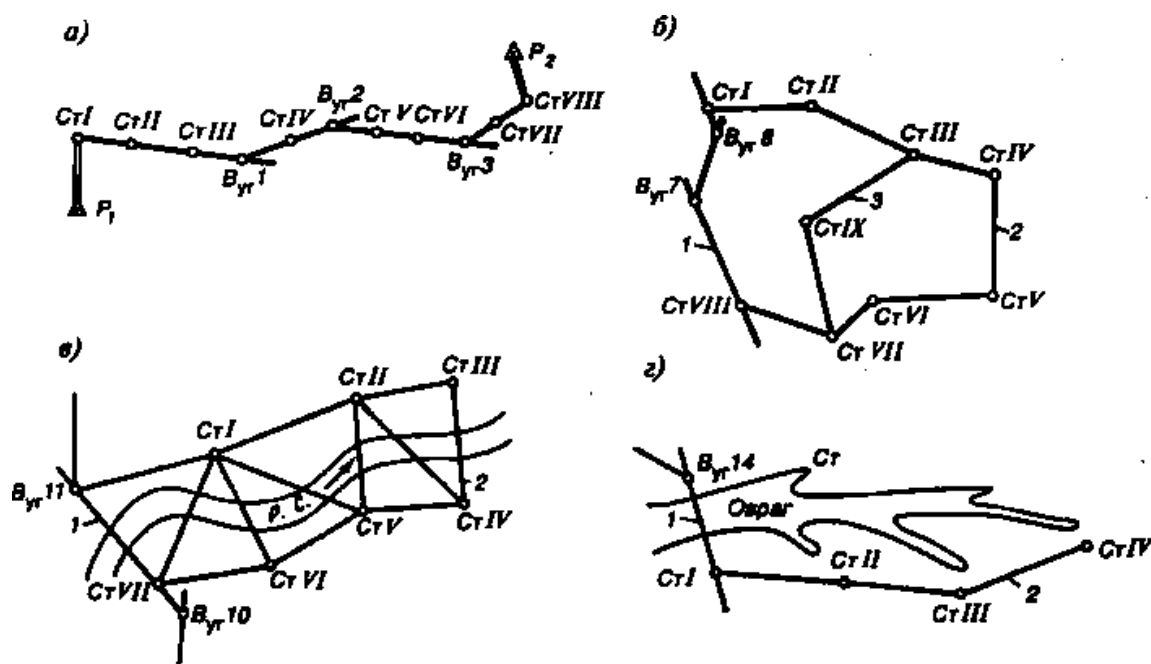


Рисунок 4 - Виды съемочного обоснования тахеометрических съемок: а — трасса линейного объекта: P_1 , P_2 — пункты геодезической сети; $Ст I$ — $Ст VIII$ — съемочные точки; $В_{уг} 1$ — $В_{уг} 3$ — вершины углов поворота трассы; б — замкнутый полигон: 1 — трасса линейного объекта; 2 — полигон; 3 — диагональный ход; в — микротриангуляция: / — трасса линейного объекта; 2 — триангуляционная сеть; г — висячий ход: / — трасса линейного объекта; 2 — теодолитный ход

Висячие ходы допускают для съемок масштабов 1:1000 и 1:2000. Для масштаба 1:500 допускают лишь одну выносную съемочную точку на расстоянии не более 200 м от основного съемочного обоснования.

Проверяемое задание 3

Задание:

Постройте план теодолитной съемки в масштабе 1:1000 по вычисленным координатам точек и нанесите ситуацию.

- дирекционный угол начальной линии 1-2 $\alpha_{1-2}=295^{\circ}22'$;
- координаты точки 1 $X_1=275,00\text{м}$, $Y_1=275,00\text{м}$;
- абрис съемки (рисунок 5);
- журнал измеренных углов и длин сторон хода (таблица 1).

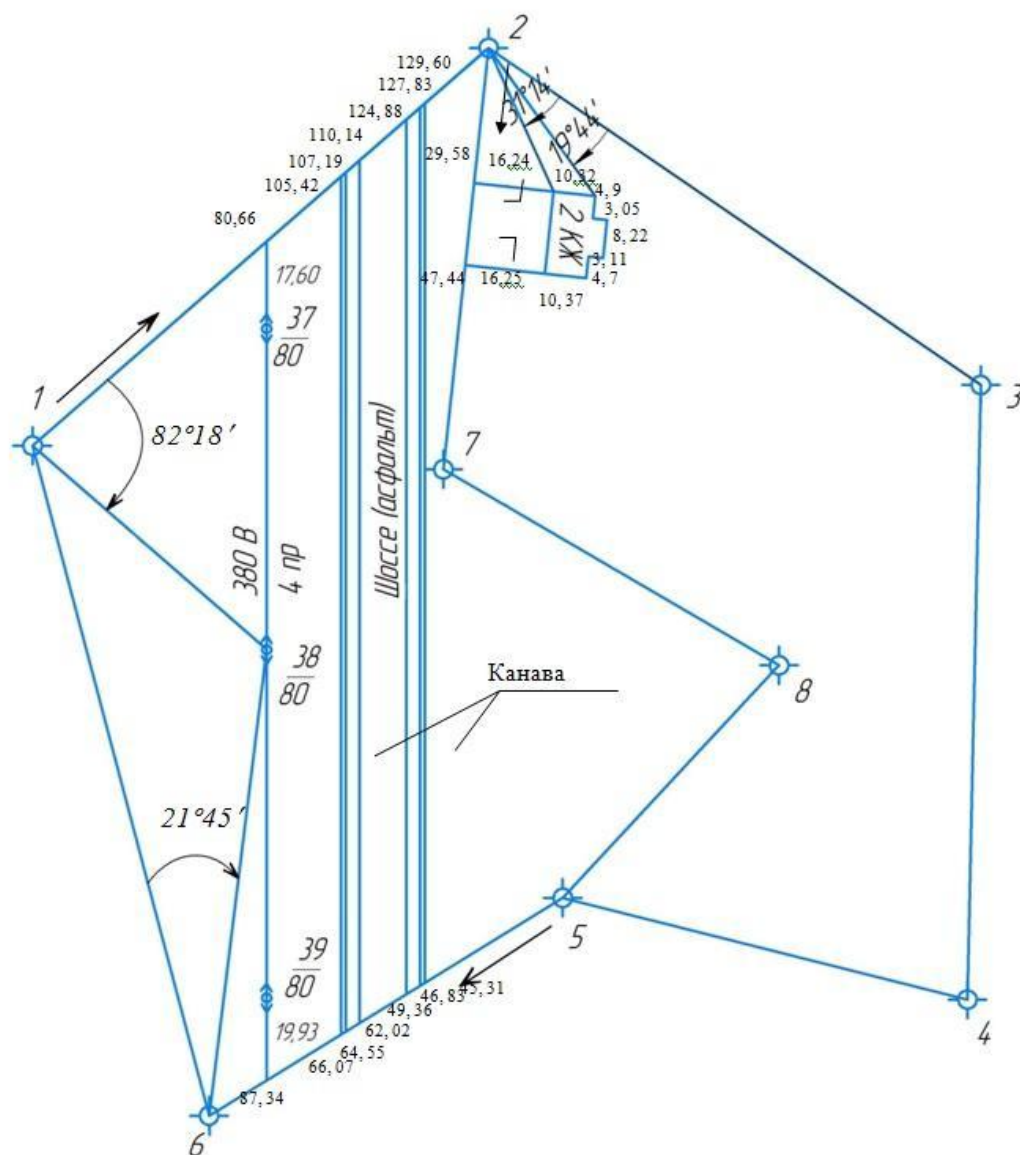


Рисунок 5 – Абрис теодолитной съемки

Таблица 1

Журнал измерения горизонтальных углов и сторон теодолитного хода

№ вершин	Среднее значение измеренных горизонтальных углов β	Горизонтальное проложение линий S , м
Замкнутый ход		
1	116°29,0′	130,32
2	104°22,7′	
3	123°12,2′	128,48
4	77°06,2′	132,55
5	225°50,6′	89,81
6	72°57,5′	89,44
		149,16
Диагональный ход		
2	42°43,7′	91,41
7	245°46,7′	
8	77°22,2′	83,70
5	164°41,1′	68,48

