## 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 картах масштабов на 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  $(i_{\rm rp})$ , путем проложения ли-

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

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

где h — высота сечения рельефа.

Например, при h=5 м; 1:М = 1:25 000,  $i_{\rm Tp}=0{,}020$  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 A 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.

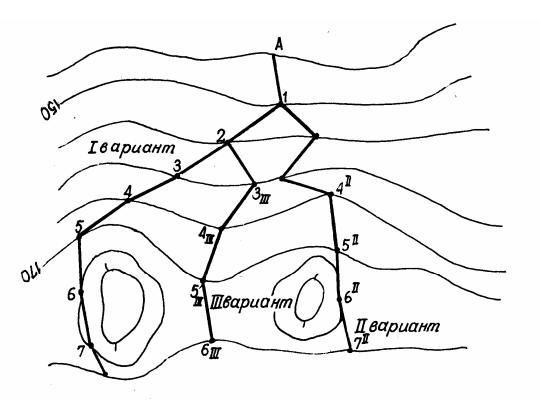


Рис.1. Схема построения линии нулевых работ

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. Спрямление 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?

Задание 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 –  $\Pi$  или влево –  $\Pi$ ) и расстояние расположения данной точки (например ' $\Pi$ опер. N01 +  $\Pi$  – 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.

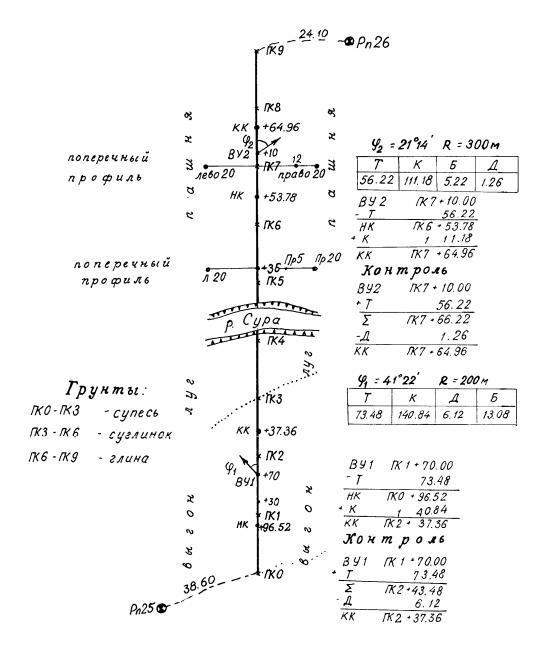


Рис.2. Пикетажный журнал

**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:

$$h_{\rm q} = 3_{\rm q} - \Pi_{\rm q};$$

$$h_{\rm kp} = 3_{\rm kp} - \Pi_{\rm kp},$$

где  $3_{\rm ч}$  и  $3_{\rm kp}$  — отсчеты по черной и красной сторонам задней рейки, мм;  $\Pi_{\rm ч}$  и  $\Pi_{\rm kp}$  — отсчеты по черной и красной сторонам передней рейки, мм.

Контроль правильности взятия отсчетов выполняют по постоянству разницы нулей P0 = K - 4 с допустимым колебанием 5 мм.

Затем вычисляют среднее превышение на станции:

$$h_{\rm cp} = \frac{h_{\rm q} + h_{\rm kp}}{2}.$$

Вычисленные превышения записывают в гр. 6 ( $h_{\rm q}$  и  $h_{\rm K}$ ) и гр.7 ( $h_{\rm cp}$ ) (табл.1).

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

$$\sum 3 - \sum \Pi = \sum h_{\text{q}}, h_{\text{K}} : 2 = \sum h_{\text{cp}};$$

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

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

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

$$f_h = \sum h_{\rm cp} - \sum h_{\rm T}$$

где  $\sum h_{\rm cp}$  — сумма средних превышений по всему нивелирному ходу;

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

Допустимое значение невязки вычисляют по формуле

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

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

Например:

$$H_{\Pi KO} = H_{Rn25} + h_{\mu c \pi p 1} = 78,390 + 0,642 = 79,032 \text{ M};$$

$$H_{\Pi K1} = H_{\Gamma KO} + h_{\text{испр2}} = 79,032 - 1,438 = 77,594 м.$$

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

$$H_{\text{пром}} = \Gamma \Pi_{\text{cp}} - a_{\text{пром}}, \tag{2}$$

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.

