

**«Московский государственный университет
геодезии и картографии»**
ФАКУЛЬТЕТ ДИСТАНЦИОННЫХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ
ЗАОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4
По курсу «Прикладная геодезия»
студента заочного отделения ФДФО
специальности Прикладная Геодезия
Чекина Олега Владимировича
Шифр 60П-156 Вариант № 11

Домашний адрес (индекс), мобильный телефон:

107023, г. Москва, ул. 9-я Рота, д.2, корп.1.
+7 916 599 80 70

Оглавление

Контрольная работа №4	3
Исходные данные	3
Схема участка транспортного тоннеля	3
Решение	4
Описание трассы	4
1. Вычисление координат пикетов, расположенных на прямых участках разбивочной оси.	4
2. Вычисление координат начал переходных кривых.	6
Расчёт точности геодезических измерений	14
Список литературы	17

Контрольная работа №4

Аналитический расчёт трассы тоннеля и предвычисление точности геодезических измерений.

Исходные данные

$AB = 2316,134\text{м};$	$X_A = 2316,933\text{м};$
$BC = 1504,314\text{м};$	$Y_A = 1614,121\text{м};$
$\alpha_{A-B} = 69^\circ 24' 11,0''$	$\theta = 22^\circ 16' 24,1''$
Радиус круговой кривой	$R = 800\text{м}$
Длина переходной кривой	$L = 40\text{м}$
Параметр переходной кривой	$C = RL = 32000$
Завышение наружного рельса	$h = 0,105\text{м}$

Схема участка транспортного тоннеля

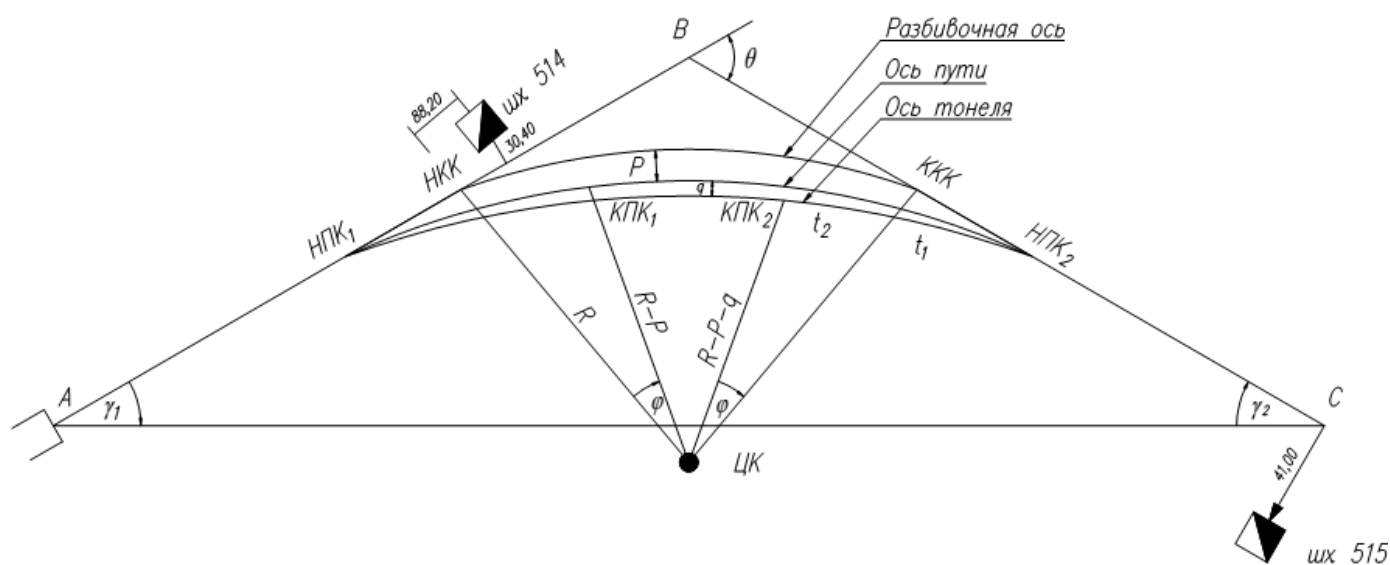


Рис.1 Схема участка транспортного тоннеля.

Решение

Описание трассы.

1. Вычисление координат пикетов, расположенных на прямых участках разбивочной оси.

