

Лабораторная работа 1.

Камеральное трассирование. Полевое трассирование. Обработка результатов нивелирования пикетов трассы

Задание 1. Выполнить камеральное трассирование на картах масштабов 1 : 50000; 1 : 25000; 1 : 10000.

Цель задания – ознакомление с содержанием работ при камеральном и полевом трассировании, камеральной обработкой результатов нивелирования пикетов трассы автодороги.

Пособия и принадлежности: учебные карты указанных масштабов; измеритель; линейка; калькулятор; карандаш; рабочая тетрадь.

Камеральное трассирование выполняют на топографических картах и планах, масштаб которых зависит от стадии проектирования.

Общее направление трассы определяют на картах масштабов 1:100000 – 1:500000, соединяя прямыми линиями опорные пункты: начальный и конечный, а также указанные в техническом задании промежуточные пункты. Эти прямые создают так называемую воздушную линию, являющуюся наиболее короткой. Далее на картах масштабов 1:25000 – 1:50000 намечают фиксированные точки (станции железных дорог, населенные пункты, промышленные предприятия, переходы через крупные реки, озера, болота, высотные пики и т.д.), определяющие положение трассы при обходе или пересечении контурных или высотных препятствий. Обязательному обходу подлежат крупные населенные пункты, промышленные предприятия, аэродромы, железнодорожные станции, морские и речные порты, месторождения, ценные лесонасаждения, заповедник и т.д.

Группируя опорные пункты и фиксированные точки в наиболее целесообразных комбинациях и придерживаясь воздушной линии, соединяют их прямыми и получают варианты направлений трассы. Принципиальное направление определяют по одному или нескольким критериям оптимальности, чаще всего по минимуму затрат на строительство и эксплуатацию.

Дальнейшее уточнение положения трассы производят по различным вариантам в полосе варьирования на картах более крупного масштаба. В зависимости от характера местности камеральное трассирование выполняют способом попыток или построением линии заданного уклона, руководствуясь заданным уклоном трассирования ($i_{тр}$), путем проложения ли-

нии предельно-допустимого уклона или хода раствором циркуля, равным заложению (d):

$$d = \frac{h}{i_{\text{тр}}} \cdot \frac{1}{M},$$

где h – высота сечения рельефа.

Например, при $h = 5$ м; $1:M = 1:25\ 000$, $i_{\text{тр}} = 0,020$ получим $d = \frac{5000}{0,020} \cdot \frac{1}{25000} = 10$ мм. По величине заложения d при трассировании

можно легко выделить участки вольного и напряженного ходов.

Трассирование начинают с участков напряженных ходов. Из начальной точки А по направлению трассы раствором циркуля (d) засекают соседнюю горизонталь в точке 1, из точки 1 засекают так же точку 2 (рис.1). Возможны несколько вариантов таких трасс.