1. Вычислительная обработка замкнутого теодолитного хода

Выписываем из журнала теодолитной съемки в графу 2 ведомости вычисления прямоугольных координат замкнутого хода значения измеренных углов β . В графу 4 ведомости заносим значения дирекционного угла. В графу 5 ведомости выписываем из журнала измерения горизонтальных углов горизонтальные проложения сторон теодолитного хода.

Определяем угловую невязку замкнутого хода по следующей формуле:

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}}$$

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

$\sum \beta_{\text{теор}}$ - теоретическая сумма внутренних углов замкнутого теодолитного хода, определяемая по формуле:

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ * (n - 2)$$

n - число углов теодолитного хода.

Находим $\sum \beta_{\text{изм}} = 719^\circ 58,2'$

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ * (6 - 2) = 720^\circ 00'$$

$$f_\beta = 719^\circ 58,2' - 720^\circ 00' = -0^\circ 01,8'$$

Вычисленную угловую невязку сравниваем с допустимой невязкой $f_{\beta\text{доп}}$,

вычисляемой по формуле:

$$f_{\beta\text{доп}} = \pm 2m_\beta \cdot \sqrt{n} = \pm 2 \cdot 0,5' * \sqrt{6} = \pm 2,4'$$

Так как угловая невязка допустима, т.е. $f_\beta = 01,8' < f_{\beta\text{доп}} = 02,4'$, мы ее распределим в виде поправки с обратным знаком в измеренные углы с дробными частями, округляя их до целых минут.

По исходному дирекционному углу и исправленным углам $\beta_{\text{исп}}$ вычислим дирекционные углы сторон замкнутого хода по формуле:

$$a_{n+1} = a_n + 180^\circ - \beta_{n, n+1 \text{ исп}}$$

где a_{n+1} - дирекционный угол последующей стороны;

a_n - дирекционный угол предыдущей стороны;

$\beta_{n, n+1 \text{ исп}}$ - увязанный, вправо по ходу лежащий угол между предыдущей и последующей сторонами.

$$a_{2-3} = a_{1-2} + 180^\circ - \beta_2 = 295^\circ 22' + 180^\circ - 104^\circ 23' - 360^\circ = 10^\circ 59'$$

Делаем контроль вычислений дирекционных углов. В замкнутом ходе контролем вычислений является получение исходного дирекционного угла через дирекционный угол стороны, предшествующей начальной (6-1):

$$\alpha_{1-2} = 231^{\circ}51,3' + 180^{\circ} - 116^{\circ}29,3' = 295^{\circ}22'$$

Вычисляем приращения координат ΔX и ΔY по вычисленным значениям горизонтальных проложений S и дирекционным углам α сторон теодолитного хода:

$$\Delta X = S * \cos \cos \alpha$$

$$\Delta Y = S * \sin \sin \alpha$$

Знаки приращений определяем по знакам $\cos \cos \alpha$ и $\sin \sin \alpha$.

$$\Delta X_{1-2} = 130,32 * \cos \cos 295^{\circ}22' = + 55,83\text{м}$$

$$\Delta Y_{1-2} = 130,32 * \sin \sin 295^{\circ}22' = - 117,76\text{м}$$

Определяем невязки f_x и f_y в приращениях координат по осям X и Y , пользуясь формулами:

$$f_x = \sum \Delta X_{\text{выч}}$$

$$f_y = \sum \Delta Y_{\text{выч}}$$

где: $\sum \Delta X_{\text{выч}}$, $\sum \Delta Y_{\text{выч}}$ - суммы вычисленных приращений координат.

$$f_x = + 0,28\text{м}$$

$$f_y = + 0,11\text{м}$$

Находим абсолютную линейную невязку в периметре теодолитного хода по формуле:

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,28^2 + 0,11^2} = 0,30\text{м}$$

Устанавливаем допустимость невязки $f_{\text{абс}}$. Для этого вычисляем относительную невязку в периметре и сравниваем ее с допустимой относительной невязкой, составляющей $\frac{1}{2000}$ доли периметра.

$$f_{\text{отн}} = \frac{f_{\text{абс}}}{P} = \frac{0,30}{719,76} = \frac{1}{719,76:0,30} \approx \frac{1}{2399} < \frac{1}{2000}$$

Так как относительная невязка допустима – можем вводить поправки в вычисленные приращения. Поправки вводятся со знаком, обратным невязкам по осям X, Y.

$$\vartheta_{Xi} = -\frac{f_x}{P} S_i; \quad \vartheta_{Yi} = -\frac{f_y}{P} S_i$$

где: $\vartheta_{Xi}, \vartheta_{Yi}$ - поправки в приращения координат соответственно по оси X и

Y, найденные для i -й стороны;

P - периметр полигона;

S_i - длина i -й стороны.

Сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком.

$$\vartheta_{X1-2} = -\frac{0,28}{719,76} 130,32 = -0,05\text{м}; \quad \vartheta_{Y1-2} = -\frac{0,11}{719,76} 130,32 = -0,02\text{м}$$

Складывая алгебраически величины вычисленных приращений с их поправками, находим исправленные приращения:

$$\Delta X_{1-2\text{исп}} = \Delta X_{1-2\text{выч}} + \vartheta_{X1-2} = +55,83 - 0,05 = +55,78\text{м}$$

$$\Delta Y_{1-2\text{исп}} = \Delta Y_{1-2\text{выч}} + \vartheta_{Y1-2} = -117,76 - 0,02 = -117,78\text{м}$$

Вычисляем координаты вершин основного замкнутого хода по формулам:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{\text{исп } i, i+1}$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{\text{исп } i, i+1}$$

где: X_{i+1}, Y_{i+1} - координаты точек хода, которые вычисляются;

X_i, Y_i - координаты предыдущих точек хода;

$\Delta X_{\text{исп } i, i+1}, \Delta Y_{\text{исп } i, i+1}$ - исправленные приращения координат между

предыдущей и последующей точками.

$$X_2 = X_1 + \Delta X_{1-2\text{исп}} = 275,00 + 55,78 = 330,78\text{м}$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{1-2\text{исп}} = 275,00 - 117,78 = 157,22\text{м}$$

Для контроля вычисляем через координаты точки 6 координаты исходной точки:

$$X_1 = X_6 + \Delta X_{6-1\text{исп}} = 367,20 - 92,20 = 275,00\text{м}$$

$$Y_1 = Y_6 + \Delta Y_{6-1\text{исп}} = 392,34 - 117,34 = 275,00\text{м}$$

2. Вычислительная обработка диагонального хода теодолитного хода.