$$\Gamma\Pi 1 = H_{\Pi K1} + 1,882 = 76,594 + 1,1882 = 78,476$$
 м;   
 $\Gamma\Pi 2 = H_{\Pi K2} + 1,151 = 77,328 + 1,151 = 78,479$  м;   
 $\Gamma\Pi_{cp} = 78,478$  м;   
 $H_{\Pi K1+30} = 78,478 - 0,664 = 77,814$  м;

$$H_{\Pi K1+70} = 78,478 - 2,808 = 75,670 \text{ m}.$$

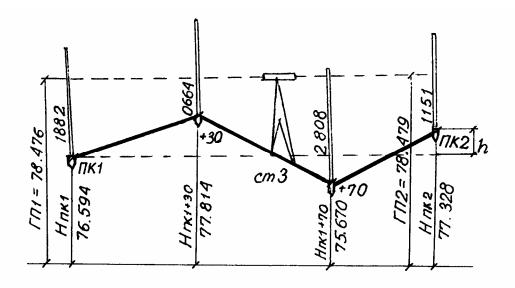


Рис.3. Схема нивелирования на станции 3

Таблица 1 Журнал технического нивелирования трассы автодороги

		Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм		Гори-	Отетки
Номер станции	Номер точки наблюдения	задней З <sub>ч</sub> , З <sub>к</sub>	передней $\Pi_{\rm \scriptscriptstyle H},\Pi_{\rm \scriptscriptstyle K}$	проме-	вычис-	средние $h_{\rm cp}$	зонт при- бора	земли по оси дороги
				ной	$h_{\scriptscriptstyle  m H},h_{\scriptscriptstyle  m K}$	•	ГП, м	Н, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$R_n 25 (3)$	1460	0818		+0642	+2		78,390
		6244	5606			+0640		
	ПКО (П)	4784	4780		+0638			79,032
2	ПКО	0234	1673		-1439	+2	79,266	79,032
	ПК1	$\frac{5016}{4782}$	$\frac{6457}{4784}$		-1441	-1440	79,267	77,594
	ПК0+96,52			1376				77,890
3	ПК1	1882	1151		+0731	+2	79,476	77,594
	ПК2 ПК1+30 +70	6666 4784	5937 4784	0664 2808	+0733	+0732		78,328 78,812 76,668
4	ПК2	0311	1892		-1581	+2	78,639	78,328
	ПК3 ПК2+37,36	5094       4783	$\frac{6617}{4785}$	0833	-1583	-1582		76,748 77,806
5	ПК3	0527	2343		-1816	+2		76,748
	X	$\frac{5311}{4784}$	$\frac{7123}{4780}$		-1812	-1814		74,936