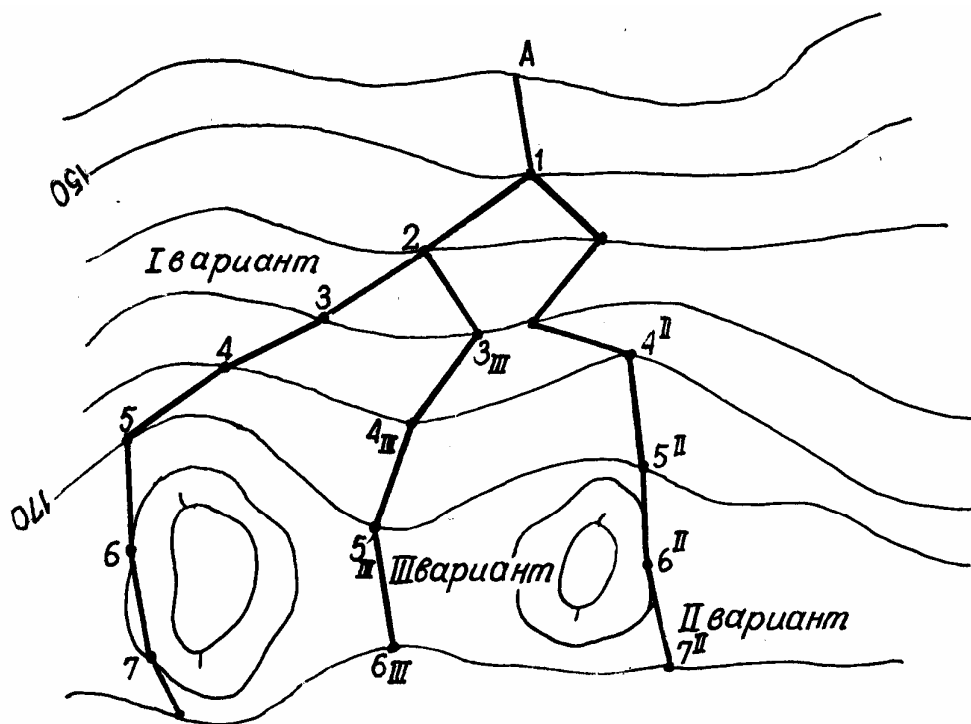


Рис.1. Схема построения линии нулевых работ

При пересечении рек, ручьев, оврагов сразу переходят на другую сторону, перпендикулярную к препятствию, засекая одноименную горизонталь. Точки 1, 2, 3... образуют линию нулевых земляных работ. Эту линию спрямляют, измеряют транспортиром углы поворота, назначают радиусы круговых кривых, вписывают кривые и разбивают пикетаж. Спрявление ведет к отступлению трассы от линии нулевых работ. После составления продольного профиля и проектирования по нему трассы,

согласно техническим нормам, в местах с большим объемом земляных работ производят корректировку положения трассы. На основе анализа вариантов выбирают наилучший (оптимальный) вариант.

Задание для упражнений

По заданным преподавателем точкам начала и конца трассы, предельно допустимому уклону трассирования провести линию нулевых земляных работ.

Наметить положение угла поворота, выполнить спрямление линии нулевых работ.

Выполнить трассирование двух вариантов с выбором оптимального.

Контрольные вопросы

1. Что такое трасса и трассирование ?
2. Как определить участки вольного и напряженного ходов трассы?
3. Как строят на карте линию предельно-допустимого уклона трассы ?
4. По каким критериям оптимальности из нескольких вариантов выбирают наилучший?
5. Какие характерные точки трассы определяют ее положение в плане? Как определяют их положение при полевом трассировании ?
6. Как выполняют разбивку пикетажа при полевом трассировании ?
7. Для каких целей разбивают поперечники по трассе ?

З а д а н и е 2. Ознакомление с содержанием работ при полевом трассировании.

Принадлежности: микрокалькулятор, топографический план, карандаш, рабочая тетрадь.

Геодезические работы при полевом трассировании линейных сооружений выполняются для определения планового и высотного положения оси сооружения по результатам камерального трассирования на топографическом плане наносят ось проектного сооружения, отвечающую техническим и экономическим требованиям. Трассу выносят на местность от точек геодезической сети или по данным привязки к местным предметам.

Затем по всей длине трассы производят разбивку пикетажа. Она состоит в том, что вдоль трассы последовательно откладывают отрезки по 100 м (на застроенной территории длиной 20-40 м). Концы отрезков, закрепленные кольями, называют пикетами, начало трассы обозначают нулевым пикетом (ПК0). Кроме пикетов, по трассе закрепляют рельефные точки (перегибы скатов), контурные (пересекаемые трассой контуры) и вершины углов поворота; эти точки обозначают плюсовыми, расстояние измеряют в метрах от младшего пикета (например, ПК1+30). Для

характеристики поперечных уклонов местности в обе стороны от трассы разбивают поперечники. Точки поперечников закрепляют кольями, на которых пишут номер поперечника с указанием направления (вправо – П или влево – Л) и расстояние расположения данной точки (например ‘Попер. №1 + Л – 20’) от трассы.