Угловую невязку разомкнутого хода находим по формуле:

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}}$$

причем теоретическую сумму углов $\sum \beta_{\text{теор}}$ определяем по формуле:

$$\sum \beta_{\text{теор}} = a_{\text{н}} - a_{\text{к}} + 180^{\circ} * n$$

где n - число углов разомкнутого хода, включая примыкающие;

$a_{\text{н}}$ - дирекционный угол начальной стороны;

$a_{\text{к}}$ - дирекционный угол конечной стороны.

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 295^{\circ}22' - 124^{\circ}49,1' + 180^{\circ} * 4 = 530^{\circ}32,9'$$

$$\sum \beta_{\text{изм}} = 42^{\circ}43,5' + 245^{\circ}46,5' + 77^{\circ}22' + 164^{\circ}40,9' = 530^{\circ}33,7'$$

$$f_{\beta} = 530^{\circ}33,7' - 530^{\circ}32,9' = + 0^{\circ}00,8'$$

Допустимую угловую невязку в диагональном ходе вычисляем по формуле:

$$f_{\beta\text{доп}} = \pm 2m_{\beta} \cdot \sqrt{n} = 2 \cdot 0,5' \cdot \sqrt{4} = \pm 02'$$

Так как угловая невязка находится в допуске, т.е.

$f_{\beta} = 00,8' < f_{\beta\text{доп}} = 02'$, мы ее распределяем в виде поправки с обратным знаком в измеренные углы с десятичными долями минут, округляя их до целых значений.

$$a_{2-7} = a_{1-2} + 180^{\circ} - \beta_{\text{исп2}} = 295^{\circ}22' + 180^{\circ} - 42^{\circ}43,5' = 72^{\circ}38,5'$$

Контролем является получение дирекционного угла $a_{\text{к}}$.

$$a_{5-6} = a_{8-5} + 180^{\circ} - \beta_{\text{исп5}} = 109^{\circ}30' + 180^{\circ} - 164^{\circ}40,9' = 124^{\circ}49,1'$$

Выписываем в ведомость координаты начальной ($X_{\text{н}}$, $Y_{\text{н}}$) и конечной ($X_{\text{к}}$, $Y_{\text{к}}$) точек диагонального хода.

$$X_{\text{н}} = X_2 = 330,78\text{м} \quad Y_{\text{н}} = Y_2 = 157,22\text{м}$$

$$X_{\text{к}} = X_5 = 418,30\text{м} \quad Y_{\text{к}} = Y_5 = 318,92\text{м}$$

Вычисляем приращения координат ΔX и ΔY :

$$\Delta X_{2-7} = 91,41 * \cos \cos 72^{\circ}38,5' = + 27,27\text{м}$$

$$\Delta Y_{2-7} = 91,41 * \sin \sin 72^{\circ}38,5' = + 87,25\text{м}$$

Невязки в приращения координат разомкнутого хода определим по формулам:

$$f_X = \sum \Delta X_{\text{выч}} - \sum \Delta X_{\text{теор}} = \sum \Delta X_{\text{выч}} - (X_K - X_H)$$

$$f_Y = \sum \Delta Y_{\text{выч}} - \sum \Delta Y_{\text{теор}} = \sum \Delta Y_{\text{выч}} - (Y_K - Y_H)$$

где: $\sum \Delta X_{\text{выч}}$, $\sum \Delta Y_{\text{выч}}$ - суммы вычисленных приращений координат соответственно по осям X и Y;

$\sum \Delta X_{\text{теор}}$, $\sum \Delta Y_{\text{теор}}$ - теоретические суммы приращений координат соответственно по осям X и Y;

X_K, Y_K - координаты конечной точки диагонального хода;

X_H, Y_H - координаты начальной точки диагонального хода;

$$\sum \Delta X_{\text{выч}} = + 87,51\text{м}$$

$$\sum \Delta Y_{\text{выч}} = + 161,81\text{м}$$

$$f_X = + 87,51 - (418,30 - 330,78) = + 87,51 - 87,52 = - 0,01\text{м}$$

$$f_Y = + 161,81 - (318,92 - 157,22) = + 161,81 - 161,70 = + 0,11\text{м}$$

Вычисляем линейную, а затем относительную невязку диагонального хода:

$$f_P = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(-0,01)^2 + 0,11^2} = 0,11\text{м}$$

Допустимая относительная невязка диагонального хода составляет $\frac{1}{2000}$ долю от суммы длин сторон.

$$\frac{f_P}{P} = \frac{0,11}{243,56} = \frac{1}{243,56:0,11} \approx \frac{1}{2214} < \frac{1}{2000}$$

Поскольку относительная невязка допустима, то увязываем вычисленные приращения, вводя в них поправки.

$$\vartheta_{X_{2-7}} = -\frac{-0,01}{243,56} 91,41 = + 0,01\text{м}; \quad \vartheta_{Y_{2-7}} = -\frac{0,11}{243,56} 91,41 = - 0,04\text{м}$$

Находим исправленные приращения:

$$\Delta X_{2-7\text{исп}} = \Delta X_{2-7\text{выч}} + \vartheta_{X_{2-7}} = + 27,27 + 0,01 = + 27,28\text{м}$$

$$\Delta Y_{2-7\text{исп}} = \Delta Y_{2-7\text{выч}} + \vartheta_{Y_{2-7}} = + 87,25 - 0,04 = + 87,21\text{м}$$

Вычисляем координаты вершин разомкнутого хода:

$$X_7 = X_2 + \Delta X_{2-7\text{исп}} = 330,78 + 27,28 = 358,06\text{м}$$

$$Y_7 = Y_2 + \Delta Y_{2-7\text{исп}} = 157,22 + 87,21 = 244,43\text{м}$$

Вычисления контролируем по координатам (X_K, Y_K) конечной точки

диагонального хода.

$$X_5 = X_8 + \Delta X_{8-5\text{исп}} = 441,16 - 22,86 = 418,30\text{м}$$

$$Y_5 = Y_8 + \Delta Y_{8-5\text{исп}} = 254,40 + 64,52 = 318,92\text{м}$$

По итогам вычислений и абрисам составляем план теодолитной съемки

(Приложение А).

Таблица 2 - Ведомость вычисления координат замкнутого теодолитного хода

№ верш ин поли гона	Внутренние углы				Дирекционн ые углы		Румбы сторон			Длина горизонталь ного проложения, м	Приращения								Координаты			
	измеренны е		исправленны е								вычисленные				исправленные							
	°	'	°	'	°	'	Наз в.	°	'		±	ΔX	±	ΔY	±	ΔX	±	ΔY	±	ΔX	±	ΔY
		0,3																				
1	116	29,0	116	29,3							-0,05		-0,02					+	275,00	+	275,00	
		0,3			295	22	СЗ	64	38	130,32	+	55,83	-	117,76	+	55,78	-	117,78				
2	104	22,7	104	23							-0,05		-0,02					+	330,78	+	157,22	
		0,3			10	59	СВ	10	59	128,48	+	126,13	+	24,48	+	126,08	+	24,46				
3	123	12,2	123	12,5							-0,05		-0,02					+	456,86	+	181,68	
		0,3			67	46,5	СВ	67	46,5	132,55	+	50,14	+	122,70	+	50,09	+	122,68				
4	77	06,2	77	06,5							-0,03		-0,01					+	506,95	+	304,36	
		0,3			170	40	ЮВ	9	20	89,81	-	88,62	+	14,57	-	88,65	+	14,56				
5	225	50,6	225	50,9							-0,03		-0,01					+	418,30	+	318,92	
		0,3			124	49,1	ЮВ	55	10,9	89,44	-	51,07	+	73,43	-	51,10	+	73,42				
6	72	57,5	72	57,8							-0,07		-0,03					+	367,20	+	392,34	
					231	51,3	ЮЗ	51	51,3	149,16	-	92,13	-	117,31	-	92,20	-	117,34				
1																		+	275,00	+	275,00	
$\sum \beta_{изм} = 719^{\circ}58'2$					295	22																
$\sum \beta_m = 180^{\circ}(n - 2) = 720^{\circ}$																						
$f_{\beta} = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_{теор} = -1',8$										$\sum P = 719,76$	$f_{\Delta x} = +0,28$	$f_{\Delta y} = +0,11$	$f_{\Delta x} = 0$	$f_{\Delta y} = 0$								