а) Вычисление значений основных элементов кривой дуги

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} = 800 \cdot \tan 11^\circ 08' 12,05'' = 157,486 \text{ м}$$

$$K = \frac{R \cdot \theta''}{\rho''} = \frac{800 \cdot 80184,1''}{206265''} = 310,995 \text{ м}$$

$$Д = 2 \cdot T - K = 314,971 - 310,995 = 3,976 \text{ м}$$

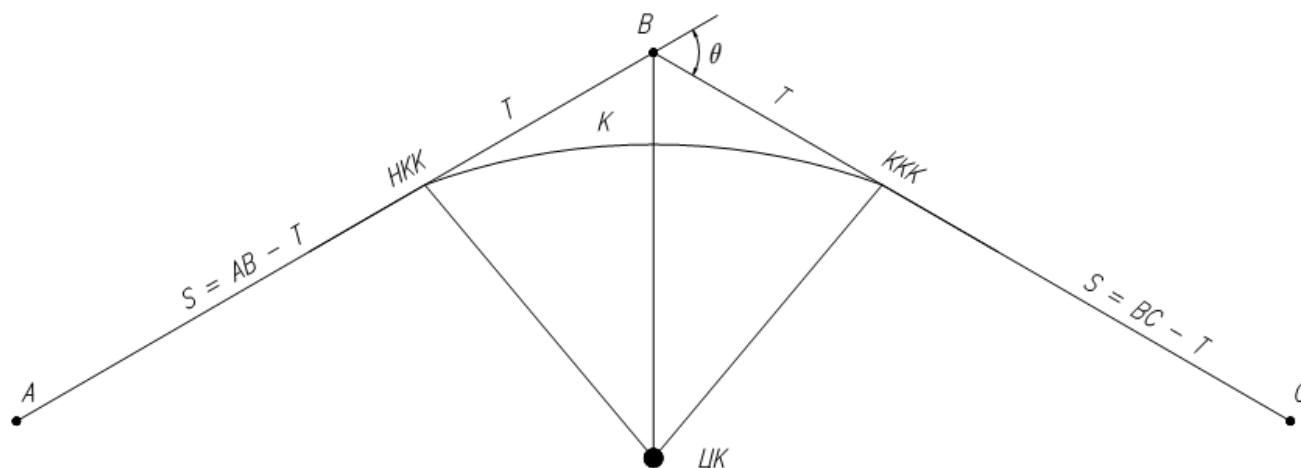


Рис.2 Вычисление значений основных элементов кривой дуги.

б) Вычисление пикетажных значений основных точек трассы тоннеля

ПК _{Т.А}	=	0
+AB	=	23 + 16.134
-T	=	1 + 57.485
ПК _{НKK}	=	21 + 58.648
+K	=	3 + 10.994
ПК _{KKK}	=	24 + 69.643
+BC	=	15 + 4.314
-T	=	1 + 57.485
ПК _{Т.С}	=	38 + 16.471

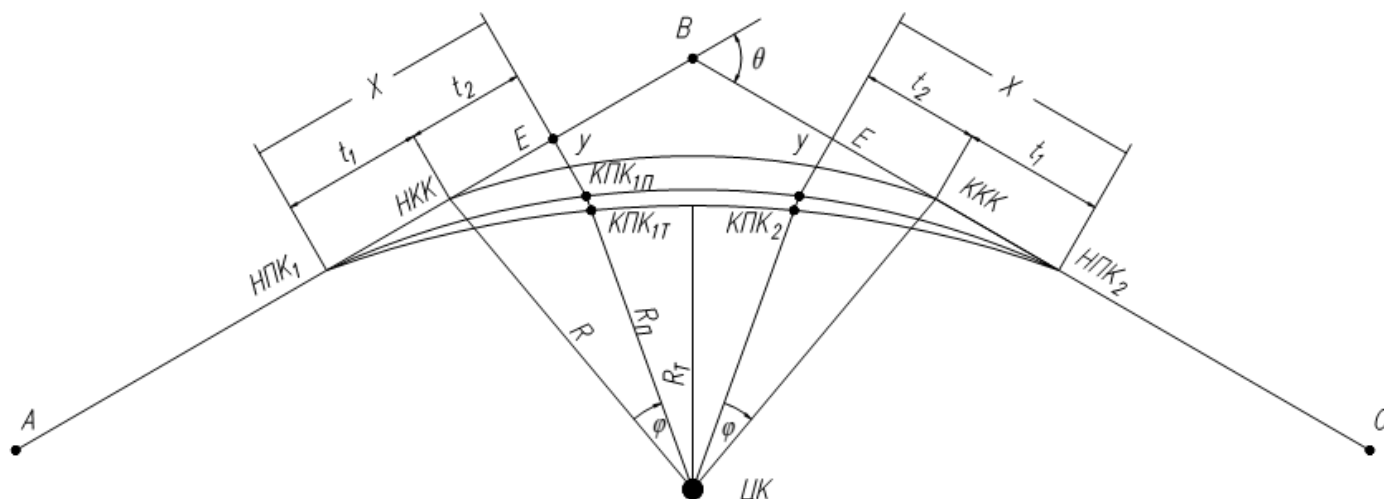
ПК _{Т.А}	=	0
+AB	=	23 + 16.134
+T	=	1 + 57.485
-Д	=	+ 3.976
ПК _{KKK}	=	24 + 69.643
AB	=	23 + 16.134
+BC	=	15 + 4.314
-Д	=	+ 3.976
ПК _{Т.С}	=	38 + 16.471

в) Вычисление координат пикетов, расположенных на прямых участках разбивочной оси (табл.3)