Одновременно с разбивкой пикетажа ведется съемка полосы местности, прилегающей к трассе. Результаты съемки заносят в пикетажный журнал, в котором трассу изображают прямой линией, а углы поворота обозначают стрелками. В пикетажный журнал (рис.2) выписывают номера и данные привязок реперов, поперечников, элементы, расчет главных точек круговых, а также информацию о грунтах по трассе.

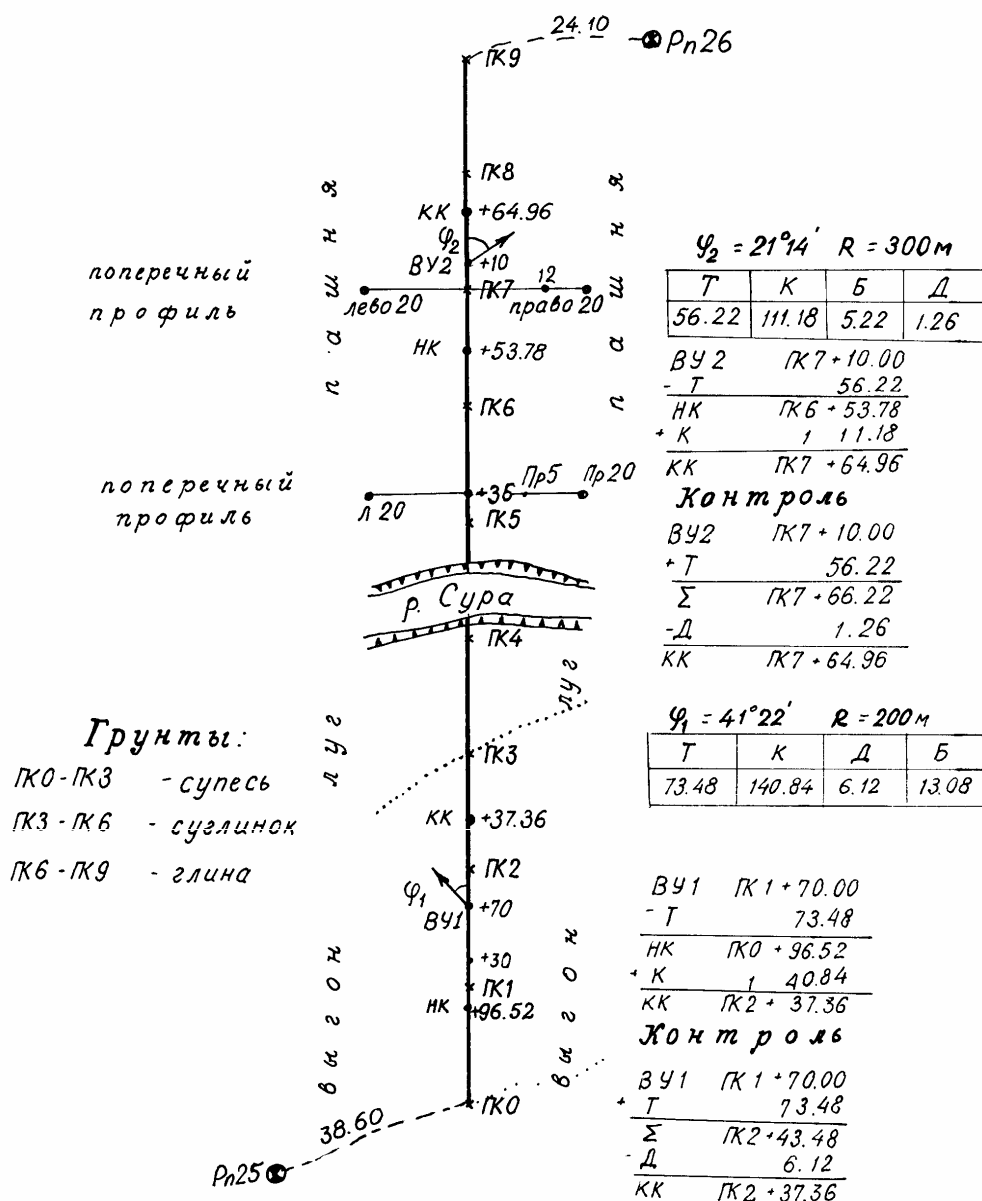


Рис.2. Пикетажный журнал

Задание 3. Обработка журнала нивелирования пикетов трассы автодороги. Вычисление превышений отметок связующих и промежуточных точек трассы.