1. Допустимая невязка в углах

$$f_{\beta_{доп}} = \pm 2m_{\beta} \cdot \sqrt{n} = \pm 2 \cdot 0,5' \cdot \sqrt{6} = \pm 2,4'$$

2. Абсолютная невязка в периметре

$$f_p = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2} = \sqrt{0,28^2 + 0,11^2} = 0,30 \text{ м}$$

3. Относительная невязка в периметре $\frac{1}{N} = \frac{f_p}{\Sigma P} = \frac{0,30}{719,76} = \frac{1}{4719,76:0,30} \approx \frac{1}{2399}$
4. Допустимая невязка в периметре $\frac{1}{N} = \frac{1}{2000}$

Таблица 3 - Ведомость вычисления координат диагонального теодолитного хода

№ верш ин полиг она	Внутренние углы				Дирекционн ые углы		Румбы сторон			Длина горизонталь ного проложения, м	Приращения								Координаты			
	измеренные		исправленн ые								вычисленные				исправленные							
	°	'	°	'	°	'	Назв.	°	'		±	ΔX	±	ΔY	±	ΔX	±	ΔY	±	ΔX	±	ΔY
1																						
		-0,2			295	22																
2	42	43,7	42	43,5							+0,01		-0,04						+	330,78	+	157,22
		-0,2			72	38,5	СВ	72	38,5	91,41	+	27,27	+	87,25	+	27,28	+	87,21				
7	245	46.7	245	46,5									-0,04						+	358,06	+	244,43
		-0,2			6	52	СВ	6	52	83,70	+	83,10	+	10,01	+	83,10	+	9,97				
8	77	22,2	77	22									-0,03						+	441,16	+	254,40
		-0,2			109	30	ЮВ	70	30	68,48	-	22,86	+	64,55	-	22,86	+	64,52				
5	164	41,1	164	40,9															+	418,30	+	318,92
					124	49,1																
6																						
$\sum \beta_{изм} = 530^{\circ}33,7$																						
$\sum \beta_m = 530^{\circ}32,9$																						
$f_{\beta} = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_{теор} = 0^000,8$										$\sum P = 243,56$	$f_{\Delta x}$	-0,01	$f_{\Delta y}$	+0,11	$f_{\Delta x} = 0$	$f_{\Delta y} = 0$						

1. Допустимая невязка в углах

$$f_{\beta_{доп}} = \pm 2m_{\beta} \cdot \sqrt{n} = \pm 2 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{4} = \pm 2'$$

2. Абсолютная невязка в периметре

$$f_p = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2} = \sqrt{(-0,01)^2 + 0,11^2} = 0,11 \text{ м}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Относительная невязка в периметре } \quad \frac{1}{N} &= \frac{f_p}{\Sigma P} = \frac{0,11}{243,56} = \frac{1}{243,56:0,11} \approx \frac{1}{2214} \\
 4. \text{ Допустимая невязка в периметре } \quad \frac{1}{N} &= \frac{1}{2000}
 \end{aligned}$$

Проверяемое задание 4

Постройте продольный профиль трубопровода по исходным данным

Результаты полевых измерений приведены в журнале технического нивелирования трассы (таблица 4)

Длина трассы $L=0,5$ км с одним поперечником.

Пикетажный журнал (рисунок 4).

Угол поворота трассы $\theta_{\text{правый}} = 82^{\circ}52'$

Радиус поворота кривой $R=900\text{м}$;

Вершина угла поворота ВУ – ПК3+30м.

Дирекционный угол начального прямолинейного участка трассы: $98^{\circ}30'$

Высотные отметки исходных реперов:

$$H_{\text{Рп 1500}} = 77,125\text{м.}$$

$$H_{\text{Рп 1650}} = H_{\text{Рп 1}} - 2,120\text{м} = 77,125 - 2,120 = 75,005\text{м.}$$

Данные для нанесения на продольный профиль проектной линии:

- глубина промерзания грунта 2,3 метра;
- диаметр и материал труб: 400 мм, керамические;
- основание – песок;
- на участке от ПК0 до ПК2 уклон проектной линии $i_1 = - 0,010$,
- на участке от ПК2 до ПК3 уклон $i_2 = - 0,031$,
- на участке от ПК3 до ПК5 уклон $i_3 = 0,013$.

Проектирование на поперечном профиле не производится.