Таблица 3 - Вычисление координат элементов трассы тоннеля

	Проектные данные							Вычисленные значения																
Название пунктов	Горизонтальные углы					Длины сторон		Дирекционные углы						Координаты, м										
	Обоз- начения	Значения				Обоз- начения	Значения, м	Обоз- начения	Значения				cosa	sina	Обоз- начения	Приращения		Значения						
		β''	°	'	''				α''	°	'	''				ΔX	ΔY	X	Y					
т.А (пк 0)															т.А (пк 0)			2316,933	1614,121					
						s ₁	2158,648	α _{А-НKK}	249851	69	24	11	0,352	0,936		759,395	2020,664							
НKK (ПК21+58.648)	β ₁	648000	180	0	0										НKK (ПК21+58.648)			3076,328	3634,785					
						s ₂	157,486	α _{НKK-В}	249851	69	24	11	0,352	0,936		55,402	147,419							
т.В	β ₂	728184	202	16	24,1										т.В			3131,730	3782,204					
						s ₃	157,486	α _{В-KKK}	330035	91	40	35,1	-0,029	1,000		-4,607	157,419							
KKK (ПК24+69.643)	β ₃	648000	180	0	0										KKK (ПК24+69.643)			3127,123	3939,622					
						s ₄	1346,828	α _{KKK-С}	330035	91	40	35,1	-0,029	1,000		-39,401	1346,252							
т.С (ПК38+16.471)															т.С (ПК38+16.471)			3087,721	5285,874					
															Σ	770,788	3671,753	770,788	3671,753					
															контроль						281319,85			
															tgα _{AC} =	[ΔY] / [ΔX] =	3671,753/770,788 =	4,763633	78°8'39,8"	78	8	39,80		
															AC=	[ΔX] / cosa =	3751,784	[ΔY] / sina =	3751,784		31468,85			
															γ ₁ =	78°8'39,8"-69°24'11" =				8°44'28,8"		8	44	28,80
															γ ₂ =	91°40'35,1"-78°8'39,8" =				13°31'55,3"			48715,25	
															AC=	AB cosγ ₁ + BC cosγ ₂ =				3751,784		13	31	55,30

2. Вычисление координат начал переходных кривых.



а) Вычисление значений t_1 и t_2

$$t_1 = \frac{L}{2} + \frac{L^3}{60 \cdot C^2} = 20.000 + \frac{40.000^3}{60 \cdot 32000^2} = 20.002 \text{ м}$$

$$t_2 = \frac{L}{2} - \frac{L^3}{24 \cdot C^2} = 20.000 - \frac{40.000^3}{24 \cdot 32000^2} = 19.996 \text{ м}$$

б) Вычисление пикетных значений начал и концов переходных кривых

Первая переходная кривая

$$\text{ПК}_{\text{НПК1}} = \text{ПК}_{\text{НПК}} - t_1; \quad \text{ПК}_{\text{КПК1}} = \text{ПК}_{\text{НПК1}} + L;$$

Вторая переходная кривая

$$\text{ПК}_{\text{НПК2}} = \text{ПК}_{\text{КПК}} + t_1; \quad \text{ПК}_{\text{КПК2}} = \text{ПК}_{\text{НПК2}} - L;$$

ПК _{НПК}	=	21	+	58.648
-t ₁	=		+	20.002
<hr/>				
ПК _{НПК1}	=	21	+	38.646
+L	=		+	40.000
<hr/>				
ПК _{КПК1}	=	21	+	78.646

ПК _{КПК}	=	24	+	69.643
+t ₁	=		+	20.002
<hr/>				
ПК _{НПК2}	=	24	+	89.645
-L	=		+	40.000
<hr/>				
ПК _{КПК2}	=	24	+	49.645

в) Вычисление координат НПК₁ и НПК₂ (таблица 4)

Таблица 4 - Вычисление координат НПК₁ и НПК₂

	Проектные данные							Вычисленные значения											
Название пунктов	Горизонтальные углы					Длины сторон		Дирекционные углы						Координаты, м					
	Обоз- начения	Значения				Обоз- начения	Значения, м	Обоз- начения	Значения				cosa	sina	Обоз- начения	Приращения		Значения	
		β"	°	'	"				α"	°	'	"				ΔX	ΔY	X	Y
т.А (пк 0)															т.А (пк 0)			2316,933	1614,121
						s ₁	2138,646	α _{А-НПК1}	249851	69	24	11	0,352	0,936		752,358	2001,940		
НПК ₁ (ПК21+38.646)	β ₁	648000	180	0	0										НПК ₁ (ПК21+38.646)			3069,291	3616,061
						s ₂	20,002	α _{НПК1-НKK}	249851	69	24	11	0,352	0,936		7,037	18,723		
НKK (ПК21+58.648)															НKK (ПК21+58.648)			3076,328	3634,785
т.С (ПК38+16.471)															т.С (ПК38+16.471)			3087,721	5285,874
						s ₁	1326,826	α _{С-НПК2}	978035	271	40	35,1	0,029	-0,9996		38,816	-1326,258		
НПК ₂ (ПК24+89.645)	β ₁	648000	180	0	0										НПК ₂ (ПК24+89.645)			3126,537	3959,616
						s ₂	20,002	α _{НПК2-ККК}	978035	271	40	35,1	0,029	-0,9996		0,585	-19,993		
ККК (ПК24+69.643)															ККК (ПК24+69.643)			3127,123	3939,622

г) Вычисление координат концов переходных кривых.