6         х         0807         1730         -0923         +2         75,743         74,936           ПК4 +10 урез волы +40         4788         6520 4780         1998         -0925         75,744         74,014         73,746           Постраничный контроль         Σ3 39147         ΣΠ 47921 -8774         Σh <sub>u</sub> , h <sub>k</sub> -8774 -8774         -4387         7           7         ПК4         2012 4782         1223 4784         +0789 +0787         +2 +0788         73,015 +0788           8         ПК5         1830 4786         0710 4790         +1120 2265 0255         +2 +1116         +2 +1118         75,635 73,805         73,805           9         ПК6 ПК6 1860	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПКА +10 урез воды + 40         5595 / 4788         6520 / 4790         1998         -0925         -0924         75,744         74,014 / 73,746         73,747         74,837         73,805         73,805         73,805         73,805         74,925         74,925         74,925         74,925         74,925         74,925         74,925         74,925         74,925         74,925         74,925         74,925         74,925         74,925         74,925         74,925 <td< td=""><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td>· -</td><td></td><td></td></td<>		1			3		· -		
ПК4 +10 урез воды +40     23     2П урез воды +40     2012 1223	U	^				-0923		13,143	74,930
1-10 урез воды + 40     4790     1998     73,746       Постраничный контроль     \$\Sigma\$39147     \$\Sigma\$11997     \$\Sigma\$2h_4, h_k \\ -8774     -8774     -4387       7     ПК4     2012     1223     +0789     +2 \\ -8774     -4387       7     ПК5     \frac{6694}{4782}     \frac{6007}{4784}     +0787     +0788     73,015       8     ПК5     1830     0710     +1120     +2 \\ -8774     75,635     73,805       9     ПК6     \frac{6616}{4786}     \frac{5500}{4780}     1200     +1116     74,925     74,435       73,370     10     ПК7     1043     2656     -1613     +2 \\ -1611     75,699       10     ПК7     1043     2656     -1613     +2 \\ -1612     75,699       11     ПК8     \frac{5829}{4786}     \frac{7440}{4784}     -1611     75,699       11     ПК8     2375     0623     +1752     +2 \\ -1756     75,699       11     ПК9     \frac{7162}{4787}     \frac{5406}{4783}     +1756     +1754     77,455       12     ПК9     2917     0585     +2332     +2 \\ -1756     77,455       10 страничный     23     \frac{51}{4788}     \frac{5371}{4786}     \frac{7705}{4786}     \frac{7705}{4		ПК4				_0925	0724	75 744	74 014
Урез воды на			4788	4790	1998	0,20		, , , , , , ,	
1997   73,747   73,747   10страничный контроль   23									- ,
контроль       39147       47921 -8774       -8774       -8774       -4387       73,015         7       ПК4       2012       1223       +0789       +2       73,015         1ПК5       6694 4782       6007 4784       +0787       73,015         8       ПК5       1830       0710 4786       +1120 2265 0255       +2       75,635       73,805         1ПК6 ПК5+36 пево 20 право 20       6616 4786       5500 4790       1200 2265 0255       +1116       74,925 74,435 73,370         9       ПК6       2873 4787       0491 2265 4787       +2382 42382       +2 42382       74,925 74,925         10       ПК7       1043 4786       2656 4784       -1613 4784       +2 -1611       75,699         ПК8 ПК7 право 20 право 20 право 20 право 20 право 20 ПК8 ПК8+80       2375 4787       0623 4783       +1752 4786       +2 4756       75,699 477,455         12       ПК9 4786       2917 4788       0585 4788       +2332 4233 42334       +2 42333 42334       77,455 77,455         10       ПК9 4786       7705 4788       5371 4786       4786 4786       42332 42334 <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1997</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>73,747</td>					1997				73,747
-8774     -4387       7     ПК4     2012     1223     +0789     +2     73,015       1ПК5     6694/4782     6007/4784     +0787     73,805       8     ПК5     1830     0710     +1120     +2     75,635     73,805       1ПК6     6616/4786     5500/4790     +1116     +1118     74,925     74,435     73,370     75380       9     ПК6     2873     0491     +2382     +2     74,925     74,925       ПК7     7660/4787     5278/4787     +2382     +2     74,925       10     ПК7     1043     2656     -1613     +2     77,309       11     ПК8     5829/4786     7440/4784     -1611     75,699       ПК9     7162     5406/4783     +1752     +2     75,699       ПК9     7162     5406/4783     +1756     +1754     77,455       12     ПК9     2917     0585     +2332     +2     77,455       12     ПК9     2917     0585     +2332     +2     77,455       10 Постраничный     23     21     21     250     70,021       10 Постраничный     23     21     21     250     250     250	Постраничный		$\Sigma$ 3			$\sum h_{\mathrm{H}}, h_{\mathrm{K}}$			