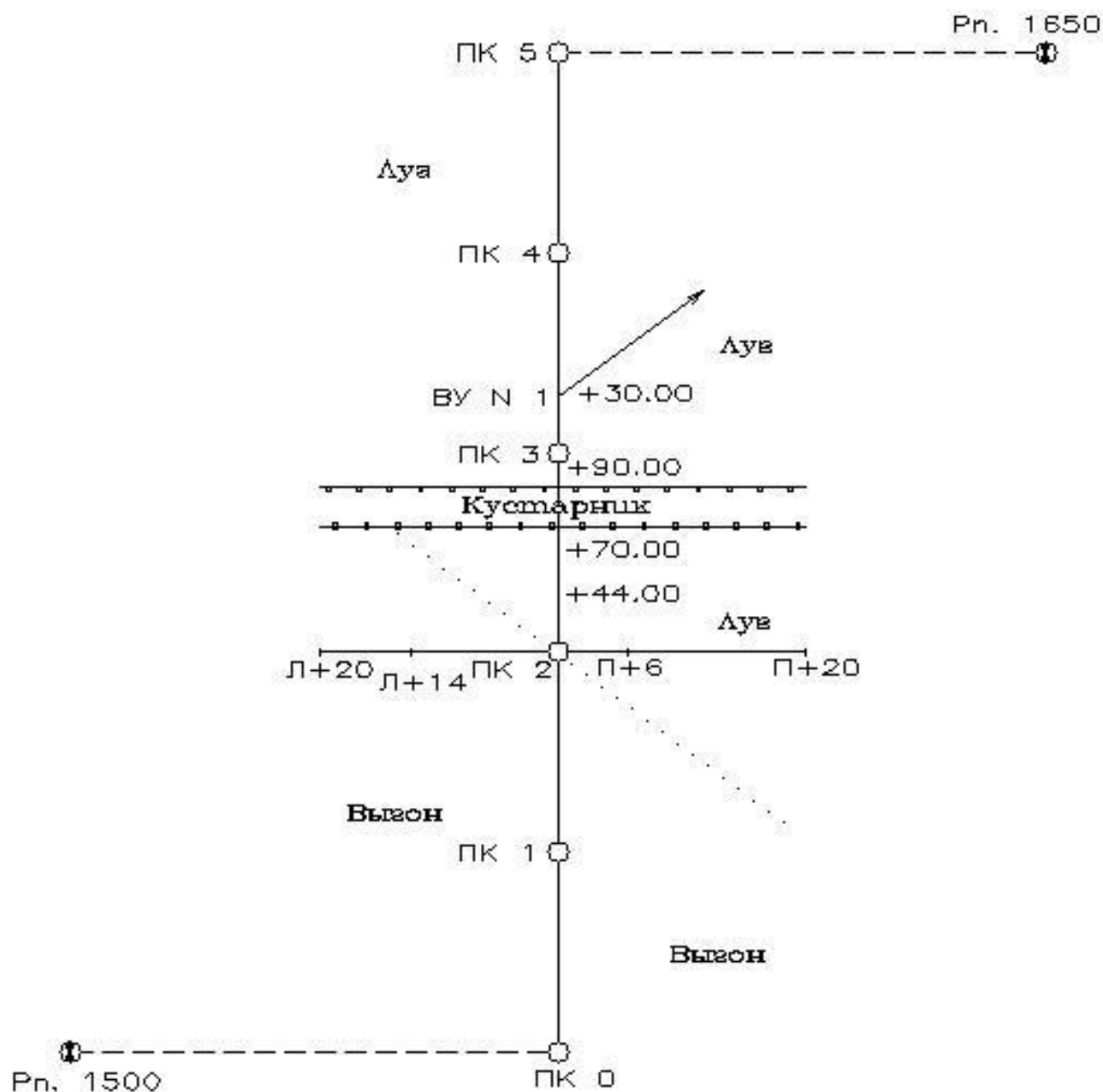


Рисунок 6 – Пикетажный журнал трассы

Вычисление элементов круговой кривой производим по формулам:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$$

$$K = \pi R \frac{\theta}{180^\circ}$$

$$B = R \cdot (1 - \cos \theta/2) / \cos \theta/2$$

$$D = 2T - K$$

где T - тангенс круговой кривой (расстояние от НК или КК до ВУ), м;

R - радиус круговой кривой, м;

θ - угол поворота кривой;

K - кривая (расстояние от НК до КК вдоль кривой), м;

B – биссектриса (расстояние от ВУ до СК), м ;

D - домер (укорочение трассы за счет кривой), м.

$$T = 900 \cdot \operatorname{tg} \frac{82^{\circ}52'}{2} = 794,39 \text{ м}$$

$$K = 3,14 \cdot 900 \frac{82^{\circ}52'}{180^{\circ}} = 1301,01 \text{ м}$$

$$B = 900 \cdot \left(1 - \cos \cos \frac{82^{\circ}52'}{2}\right) / \cos \cos \frac{82^{\circ}52'}{2} = 300,44 \text{ м}$$

$$D = 2 \cdot 794,39 - 1301,01 = 287,77 \text{ м}$$

Дальнейшие расчеты показали, что при радиусе кривой 900м не удастся разбить пикетаж главных точек кривой, поскольку длина трассы всего 500м. Путем подбора принимаем проектный радиус $R=100\text{м}$ и рассчитываем элементы кривой:

$$T = 100 \cdot \operatorname{tg} \frac{82^{\circ}52'}{2} = 88,27 \text{ м}$$

$$K = 3,14 \cdot 100 \frac{82^{\circ}52'}{180^{\circ}} = 144,56 \text{ м}$$

$$B = 100 \cdot \left(1 - \cos \cos \frac{82^{\circ}52'}{2}\right) / \cos \cos \frac{82^{\circ}52'}{2} = 33,38 \text{ м}$$

$$D = 2 \cdot 88,27 - 144,56 = 31,98 \text{ м}$$

Пикетажное значение главных точек кривой вычисляем по формулам:

$$\text{ПКНК} = \text{ПКВУ} - \text{ПКТ} ;$$

$$\text{ПККК} = \text{ПКНК} + \text{ПКК}$$

$$\text{ПКСК} = \text{ПКНК} + 0,5 K$$

Контроль: $\text{ПКВУ} + \text{ПКТ} = \Sigma ; \Sigma - \text{ПКД} = \text{ПККК},$

Следуя пикетажному журналу $\text{ПКВУ} = \text{ПКЗ} + 30 \text{ м}.$

$$\text{ПКНК} = 330,00 - 88,27 = 241,73 = \text{ПК 2} + 41,73 \text{ м}$$

$$\text{ПККК} = 241,73 + 144,56 = 386,29 = \text{ПКЗ} + 86,29 \text{ м}$$

$$\text{ПКСК} = 241,73 + 0,5 \cdot 144,56 = 314,01 = \text{ПКЗ} + 14,01 \text{ м}$$

Контроль:

$$\text{ПКВУ} + T - D = \text{ПККК}$$

$$\text{ПККК} = 330,00 + 88,27 - 31,98 = 386,29 = \text{ПКЗ} + 86,29 \text{ м}$$

Вычисляем длины прямых вставок следующим образом:

- длина первой вставки равна расстоянию от начала трассы НТ (ПК0) до начала кривой НК:

$$P_1 = \text{ПК НК} = 241,73 \text{ м}$$

- длина второй прямой вставки равна разности пикетажного значения конца трассы КТ (ПК5) и конца кривой КК:

$$2 = \text{ПК КТ} - \text{ПК КК} = 500 - 386,29 = 113,71\text{м}$$

Вычислим дирекционный угол прямого участка КК–ПК5 после правого угла поворота:

$$\alpha_{\text{КК-ПК5}} = \alpha_{\text{КТ-НК}} + \theta = 98^{\circ}30' + 82^{\circ}52' = 181^{\circ}22'$$

Обработка журнала нивелирования трассы

Обработку журнала нивелирования производим в следующем порядке.

1. Для каждой станции вычисляем превышения между связующими точками по черной и красной сторонам реек:

$$h_{\text{ч}} = a_{\text{ч}} - b_{\text{ч}}$$

$$h_{\text{к}} = a_{\text{к}} - b_{\text{к}}$$

где $h_{\text{ч}}$ и $h_{\text{к}}$ - превышения, полученные по черной и красной сторонам реек соответственно;

$a_{\text{ч}}, a_{\text{к}}, b_{\text{ч}}, b_{\text{к}}$ - соответственно задние и передние отсчеты по черным и красным сторонам реек.

$$h_{\text{ч Рп1500-ПК0}} = 1483 - 1583 = -100\text{мм}$$

$$h_{\text{к Рп1500-ПК0}} = 6166 - 6270 = -104\text{мм}$$

2. Если расхождения между $h_{\text{ч}}$ и $h_{\text{к}}$ не более 5 мм, что допускается при техническом нивелировании, из полученных величин выводятся средние превышения:

$$h_{\text{ср}} = \frac{h_{\text{ч}} + h_{\text{к}}}{2}$$
$$h_{\text{ч Рп8-ПК0}} = \frac{(-100) + (-104)}{2} = -102\text{мм}$$

3. Не переходя на следующую страницу, необходимо выполнить проверку вычислений – постраничный контроль. Для этого необходимо найти:

ΣZ – сумму задних отсчетов;

$\Sigma П$ – сумму передних отсчетов;

$\Sigma h_{\text{выч}}$ – алгебраическую сумму вычисленных превышений;

$\Sigma h_{\text{ср}}$ - алгебраическую сумму средних превышений.

Должно выполняется равенство:

$$\frac{\Sigma a - \Sigma b}{2} = \frac{\Sigma h_{\text{выч}}}{2} = \Sigma h_{\text{ср}}$$

$$\frac{\Sigma a - \Sigma b}{2} = \frac{35203 - 43212}{2} = \frac{-8009}{2} = -4004,5 \text{ мм}$$

$$\frac{\Sigma h_{\text{выч}}}{2} = \frac{-8009}{2} = -4004,5 \text{ мм}$$

$$\Sigma h_{\text{ср}} = -4005 \text{ мм}$$

Разница между значениями на 1-2 мм возможна из-за округлений дробных значений $h_{\text{ср}}$ до целых миллиметров.