На оси пути и оси тоннеля через угол поворота φ переходной кривой и радиусы $R_n = R - P$ оси пути и $R_m = (p + q)$ оси тоннеля (таблица 5).

$$\varphi = \frac{L^2}{2 \cdot R} \cdot \rho'' = \frac{40.000}{2 \cdot 800.000} \cdot 206265 = 1^\circ 25' 56.6''$$

Смещение оси пути относительно разбивочной оси в конце переходной кривой равно

$$P = \frac{L^2}{24 \cdot R} = \frac{40.000^2}{24 \cdot 800.000} = 0.083 \text{ м}$$

Радиус оси пути $R_n = 800.000 - 0.083 = 799.917 \text{ м}$

Смещение оси тоннеля относительно оси пути равно

$$q = h \frac{d}{a} = \frac{0.105 \cdot 1.850}{1.524} = 0.127 \text{ м},$$

где

d – высота центра тяжести вагона над головками рельса;

a – расстояние между осями рельсов.

Радиус оси тоннеля $R_m = 800.000 - 0.210 = 799.789 \text{ м}$

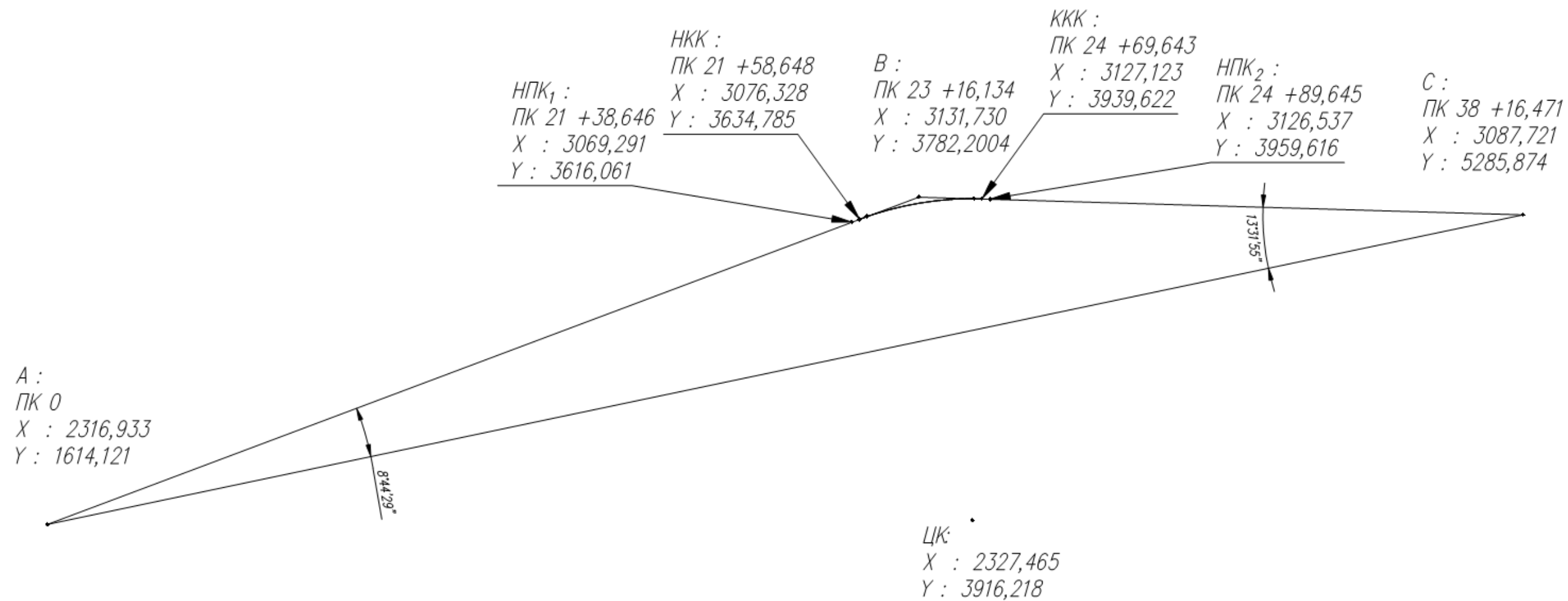
Таблица 5 - Вычисление концов переходных кривых (КПК₁ и КПК₂)