7       ПК4       2012       1223       +0789       +2       73,015         6694       6694       6007       +0787       +0788       73,805         8       ПК5       1830       0710       +1120       +2       75,635       73,805         1К6       1К6       5500       4790       1200       +1116       75,635       73,805         9       ПК6       2873       0491       +2382       +2       74,925         1К7       7660       5278       +2382       +2       74,925         10       ПК7       1043       2656       -1613       +2       77,309         10       ПК8       5829       7440       -1611       75,699       75,804         11       ПК8       2375       0623       +1752       +2       75,699         11       ПК9       2917       0585       +2332       +2       77,455         12       ПК9       2917       0585       +2332       +2       77,455         10       1000000000000000000000000000000000000	контроль		39147			-8774			
ПК5 $\frac{6694}{4782}$ $\frac{6007}{4784}$ $+0787$ $+0788$ 73,805         8       ПК5       1830       0710 $+1120$ $+2$ $+2$ $+5$ ,635 $+3$ ,805         ПК6 $\frac{6616}{4786}$ $\frac{5500}{4786}$ $\frac{1200}{4790}$ $+1116$ $+1118$ <td colspan="2"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>									
ПК5         0094 4782         0007 4784         +0787         73,805           8         ПК5         1830 1830         0710 4790         +1120 2265 0255         +2 11118         75,635         73,805           9         ПК6 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	7	ПК4	2012	1223		+0789			73,015
8       ПК5       1830       0710       +1120       +2       75,635       73,805         ПК6       1830       0710       +1110       +2       75,635       73,805         ПК6       6616       5500       4790       1200       +1116       74,925       74,435         лево 20       право 20       0491       +2382       +2       74,925       74,925         ПК7       7660       5278       4787       +2382       +2       74,925         10       ПК7       1043       2656       -1613       +2       77,309         10       ПК8       5829       7440       -1611       75,699         ПК8       5829       7440       -1611       75,699         11       ПК8       2375       0623       +1752       +2       75,699         11       ПК9       7162       5406       4783       +1756       77,455         12       ПК9       2917       0585       +2332       +2       77,455         Rn 26       7705       5371       4786       4786       +2334       79,790         Постраничный       23       2П       2100       2100       2100 <td></td> <td>HIGE</td> <td>6694</td> <td>6007</td> <td></td> <td>10707</td> <td>+0788</td> <td></td> <td>72.005</td>		HIGE	6694	6007		10707	+0788		72.005
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		IIKS	4782	4784		+0'/8'/			/3,805
ПК6 ПК5+36 лево 20 право 20       3300 4786       1200 2265 0255       +1116       74,925 74,435 73,370 75380         9       ПК6       2873 4787       0491 4787       +2382 4787       +2382 +2382       74,925 74,925         10       ПК7       1043 4786       2656 4786       -1613 4786       +2 -1611       77,309 75,804 75,552 76,021         11       ПК8 ПК9 ПК9 ПК8+80       2375 4787       0623 4787       +1752 4786       +2 +1756       +1754 +1756       77,455 77,455         12       ПК9 12       2917 4788       0585 4788       +2332 4786       +2 +2332 +2334       79,790         Постраничный       23 4788       21 4786       25406 4788       25406 4788 <t< td=""><td>8</td><td>ПК5</td><td>1830</td><td>0710</td><td></td><td>+1120</td><td></td><td>75,635</td><td>73,805</td></t<>	8	ПК5	1830	0710		+1120		75,635	73,805
ПК6 ПК5+36 лево 20 право 20     4786     4790     1200 2265 2265 2265     74,925 74,435 73,370 75380       9 ПК6 2873 0491			6616	5500			+1118		