Аналогичные вычисления по каждой странице суммируем и общие результаты записываем в конце журнала в соответствующих графах.

4. Для уравнивания нивелирного хода, проложенного между Рп1500 и Рп1650, определяем невязку хода по формуле:

$$f_h = \Sigma h_{\text{ср}} - (H_{\text{Рп1650}} - H_{\text{Рп1500}})$$

где $\Sigma h_{\text{ср}}$ – алгебраическая сумма средних превышений всего нивелирного хода;

$H_{\text{Рп1650}}$ и $H_{\text{Рп1500}}$ – высотные отметки реперов.

$$f_h = -2,108 - (75,005 - 77,125) = -2,108 - (-2,120) = +0,012 \text{ м}$$

Полученную невязку сравниваем с допустимой, которая при техническом нивелировании определяется по формуле:

$$f_{h\text{доп}} = \pm 50\sqrt{L}, \text{ мм}$$

где L - количество километров в ходе.

$$f_{h\text{доп}} = \pm 50\sqrt{0,5} = \pm 35,36 \text{ мм}$$

Поскольку $f_h < f_{h\text{доп}}$, то полученную невязку распределяем пропорционально количеству станций, т.е. поровну на все станции.

Поправку, вводимую в средние превышения рассчитываем по формуле:

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

где n - число средних превышений.

$$\delta_h = \frac{-12}{8} = -1,5 \text{ мм}$$

Поскольку невязка не делится поровну на количество станций, то в первые четыре средние превышения мы введем поправку (-2мм), а в остальные по (-1мм). Поправки подписываем над средним превышением.

5. Отметки передних точек вычисляем по формуле:

$$H_{n+1} = H_n + h_{\text{испр } n}$$

где H_{n+1} - отметка передней точки;

H_n - отметка задней точки;

$h_{\text{испр } n}$ - исправленное превышение;

$$H_{\text{ПК0}} = 77,125 + (-0,104) = 77,021 \text{ м}$$

6. Чтобы определить отметки промежуточных точек на всех станциях, где есть такие точки, вычисляем горизонт инструмента:

$$\text{ГИ} = H_i + a_{\text{чи}}$$

$$\text{ГИ} = H_{i+1} + b_{\text{чи+1}}$$

$$\text{ГИ}_{\text{3ст 1}} = 76,115 + 0,987 = 77,102 \text{ м}$$

$$\text{ГИ}_{\text{3ст 2}} = 74,701 + 2,400 = 77,101 \text{ м}$$

$$\text{ГИ}_{\text{3ст}} = \frac{77,102 + 77,101}{2} = 77,102 \text{ м}$$

$$H_{i \text{ пром}} = \text{ГИ} - \text{П}_{\text{пром } i}$$

$$H_{\text{ПК2-П+6}} = 77,102 - 2,583 = 74,519 \text{ м}$$

Вычисление элементов дорожных кривых									
№ углов поворота трассы	В.У.	УГЛЫ			ЭЛЕМЕНТ КРИВОЙ				
		измеренный горизонт. угол	поворота трассы		радиус	тангенс	кривая	домер	биссектриса
			право	лево					
1	ПК3+30.00		82° 52′	—					
					900 м	88,27	144,56	31,98	33,38

Расчет прямых и кривых дорожной трассы.								
Прямые					Кривые			
начало	конец	длина	дирекц. угол	румб	начало	конец	длина кривой	общая длина трассы
ПК0	ПК2+41,73	241,73	98° 30'	ЮВ: 81° 30'	ПК2+41,73	ПК3+ 86,29	144,56	500,00
ПК3+86,29	ПК5	113,71	181° 22'	ЮЗ: 1° 22'				

Журнал геометрического нивелирования трассы

№ Станц.	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейке, мм			Превышение, мм		Превышение ср,мм		Горизонт инструмента,м	Отметка Н, м
		задняя	передняя	промеж.	+	-	+	-		
1	Рп.1500	1483 6166				0100 0104		-2 0102		77,125
	ПК0	4683	1583 6270							77,125
2	ПК0	1305 5991	4687			0905 0903		-2 0904		77,125
	ПК1	4685	2210 6894							76,115
3	ПК1	0987 5672	4682			1413 1410		-2 1412	77,102	76,115
	ПК2	4685	2400 7082						77,101	74,701
	ПК2-П+6		4682	2583					77,102	74,519
	ПК2-П+20			0296					77,102	76,805
	ПК2-Л+14			1830					77,102	75,272
	ПК2-Л+20			0537					77,102	76,565
4	ПК2	0807 5490				1609 1611		-2 1610		74,701
	ПК2+44	4683	2416 7101							73,089
5	ПК2+44	1309 5993	4685		24 22		-1 23		74,398	73,089
	ПК3	4684	1285 5971						74,396	73,111

	ПК2+70		4686	2891					74,397	71,506
	ПК2+90			0929					74,397	73,468
	Постраничный контроль	35203	43212		46	8055	23	4028		
		-8009			-8009					
		-4004,5			-4004,5		-4005			

№ станций	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейке, мм			Превышение, мм		Превышение среднее, мм		Горизонт инструмента, м	Отметка Н _м
		задняя	передняя	промеж.	+	-	+	-		
6	ПК3	2007 6689			396 396		-1 396			73,111
	ПК4	4682	1611 6293							73,506
7	ПК4	2241 6925	4682		1601 1601		-1 1601			73,506
	ПК5	4684	0640 5324							75,106
8	ПК5	1416 6102	4684			102 98		-1 100		75,106
	Рп.1650	4686	1518 6200							75,005
			4682							
	Постраничный контроль	25380	21586		3994	200	1997	100		
		+3794			+3794					
		+1897			+1897		+1897			
	Общий контроль	60583	64798		4040	8255	2020	4128		
		-4215			-4215					
		-2107,5			-2107,5		-2108			

Расчет профиля проектной линии (отметки берутся из журнала геометрического нивелирования, округленные до двух знаков после запятой)

Начальную отметку проектной линии принимаем с таким учетом, чтобы по всей длине трассы лотка трубопровода глубина заложения была ниже глубины промерзания грунта, путем предварительных вычислений принимаем $H_{\text{пр ПК0}} = 73,35\text{м}$. Величины уклонов проектной линии и соответствующие им расстояния принимаем следующими: между ПК0 и ПК2 уклон $i = (-0,010)$; между ПК2 и ПК3 уклон $i = (-0,031)$; между ПК3 и ПК5 уклон $i = (+0,013)$.

По заданным уклонам вычисляем отметки проектного профиля:

$$H_{\text{пр } n} = H_{\text{пр } n-1} + i \cdot d$$

где $H_{\text{пр } n}$ - проектная отметка для определяемой точки;

$H_{\text{пр } n-1}$ - проектная отметка предыдущей точки;

i - проектный уклон со своим знаком;

d - расстояние между рассматриваемыми точками.

$$H_{\text{пр ПК1}} = 73,35 + (-0,010) \cdot 100 = 72,35\text{м}$$

Наносим ось лотка трубопровода, соединив прямой линией отметки лотков колодцев.