Первая переходная кривая

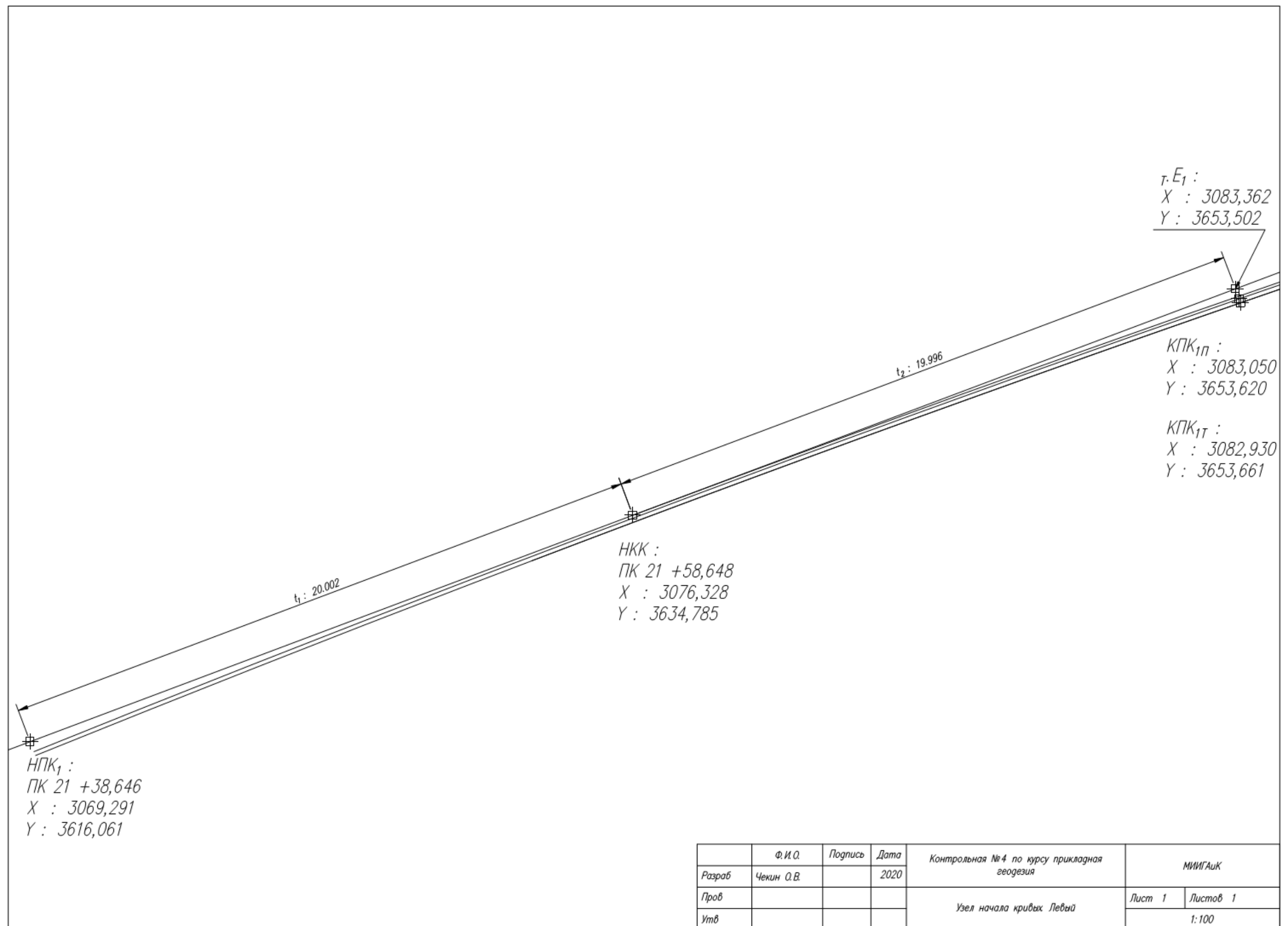
	Проектные данные							Вычисленные значения													
Название пунктов	Горизонтальные углы					Длины сторон		Дирекционные углы						Координаты, м							
	Обоз- начения	Значения				Обоз- начения	Значения, м	Обоз- начения	Значения				cosα	sinα	Обоз- начения	Приращения		Значения			
		β''	°	'	''				α''	°	'	''				ΔX	ΔY	X	Y		
НПК ₁ (ПК21+38.646)															НПК ₁ (ПК21+38.646)			3069,291	3616,061		
						s ₁	20,002	α _{НПК1-НKK}	249851	69	24	11	0,352	0,936		7,037	18,723				
НKK (ПК21+58.648)	β ₁	972000	270	0	0										НKK (ПК21+58.648)			3076,328	3634,785		
						R	800,000	α _{НKK-ЦК}	573851	159	24	11	-0,936	0,352		-748,863	281,433				
ЦК	β ₂	5156,6	1	25	56,6										ЦК			2327,465	3916,218		
						R _n	799,917	α _{ЦК-КПК1П}	1227007,6	340	50	7,6	0,945	-0,328		755,585	-262,599				
КПК _{1П}															КПК _{1П}			3083,050	3653,619		
						R _m	799,789	α _{ЦК-КПК1Т}	1227007,6	340	50	7,6	0,945	-0,328		755,464	-262,557				
КПК _{1Т}															КПК _{1Т}			3082,929	3653,661		
Контроль вычислений координат КПК1 через абсциссу и ординату (x* и y*)																					
т.А - НПК ₁	β ₁	648000	180	0	0										т.А - НПК ₁			3069,291	3616,061		
						X*	39,998	α _{НПК1-Е1}	249851	69	24	11	0,352	0,936		14,071	37,441				
т.Е ₁	β ₂	972000	270	0	0										т.Е ₁			3083,362	3653,502		
						Y*	0,333	α _{Е1-КПК1П}	573851	159	24	11	-0,936	0,352		-0,312	0,117				
КПК _{1П}	β ₂	653156,6	181	25	56,6										КПК _{1П}			3083,050	3653,620		
						q	0,127	α _{Е1-КПК1Т}	579007,6	160	50	7,6	-0,945	0,328		-0,120	0,042				
КПК _{1Т}															КПК _{1Т}			3082,930	3653,661		
$x^* = L - \frac{L^5}{40 \cdot C^2} = 40,000 - 0,0025 = 39,998\text{м}$															Δx					Δy	
$y^* = \frac{L^3}{6 \cdot C} = \frac{40,000^3}{6 \cdot 32000} = 0,333\text{м}$															$\Delta \text{КПК}_{1П}$					$0,000$	$0,000$
															$\Delta \text{КПК}_{1Т}$					$0,001$	$0,000$
Условие: ε ≤ 0,002 – Выполняется.																					