лево 20 право 20       2265 2265 2265 2265 2265       73,370 75380         9 ПК6       2873 0491 2265 2278 274,925       74,925 74,925         ПК7       7660 4787 4787 4787       4787 2382 2382       77,309         10 ПК7       1043 2656 2656 2656 2650 2650 2650 275,309       -1613 22 2650 2650 2650 2650 2650 2650 2650 2					1200	+1116			
право 20     0255     75380       9     ПК6     2873     0491     +2382     +2     74,925       ПК7     7660 4787     5278 4787     +2382     77,309       10     ПК7     1043     2656     -1613     +2     77,309       ПК8 ПК7 лево 20 право 12 право 20     7440 4784     -1611     75,699       11     ПК8     2375     0623     +1752     +2     75,699       ПК9 ПК9 К8+80     7162 4787     5406 4783     +1756     +1754 +1754     77,455       12     ПК9     2917 0585     +2332 +2 +2 +2333 +2333     79,790       Постраничный     Σ3     ΣП     Σh <sub>ч</sub> , h <sub>κ</sub> Σh <sub>ep</sub>			1,00	1,70					
9       ПК6       2873       0491       +2382       +2       74,925         ПК7       7660/4787       5278/4787       +2382       77,309         10       ПК7       1043       2656       -1613       +2       77,309         ПК8       5829/4786       7440/4784       -1611       75,699         ПК7       лево 20       2550/2802       75,804/75,552/76,021         ПП ПК8       2375       0623       +1752       +2       75,699         ПК9       7162/4787       5406/4783       +1754/4754       77,455       77,455         12       ПК9       2917       0585       +2332       +2       77,455         12       ПК9       2917       0585       +2332       +2       77,455         Rn 26       7705/4788       5371/4786       +2334       79,790         Постраничный       Σ3       ΣП       Σh <sub>ч</sub> , h <sub>к</sub> Σh <sub>cp</sub>									
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	9	•	2873	0491	0200	+2382	+2		
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$							+2382		
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		ПК7				+2382			77,309
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	10	ПК7			1	-1613	+2		77 309
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	10					1015			, , , , , , , ,
лево 20 право 12 право 20 $2550$ $2802$ $2333$ $75,804$ $75,552$ $76,021$ $11$ $\Pi K8$ $2375$ $0623$ $+1752$ $+2$ $75,699$ $\Pi K9$ $\Pi K9$ $\Pi K9$ $12$ $\Pi K9$ $12$ $\Pi K9$ $13$ $14$ $15$ $15$ $15$ $15$ $15$ $15$ $15$ $15$						-1611			75,699
право 12 право 202802 233375,552 76,02111ПК823750623 4787+1752 4783+2 +175675,699 +175412ПК9 Rn 262917 47880585 4786+2332 +2334+2 +233477,455 79,790Постраничный $\Sigma 3$ 54716 $\Sigma \Pi$ 43100 $\Sigma h_{\rm q}$ , $h_{\rm K}$ $\Sigma h_{\rm q}$ , $h_{\rm K}$ $\Sigma h_{\rm cp}$			4/86	4/84					
право 20233376,02111ПК823750623+1752+275,699ПК9 $\frac{7162}{4787}$ $\frac{5406}{4783}$ +175677,45512ПК929170585+2332+277,455 $R_n$ 26 $\frac{7705}{4788}$ $\frac{5371}{4786}$ +233479,790Постраничный $\Sigma 3$ $\Sigma \Pi$ $\Sigma h_{\rm q}$ , $h_{\rm K}$ $\Sigma h_{\rm cp}$									
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$									
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	11		2375	0623	2333	+1752	+2		
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	11	1110				1132			13,077
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		ПК9	l ——			+1756			77,455
$ ho_{n}$ 26 $ ho_{n}$ 2705 $ ho_{n}$ 2371 $ ho_{n}$ 4786 $ ho_{n}$ 42334 $ ho_{n}$ 79,790 $ ho_{n}$ 10 $ ho_{n}$ 27 $ ho_{n}$ 28 $ ho_{n}$ 29 $ h$			4787	4783					ĺ
$ Arr R_n \ 26$ $ Arr 4788$ $ Arr 4786$ $ Arr 4786$ $ Arr 42100$ $ Arr 2334$ $ Arr 79,790$ $ Arr 79,790$ $ Arr 100$ $ A$	12	ПК9	2917	0585		+2332			77,455
$4/88$ $4/86$ Постраничный $\Sigma 3$ $\Sigma \Pi$ $\Sigma h_{\rm q}, h_{\rm K}$ $\Sigma h_{\rm cp}$		D 26	7705	5371		12224	+2333		70.700
Постраничный $\Sigma 3$ $\Sigma \Pi$ $\Sigma h_{\rm q}, h_{\rm K}$ $\Sigma h_{\rm cp}$		K <sub>n</sub> 26	4788			+2334			/9,/90
5.471.6 4.2100	Постраничный контроль					$\sum h_{\text{\tiny H}}, h_{\text{\tiny K}}$	$\sum h_{\rm cp}$		
T11320   3/03			54716	43190		+11526	5763		
+11526 5763									
Контроль по ходу 93863 91111 2752 1376	Контроль по ходу		93863				1376		
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$			<u> </u>			1376			

$$\begin{split} \sum h_{\rm cp} &= 1376\,{\rm mm}; \\ \sum h_{\rm t} &= H_{Rn26} - H_{R25} = 79,790 - 78,390 = 1,400\,{\rm m}; \\ f_h &= \sum h_{\rm cp} - \sum h_{\rm t} = 1376 - 1400 = -24\,{\rm mm}; \\ f_{h{\rm do}{\rm i}} &= \pm 50\sqrt{h} = \pm 47\,. \end{split}$$

### 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?