На каждом пикете и плюсовой точке вычисляем рабочие отметки как разность между проектной и фактической отметками точки:

$$h_n = H_{\text{пр } n} - H_{\text{ф } n}$$

где h_n – определяемая рабочая отметка в данной точке;

$H_{\text{пр } n}$ - проектная отметка в данной точке;

$H_{\text{ф } n}$ – фактическая отметка этой точки.

$$h_{\text{ПК1}} = 72,35 - 76,12 = -3,77\text{м}$$

По итогам вычислений составляем продольный продольный профиль (Приложение Б) и поперечный профиль (Приложение В).

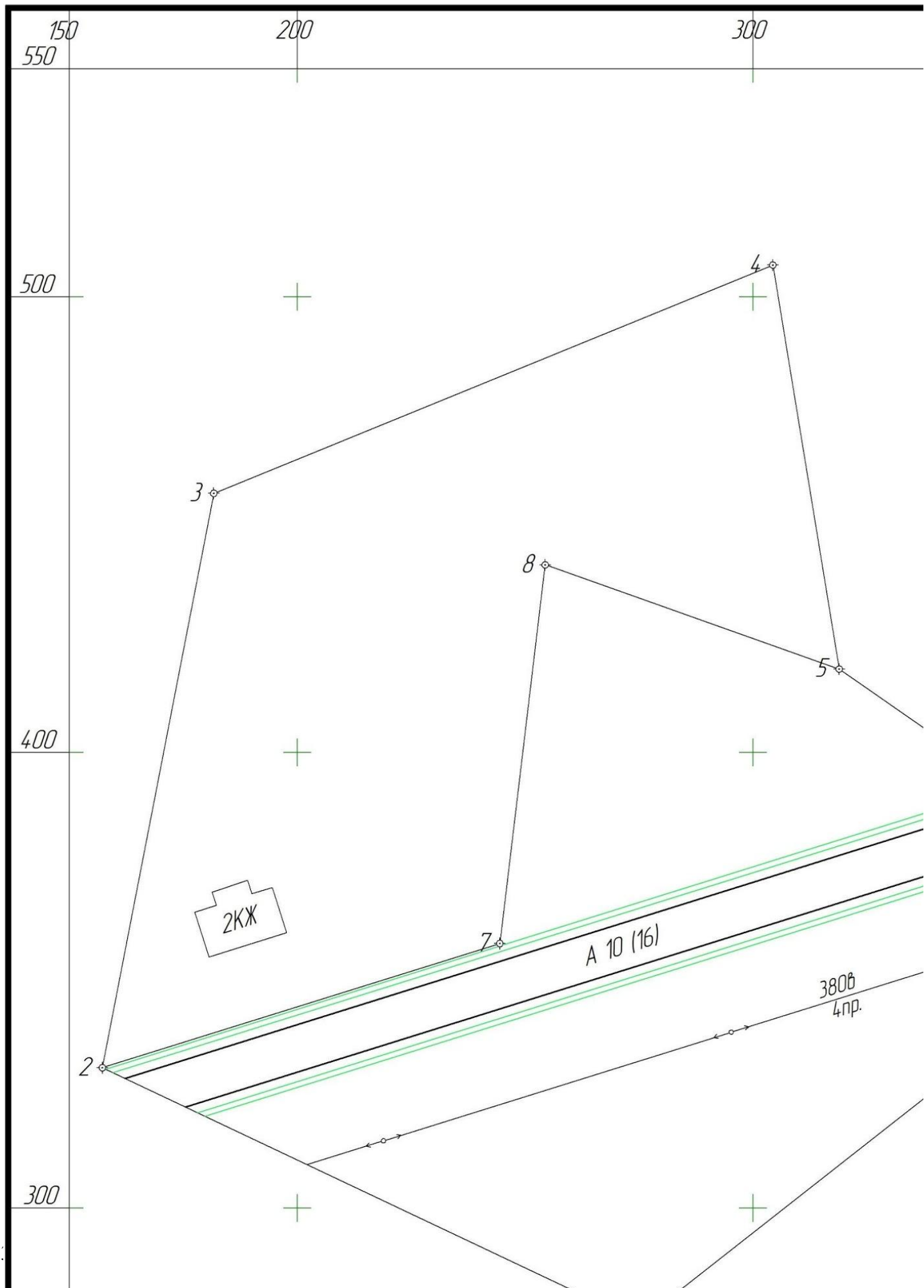
Список используемых источников

1. Багратуни Г.В. Инженерная геодезия / Багратуни Г.В., Болгов И.Ф., Величко В.А. и др.; под общей ред. П.С. Закатова. – М.: Недра, 1969. – 399 с.
2. Багратуни Г.В. Инженерная геодезия: учебник для строительных специальностей вузов / Г.В. Багратуни, В.Н. Ганышин, Б.Д. Данилевич. – М.: Недра, 1984. – 344 с.
3. Закатов, П.С. Инженерная геодезия / П.С. Закатов. – М.: Недра, 1976. – 582с.
4. Инженерная геодезия / Г. В. Багратуни, В. Н. Ганышин, Б. Б. Данилевич и др. – М.: Недра, 1984. – 344 с.
5. Инженерная геодезия. Методические указания и контрольные задания для студентов-заочников строительных специальностей высших учебных заведений / Под редакцией проф. А. С. Кучко. – М.: Высшая школа, 1987. – 58с.
6. Инженерная геодезия / Под ред. П. С. Закатова. - М.: Недра, 1976. – 583с.
7. Ключин, Е.Б. Инженерная геодезия / Е.Б. Ключин [и др.]. – М. : Academia, 2004. - 479 с.
8. Грицкив Л. Н. Решение задач по карте : учеб.-метод. пособие по курсу "Инженерная геодезия" для строит. спец. / Л. Н. Грицкив, Т. Г. Мальцева; ТГУ ; Инженерно-строит. ин-т ; каф. "Пром. и граждан. стр-во". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2010. - 46 с. : ил. - Библиогр.: с. 43. - Прил.: с. 44-45. - 11- 67
9. Кузьменко И.Н., Субботин И.Е. Инженерно-топографические условия при трассировании магистрального газопровода // Сб. «Инженерная геодезия». – 1977. – вып. 20. – С. 22-30.
10. Мальцева Т. Г. Решение задач для различных этапов геодезического обеспечения строительства: практикум / Т. Г. Мальцева, Л.Н. Грицкив; ТГУ ; Архитектурно-строит. ин-т ; каф. "Промышленное и гражданское строительство". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 91 с. : ил. - Библиогр.: с. 89.
11. Мальцева Т. Г. Решение задач для различных этапов геодезического обеспечения строительства: практикум / Т. Г. Мальцева, Л.Н. Грицкив; ТГУ ;