Принадлежности: журнал технического нивелирования трассы автодороги, микрокалькулятор.

Заключительным этапом геодезических работ на трассе линейного сооружения является геометрическое нивелирование пикетов, плюсовых точек, точек поперечных профилей и главных точек кривых. Нивелирование трассы выполняют по программе нивелирования IV класса или технического нивелирования в прямом и обратном направлениях, или с использованием двух нивелиров. Нивелирование по ходу обычно ведут методом из середины, устанавливая равенство плеч «на глаз». Пикеты, как правило, нивелируют как связующие точки, а плюсовые точки и поперечники – как промежуточные. Отметки связующих точек вычисляют через превышения, а отметки промежуточных – через горизонт прибора.

Результаты нивелирования трассы приведены в табл. 1. Обработку результатов нивелирования выполняют в следующей последовательности:

1. Вычисляют превышения между связующими точками как разность отсчетов по нивелирным рейкам по черной и красной сторонам:

$$h_{\text{ч}} = Z_{\text{ч}} - П_{\text{ч}};$$

$$h_{\text{кр}} = Z_{\text{кр}} - П_{\text{кр}},$$

где $Z_{\text{ч}}$ и $Z_{\text{кр}}$ – отсчеты по черной и красной сторонам задней рейки, мм;

$П_{\text{ч}}$ и $П_{\text{кр}}$ – отсчеты по черной и красной сторонам передней рейки, мм.

Контроль правильности взятия отсчетов выполняют по постоянству разницы нулей $P_0 = K - Ч$ с допустимым колебанием 5 мм.

Затем вычисляют среднее превышение на станции:

$$h_{\text{ср}} = \frac{h_{\text{ч}} + h_{\text{кр}}}{2}.$$

Вычисленные превышения записывают в гр. 6 ($h_{\text{ч}}$ и $h_{\text{к}}$) и гр.7 ($h_{\text{ср}}$) (табл.1).

Выполняют постраничный контроль. Для этого на каждой странице и по всему ходу суммируют все задние отсчеты $\Sigma Z = 39147$ мм (гр. 3), все передние $\Sigma П = 47921$ мм (гр. 4), все превышения ($h_{\text{ч}}$, $h_{\text{к}}$), $\Sigma h_{\text{ч}}$, $h_{\text{к}} = -8774$ мм (гр.6) и средние $\Sigma h_{\text{ср}} = -4387$ мм (гр. 7). При этом должно соблюдаться условие:

$$\Sigma Z - \Sigma П = \Sigma h_{\text{ч}}, h_{\text{к}} : 2 = \Sigma h_{\text{ср}};$$

$$39\ 147 - 47\ 921 = -8\ 774 : 2 = -4\ 387;$$

$$-8\ 774 - 4\ 387.$$

3. Оценивают точность выполненного нивелирования, сравнивая полученную невязку в превышениях с ее допустимым значением. Для этого вычисляют невязку в превышениях:

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - \sum h_{\text{Т}},$$

где $\sum h_{\text{ср}}$ – сумма средних превышений по всему нивелирному ходу;

$\sum h_{\text{Т}}$ – превышения между отметками реперов, к которым осуществлялась высотная привязка начала и конца трассы ($\sum h_{\text{Т}} = H_{\text{Rn26}} - H_{\text{Rn25}}$).

Допустимое значение невязки вычисляют по формуле

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

где L – длина хода, км.

