

ISSN 0202-3205

**МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (МИИТ)**

---

Кафедра геодезии и геоинформатики

С.И. Матвеев, Г.Г. Незнакомов, М.Н. Садакова

**Геодезические работы на станционных путях**

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Инженерная геодезия” для студентов специальности 2401 “Организация перевозок и управления на железнодорожном транспорте”.

Москва 1998

ISSN 0202-3205

**МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (МИИТ)**

---

Кафедра геодезии и геоинформатики

С.И. Матвеев, Г.Г. Незнакомов, М.Н. Садакова

Утверждено  
редакционно-издательским  
советом университета

**Геодезические работы на станционных путях**

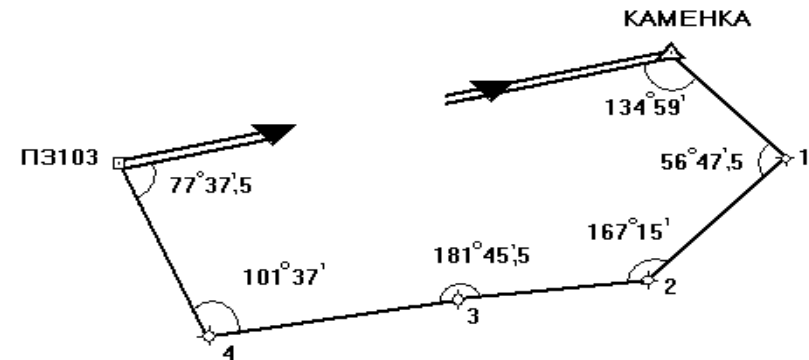
Методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Инженерная геодезия” для студентов специальности 2401 “Организация перевозок и управления на железнодорожном транспорте”.

Москва 1998

## 1. ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА

### 1.1 Общие положения

Плановым обоснованием теодолитной съемки в задании является замкнутый теодолитный ход, состоящий из шести точек, из которых две исходные—пункт триангуляции "Каменка" и пункт полигонометрии ПЗ 103 (рис. 1).



УДК 528 (07)  
М 38

Матвеев С.И., Незнакомов Г.Г., Садакова М.Н. "Геодезические работы на станционных путях": Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Инженерная геодезия" для студентов специальности 2401 "Организация перевозок и управления на железнодорожном транспорте". – М.: МИИТ, 1998. – 36 с.

Ответственный за выпуск: канд. техн. наук В.Д. Власов

© Московский государственный  
университет путей сообщения  
(МИИТ), 1998

**Рис.1. Схема теодолитного хода**

Каждый студент в соответствии с номером варианта выбирает из табл.1 исходные данные: координаты пунктов "Каменка" и ПЗ 103 и

дирекционный угол направления между ними. Эти данные выписывают в соответствующие колонки 11 и 12 ведомости вычисления координат точек теодолитного хода (табл. 2).

На всех шести точках хода: Каменка, 1, 2, 3, 4, ПЗ 103 – способом приемов измерены правые по ходу лежащие горизонтальные углы, средние значения которых выписаны на схему хода. Длины сторон, измеренные в прямом и обратном направлении и их средние значения, а также углы наклона местности по направлению сторон, приведены в ведомости расстояний (табл.3).

Таблица 3

Ведомость расстояний

Линия	Прямо	Обратно	Среднее	$\nu$	Горизонтальное проложение
Кам. - 1	159.60	159.64	159.62	$- 2^{\circ}15'$	159.50
1 - 2	154.37	154.32	154.34	—	154.34
2 - 3	167.08	167.01	167.04	—	167.04
3 - 4	241.43	241.53	241.48	—	241.48
4 - ПЗ 103	148.51	148.45	148.48	$+ 1^{\circ}45'$	148.41

В последней колонке табл.3 приведены горизонтальные проложения сторон хода, вычисленные путем умножения средних длин сторон на косинус соответствующего угла наклона, если последний превышает  $1^{\circ}$ . Меньшие углы наклона не учитывают, а принимают горизонтальное проложение равным среднему измеренному расстоянию.

На основе точек теодолитного хода способами прямоугольных, полярных и биполярных (угловая и линейная засечки) координат выполнена съемка станционной ситуации. Результаты этой съемки представлены на абрисе теодолитной съемки (рис. 2, а, б, в).