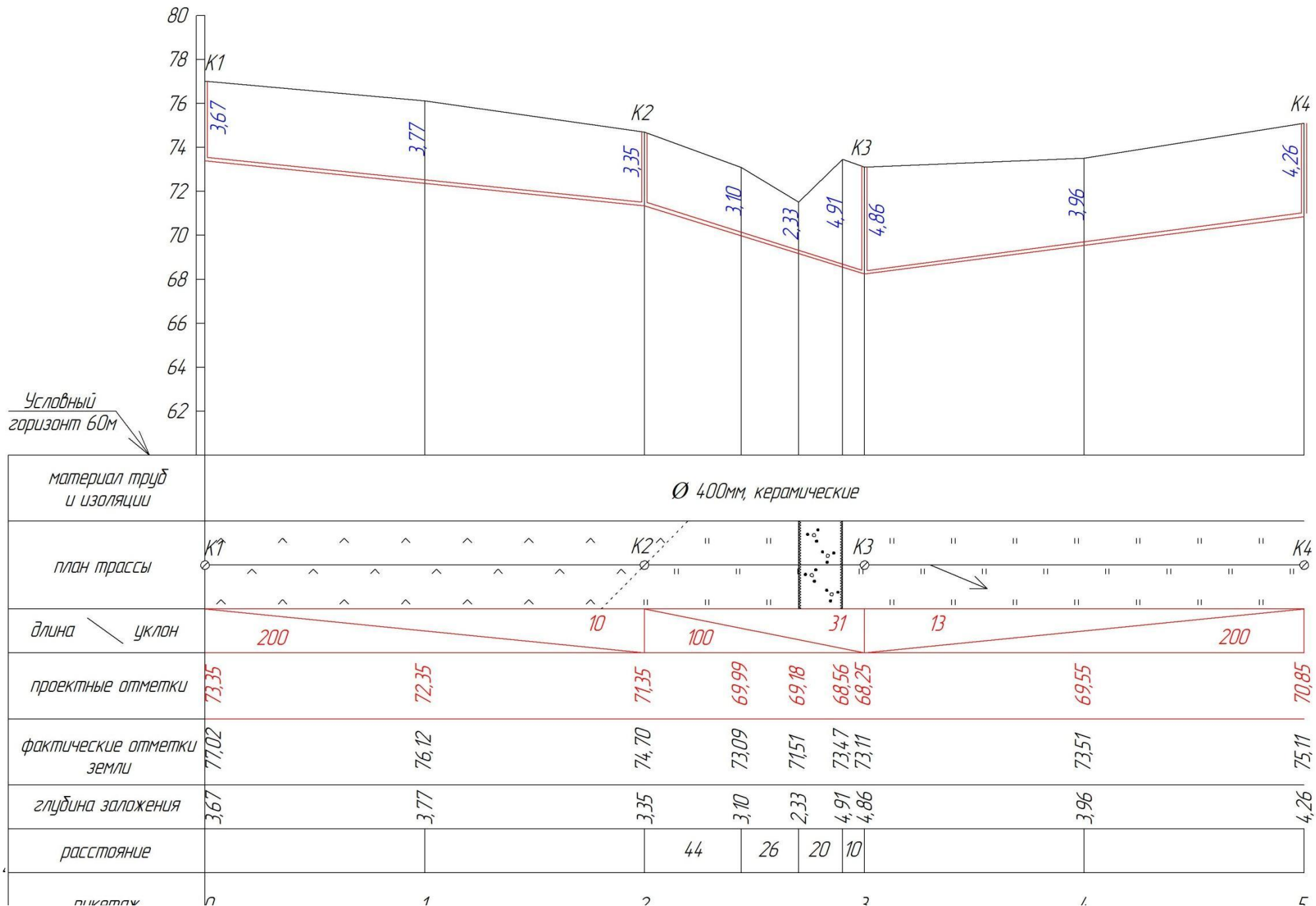
Архитектурно-строит. ин-т ; каф. "Промышленное и гражданское строительство". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 91 с. : ил. - Библиогр.: с. 89.

- 12.Пандул И.С. Геодезические работы при изысканиях и строительстве гидротехнических сооружений: Учебное пособие / Пандул И.С. – Спб.: Политехника, 2008. – 154 с.
- 13.Условные знаки для топографических планов масштабов 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 Роскартография. – М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2005. – 239с
- 14.Федотов, Г.А. Инженерная геодезия / Г.А. Федотов. – М. : Высшая школа, 2009. – 463 с.
- 15.Хейфец, В.С. Практикум по инженерной геодезии / В.С. Хейфец, Б.Б. Данилевич. – М. : Недра, 1979. – 331 с.

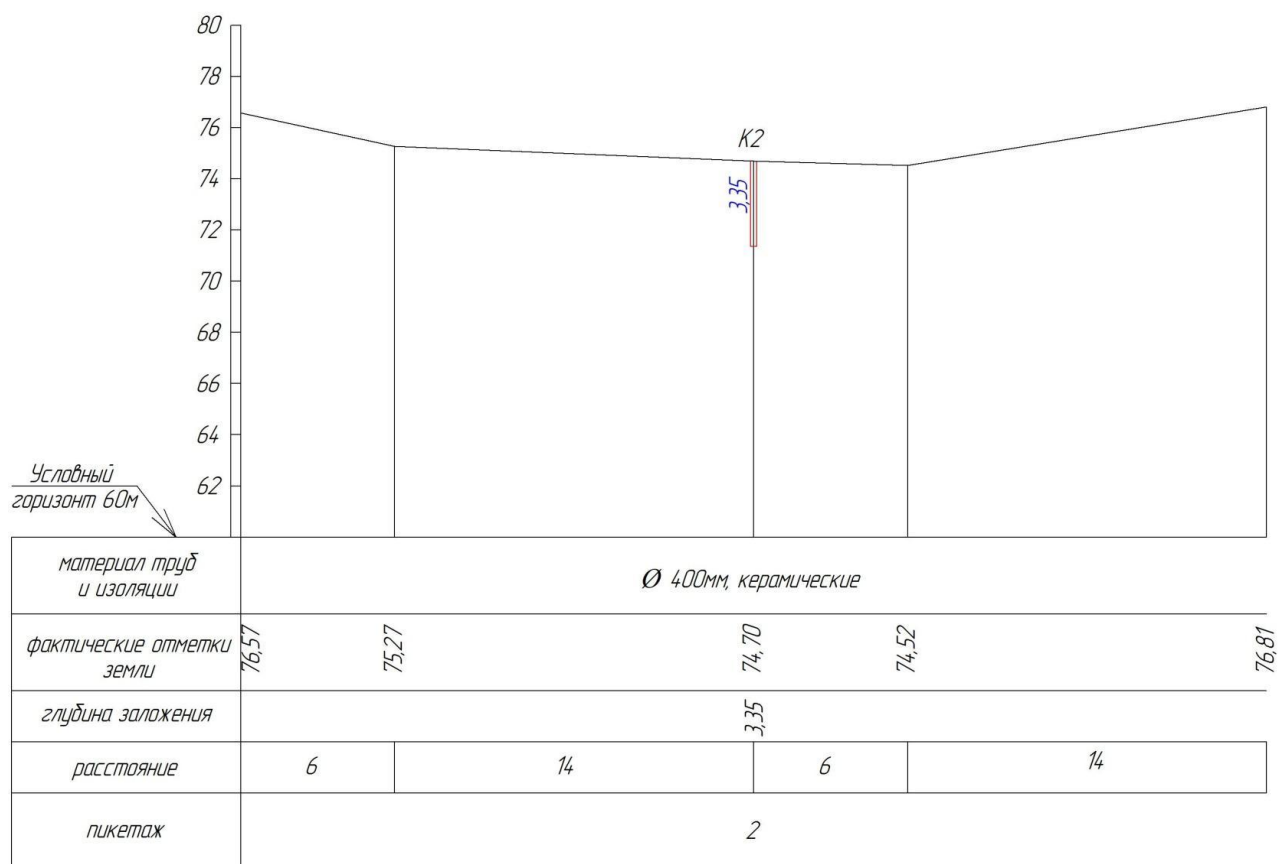
ПЛАН ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ



ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ТРУБОПРОВОДА



ПОПЕРЕЧНЫЙ ПРОФИЛЬ НА ПК2



Выполнил: ст. гр. СТРбз-1501Д
Мазурик М.М.

Масштабы: Горизонтальный 1:200
Вертикальный 1:200