Вторая переходная кривая

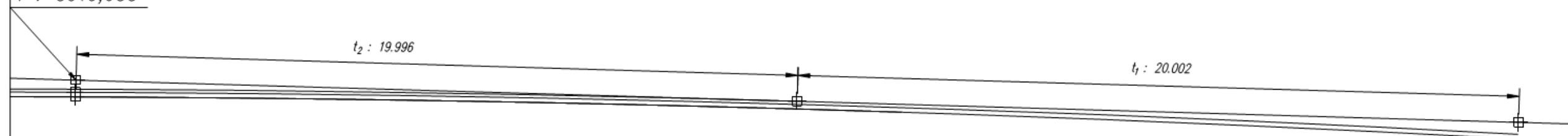
	Проектные данные							Вычисленные значения												
Название пунктов	Горизонтальные углы					Длины сторон		Дирекционные углы						Координаты, м						
	Обоз- начения	Значения				Обоз- начения	Значения, м	Обоз- начения	Значения				cosα	sinα	Обоз- начения	Приращения		Значения		
		β"	°	'	"				α"	°	'	"				ΔX	ΔY			X
		β"	°	'	"				α"	°	'	"				ΔX	ΔY	X	Y	
НПК ₂ (ПК24+89.645)															НПК ₂ (ПК24+89.645)			3126,537	3959,616	
						s ₁	20,002	α _{НПК2-ККК}	978035,1	271	40	35,1	0,029	-1,000		0,585	-19,993			
ККК (ПК24+69.643)	β ₁	324000	90	0	0										ККК (ПК24+69.643)			3127,123	3939,622	
						R	800,000	α _{ККК-ЦК}	654035,1	181	40	35,1	-1,000	-0,029		-799,658	-23,404			
ЦК	β ₂	1290843,4	358	34	3,4										ЦК			2327,465	3916,219	
						R _n	799,917	α _{ЦК-КПК2П}	878,5	0	14	38,5	0,99999	0,00426		799,910	3,407			
КПК _{2П}															КПК _{2П}			3127,375	3919,625	
						R _m	799,789	α _{ЦК-КПК2Т}	878,5	0	14	38,5	0,99999	0,00426		799,782	3,406			
КПК _{2Т}															КПК _{2Т}			3127,247	3919,625	
Контроль вычислений координат КПК2 через абсциссу и ординату (x* и y*)																				
т.С - НПК ₂	β ₁	648000	180	0	0										т.С - НПК ₂			3126,537	3959,616	
						X*	39,998	α _{НПК2-Е2}	978035,1	271	40	35,1	0,029	-1,000		1,170	-39,981			
т.Е ₂	β ₂	324000	90	0	0										т.Е ₂			3127,708	3919,635	
						Y*	0,333	α _{Е2-КПК2П}	654035,1	181	40	35,1	-1,000	-0,029		-0,333	-0,010			
КПК _{2П}	β ₂	642843,4	178	34	3,4										КПК _{2П}			3127,375	3919,625	
						q	0,127	α _{Е2-КПК2Т}	648878,5	180	14	38,5	-1,000	-0,004		-0,127	-0,001			
КПК _{2Т}															КПК _{2Т}			3127,248	3919,625	
$x^* = L - \frac{L^5}{40 \cdot C^2} = 40.000 - 0.0025 = 39.998\text{м}$																Δx	Δy			
$y^* = \frac{L^3}{6 \cdot C} = \frac{40.000^3}{6 \cdot 32000} = 0.333\text{м}$																ΔКПК _{2П}	0,000	0,000		
																ΔКПК _{2Т}	0,001	0,000		
Условие: ε ≤ 0.002 – Выполняется.																				