4. Если полученная невязка допустима, т.е. $f_h \leq f_{h\text{ доп}}$, то результаты нивелирования принимают удовлетворительными и выполняют увязку или уравнивание нивелирного хода. Для этого полученную невязку разбрасывают на все средние превышения поровну в виде поправок с обратным знаком $\delta_h = \frac{-f_h}{n}$ и исправляют средние превышения с учетом поправок:

$$h_{\text{испр}} = h_{\text{ср}} + \delta h.$$

Поправки выписывают над средними превышениями (гр. 7).

5. Отметки связующих точек по трассе вычисляют через исправленные средние превышения:

$$H_{\text{посл}} = H_{\text{пред}} + h_{\text{испр}}. \quad (1)$$

Например:

$$H_{\text{ПКО}} = H_{\text{Rn25}} + h_{\text{испр1}} = 78,390 + 0,642 = 79,032 \text{ м};$$

$$H_{\text{ПК1}} = H_{\text{ГКО}} + h_{\text{испр2}} = 79,032 - 1,438 = 77,594 \text{ м}.$$

6. Отметки промежуточных точек вычисляют через горизонт прибора (ГП):

$$H_{\text{пром}} = \text{ГП}_{\text{ср}} - a_{\text{пром}}, \quad (2)$$

где $a_{\text{пром}}$ – отсчет по рейке, установленной на промежуточной точке.

Например, при нивелировании на станции 3 (рис.3) определяют отметки ПК1+30 и ПК1+70.