	Ф.И.О.	Подпись	Дата	Контрольная №4 по курсу прикладная геодезия	МИИГАиК	
Разраб	Чекин О.В.		2020		Лист 1	Листов 1
Пров				План. Основные элементы трассы		
Утв					1:10 000	



$T.E_2 :$
 $X : 3127,708$
 $Y : 3919,635$



$KPK_{2n} :$
 $X : 3127,375$
 $Y : 3919,625$

$KPK_{2T} :$
 $X : 3127,248$
 $Y : 3919,625$

$KKK :$
 $ПК 24 +69,643$
 $X : 3127,123$
 $Y : 3939,622$

$НПК_2 :$
 $ПК 24 +89,645$
 $X : 3126,537$
 $Y : 3959,616$

	Ф.И.О.	Подпись	Дата	Контрольная №4 по курсу прикладная геодезия	МИИГАиК	
Разраб	Чекин О.В.		2020		Лист 1	Листов 1
Пров				Узел начала кривых Правый		
Утв					1:110	

Расчёт точности геодезических измерений

1) Определим длину односторонней проходки от портала т.А (ПКО) до места сбойки и от шахты 514 до сбойки. Проектом предусмотрено, что сбойка будет произведена по середине участка перегонного тоннеля. Смещение шахты 514 на величину 30.4м от линии АВ в расчёт не принимаем.

- Расстояние от т.А(ПКО) до шахты 514 составляет: $НКК + 88.20 = 2246\text{м}$ (см. рис.1);
- Длина односторонней проходки $2246 \cdot 0.5 = 1123\text{м}$.

2) На сбойку в осях встречных тоннелей окажут влияние следующие основные факторы:

- m_1 – средняя квадратическая ошибка геодезического обоснования на поверхности;
- m_2 – средняя квадратическая ошибка ориентирования через шахту 514;
- m_3 – средняя квадратическая ошибка ориентирования (ориентирования через т.А) в расчёт не принимается, так как проходка тоннеля в точке А осуществляется через портал;
- m_4 и m_5 – средние квадратические ошибки ходов подземной полигонометрии.

Для тоннелей длиной от 1 до 1,5км величину влияния перечисленных факторов можно считать одинаковой. Для более длинных тоннелей принцип равного влияния отдельных источников ошибок становится неприемлемым, в этом случае величинам m следует придать соответствующие коэффициенты, при этом коэффициент при m_1 надо принять менее единицы, а при m_2 и m_3 – более единицы (стр. 260 [1]).

Воспользуемся значениями коэффициентов, приведённых в примере на странице 261 [1]:

Величину m_1 равной 0,7m

Величину m_2 равной 2,5m

Величину m_4 равной m

Величину m_5 равной m

Тогда, по формуле (IX.2) [1]:

$$\tau_1 = \sqrt{(0.7 \cdot m)^2 + (2.5 \cdot m)^2 + m^2 + m^2}$$

или

$$\tau_1 = m \cdot \sqrt{8,74}$$

где

τ_1 – ошибка планового геодезического обоснования;

Откуда $m = 0.34 \cdot \tau_1$. Принимая $\tau_1 = 50\text{мм}$, получим $m = 17\text{мм}$.

Откуда следует, что взаимное положение пунктов геодезического обоснования на поверхности, с которых ведётся ориентирование и передача координат, должно быть определено со средней квадратической ошибкой $m_1 = 0.7m = 11.9\text{мм}$.

3) Найдём среднюю квадратическую ошибку ориентирования через шахту 514.

По формуле:

$$m_2 = \frac{m_0 \cdot l_1}{\rho''},$$

где m_0 – ошибка ориентирования первой стороны подземного полигонометрического хода;

l_1 – длина этого хода от ствола до сбойки

$m_2 = 2,5m = 42.5$

Тогда

$$m_0 = \frac{m_2 \cdot \rho''}{l_1} = \frac{42,5 \cdot 206265''}{1123 \cdot 10^3} = 7.8''$$

При строительстве тоннелей ориентирование выполняют не менее трёх раз и берут средний результат, тогда допустимая ошибка однократного ориентирования может быть в среднем принята

$$m_0 = 7.8 \cdot \sqrt{3} = 13,5''$$

4) Найдём среднюю квадратическую ошибку угловых измерений в подземной полигонометрии.

Принимая длину средней стороны основной полигонометрии $S = 100\text{м}$, тогда $n = 11$, $m_4 = m_5 = m_u = 17\text{мм}$, по формуле поперечного сдвига неуравненного полигонометрического хода найдём

$$m_u = \frac{m_\beta}{\rho''} \cdot l_1 \sqrt{\frac{n+1.5}{3}}$$

Откуда

$$m_\beta = \frac{m_u \cdot \rho''}{l_1 \sqrt{\frac{n+1.5}{3}}} = \frac{17 \cdot 206265''}{1100 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{11+1.5}{3}}} = 1,6''$$

Такую точность измерений могут обеспечить современные электронные тахеометры с ошибкой измерения углов $0,5''$, а при их отсутствии у производителя работ следует запроектировать главную полигонометрию со средней стороной 300м , $n = 3$. Тогда

$$m_\beta = \frac{m_u \cdot \rho''}{l_1 \sqrt{\frac{n+1.5}{3}}} = \frac{17 \cdot 206265''}{1100 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{3+1.5}{3}}} = 2,6''$$

т.е. главная полигонометрия при $m_\beta = 2,5''$ обеспечит необходимую точность сбойки.