$$\text{ГП1} = H_{\text{ПК1}} + 1,882 = 76,594 + 1,882 = 78,476 \text{ м};$$

$$\text{ГП2} = H_{\text{ПК2}} + 1,151 = 77,328 + 1,151 = 78,479 \text{ м};$$

$$\text{ГП}_{\text{ср}} = 78,478 \text{ м};$$

$$H_{\text{ПК1+30}} = 78,478 - 0,664 = 77,814 \text{ м};$$

$$H_{\text{ПК1+70}} = 78,478 - 2,808 = 75,670 \text{ м}.$$

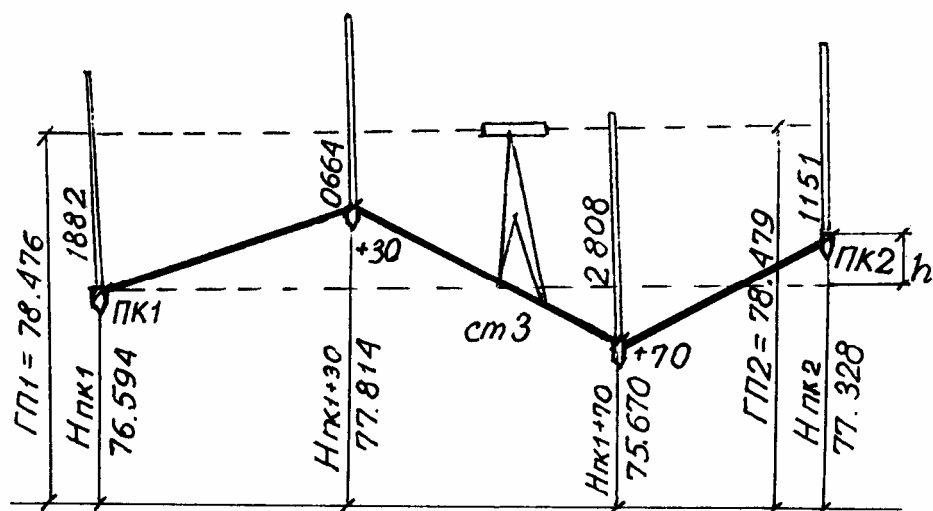


Рис.3. Схема нивелирования на станции 3

Т а б л и ц а 1

Журнал технического нивелирования трассы автодороги

Номер станции	Номер точки наблюдения	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм		Горизонт прибора ГП, м	Отетки земли по оси дороги Н, м
		задней $З_ч, З_к$	передней $П_ч, П_к$	промежуточной	вычисленные $h_ч, h_к$	средние $h_{ср}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	R _п 25 (3)	1460	0818		+0642	+2		78,390
	ПК0 (П)	<u>6244</u> 4784	<u>5606</u> 4780		+0638	+0640		79,032
2	ПК0	0234	1673		-1439	+2	79,266	79,032
	ПК1	<u>5016</u> 4782	<u>6457</u> 4784		-1441	-1440	79,267	77,594
	ПК0+96,52			1376				77,890
3	ПК1	1882	1151		+0731	+2	79,476	77,594
	ПК2	<u>6666</u> 4784	<u>5937</u> 4784		+0733	+0732		78,328
	ПК1+30			0664				78,812
	+70			2808				76,668
4	ПК2	0311	1892		-1581	+2	78,639	78,328
	ПК3	<u>5094</u> 4783	<u>6617</u> 4785		-1583	-1582		76,748
	ПК2+37,36			0833				77,806
5	ПК3	0527	2343		-1816	+2		76,748
	x	<u>5311</u> 4784	<u>7123</u> 4780		-1812	-1814		74,936

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	х ПК4 +10 урез воды + 40	0807 <u>5595</u> 4788	1730 <u>6520</u> 4790	1998 1997	-0923 -0925	+2 -0924	75,743 75,744	74,936 74,014 73,746 73,747
Постраничный контроль		Σ3 39147	ΣП 47921 -8774		Σh _ч , h _к -8774	-4387		
7	ПК4 ПК5	2012 <u>6694</u> 4782	1223 <u>6007</u> 4784		+0789 +0787	+2 +0788		73,015 73,805
8	ПК5 ПК6 ПК5+36 лево 20 право 20	1830 <u>6616</u> 4786	0710 <u>5500</u> 4790	1200 2265 0255	+1120 +1116	+2 +1118	75,635	73,805 74,925 74,435 73,370 75380
9	ПК6 ПК7	2873 <u>7660</u> 4787	0491 <u>5278</u> 4787		+2382 +2382	+2 +2382		74,925 77,309
10	ПК7 ПК8 ПК7 лево 20 право 12 право 20	1043 <u>5829</u> 4786	2656 <u>7440</u> 4784	2550 2802 2333	-1613 -1611	+2 -1612		77,309 75,699 75,804 75,552 76,021
11	ПК8 ПК9 ПК8+80	2375 <u>7162</u> 4787	0623 <u>5406</u> 4783		+1752 +1756	+2 +1754		75,699 77,455
12	ПК9 R _n 26	2917 <u>7705</u> 4788	0585 <u>5371</u> 4786		+2332 +2334	+2 +2333		77,455 79,790
Постраничный контроль		Σ3 54716	ΣП 43190 +11526		Σh _ч , h _к +11526 5763	Σh _{ср} 5763		
Контроль по ходу		93863	91111 2752		2752 1376	1376		

$$\sum h_{\text{ср}} = 1376 \text{ мм};$$

$$\sum h_{\text{т}} = H_{Rn26} - H_{R25} = 79,790 - 78,390 = 1,400 \text{ м};$$

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - \sum h_{\text{т}} = 1376 - 1400 = -24 \text{ мм};$$

$$f_{h\text{доп}} = \pm 50 \sqrt{h} = \pm 47.$$

Задание для упражнений

По результатам нивелирования (см. табл.1) и заданным преподавателем отметкам начального и конечного реперов выполнить оценку точности нивелирования и увязку нивелирного хода.

Вычислить отметки связующих точек через исправленные превышения.

Вычислить отметки промежуточных точек через горизонт прибора.

Контрольные вопросы

1. Как выполняют нивелирование по трассе?
2. Какие точки называют связующими, плюсовыми, иксовыми?
3. Как вычисляют превышение при нивелировании?
4. Как выполняют постраничный контроль?
5. Как оценивают точность результатов нивелирования?
6. Как увязывают нивелирный ход?
7. Как вычисляют отметки связующих точек?
8. Как вычисляют отметки промежуточных точек?