Так как на участке кривой стороны будут короче, следует предусмотреть специальные способы уменьшения влияния на угловые измерения центрировки и редукции.

Так в конструкции знака можно предусмотреть устройства для принудительного механического центрирования марки, тахеометра или теодолита.

Наиболее точное центрировочное устройство представляет собой плиту с калиброванной втулкой. В этом случае измерительный прибор (теодолит, электронный тахеометр, сканер или створный прибор) в своём основании на подставке должен иметь калиброванный шар для посадки во втулку [2].

Для уменьшения влияния ошибок центрирования рекомендуется через один-два приёма заново центрировать теодолит, изменяя при этом установку центрира на 180° . Расхождения между значениями направлений, измеренных при различных центрировках, не допускается более $12''$ [3].

Для уменьшения влияния ошибки центрирования в подземных выработках так же иногда применяют косвенный способ примыкания к отвесам [3].

Для уменьшения влияния на угловые измерения центрировки и редукции в измеренные значения так же вводятся поправки, для вычисления поправок при измерениях на пунктах необходимо измерять линейные элементы центрировки и редукции [4].

5) Рассмотрим теперь участок от шахты 514 до шахты 515.

– Общая длина участка:

$$88.20 + K + BC - T + 41.00 = 1787.023\text{м}$$

– Длина односторонней проходки $1787 \cdot 0.5 = 893\text{м}$

6) На сбойку в осях встречных тоннелей помимо СКО перечисленных в п.2 окажет влияние m_3 – средняя квадратическая ошибка ориентирования через шахту 515.

В этом случае формула (IX.2)[1] принимает вид:

$$\tau_1 = \sqrt{(0.7 \cdot m)^2 + (2.5 \cdot m)^2 + (2.5 \cdot m)^2 + m^2 + m^2}$$

или

$$\tau_1 = m \cdot \sqrt{15}$$

Откуда $m = 0.26 \cdot \tau_1$. Принимая $\tau_1 = 50\text{мм}$, получим $m = 13\text{мм}$.

Необходимо учитывать, что при сооружении прямолинейных тоннелей продольная несбойка не имеет серьёзного значения, поэтому при расчётах точности геодезических измерений, входящих в состав геодезического обоснования, величину поперечной несбойки m_u можно принимать равной m .

При расчёте точности для криволинейных тоннелей величина

$$m = \sqrt{m_u^2 + m_t^2}.$$

Применив принцип равного влияния получим

$$m_u = m_t = \frac{m}{\sqrt{2}} = \frac{13}{\sqrt{2}} = 9.2 \text{ мм}$$

Следовательно, влияние ошибок геодезического обоснования на несбойку можно допустить

$$m_1 = 0.7 \cdot m_{ut} = 6,5 \text{ мм}$$

7) Найдём среднюю квадратическую ошибку ориентирования, при условии, что $m_2 = m_3 = 2,5 \cdot m = 23$, получим:

$$m_0 = \frac{m_2 \cdot \rho''}{l_1} = \frac{23 \cdot 206265''}{893 \cdot 10^3} = 9,2''$$

При строительстве тоннелей ориентирование выполняют не менее трёх раз и берут средний результат, тогда допустимая ошибка однократного ориентирования может быть в среднем принята

$$m_0 = 7.5 \cdot \sqrt{3} = 13,0''$$

8) Найдём среднюю квадратическую ошибку угловых измерений в подземной полигонометрии.

Принимая длину средней стороны основной полигонометрии $S = 100 \text{ м}$, тогда $n = 8$, $m_4 = m_5 = m_u = 9.2 \text{ мм}$, по формуле поперечного сдвига неуровненного полигонометрического хода найдём

$$m_u = \frac{m_\beta}{\rho''} \cdot l_1 \sqrt{\frac{n + 1.5}{3}}$$

Откуда

$$m_\beta = \frac{m_u \cdot \rho''}{l_1 \sqrt{\frac{n + 1.5}{3}}} = \frac{9.2 \cdot 206265''}{893 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{8 + 1.5}{3}}} = 1,2''$$

Поскольку такую точность сложно обеспечить в условиях подземного полигонометрического хода, а длины сторон хода, из-за наличия криволинейного участка, увеличить не представляется возможным, на рассматриваемом участке необходимо предусмотреть дополнительную шахту и выполнить ориентирование по способу двух шахт. Подробно ориентирование подземных выработок методом двух шахт рассмотрим в контрольной №5.

Список литературы

1. Н.Н. Лебедев «Курс инженерной геодезии» М. Недра 1974;
2. Авакян В.В. «Лекции по прикладной геодезии» Часть 3;
3. Г.П. Левчук, В.Е. Новак, Н.Н. Лебедев «Прикладная геодезия. Геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений» 1983;
4. Авакян В.В. «Лекции по прикладной геодезии» Часть 2;