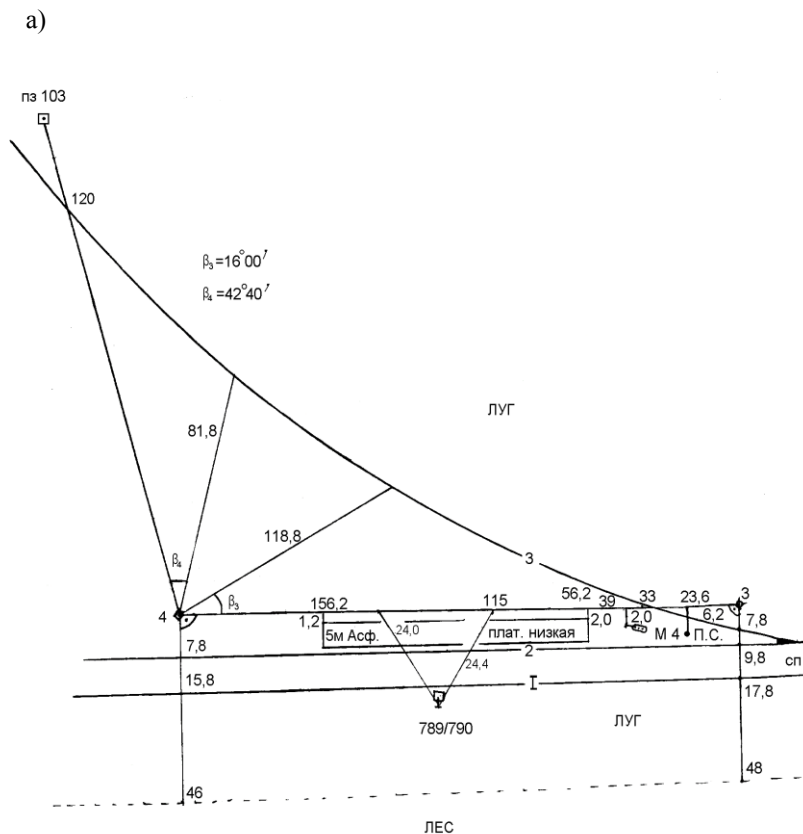
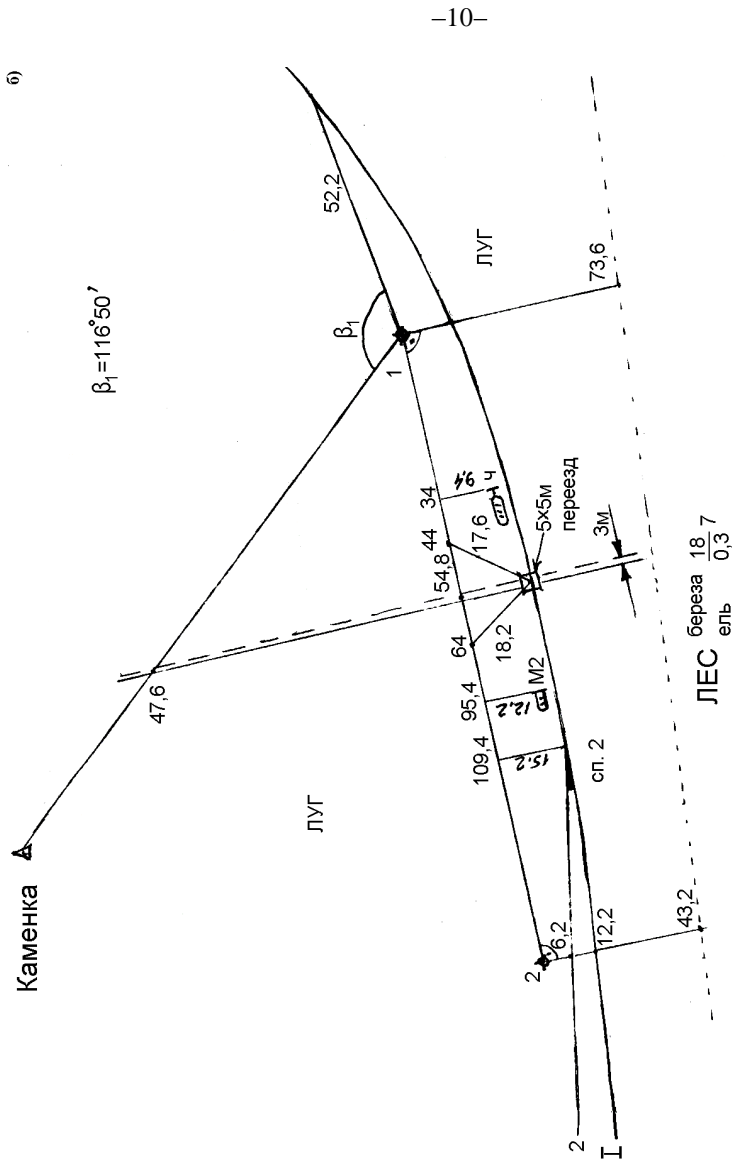


Рис.2. Абрис

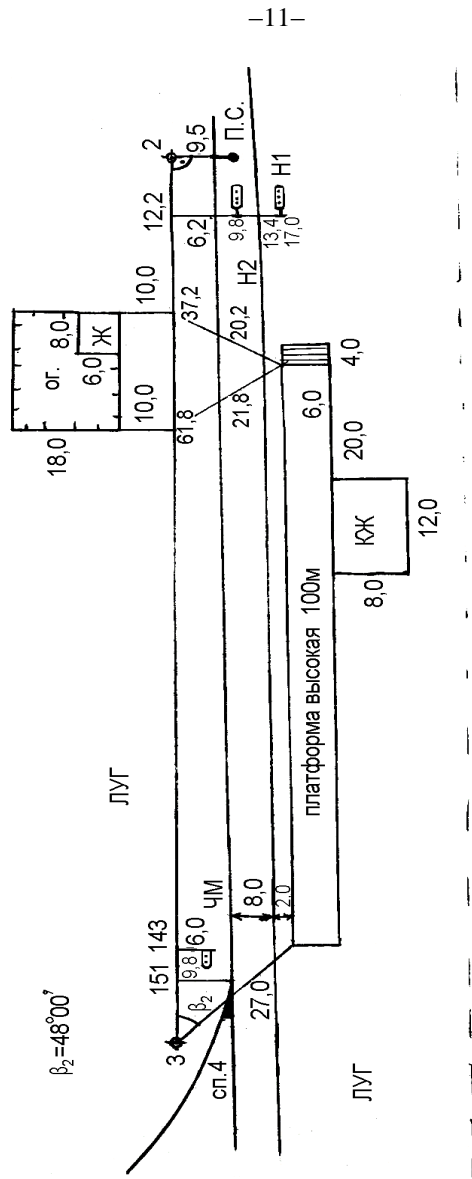
б)



-10-

Рис. 2. Абрис.

в)



-11-

Рис. 2. Абрис.

Ведомость вычисления координат

№ точек	β прав	Поправки, v	β исправл.	α	S
1	2	3	4	5	6
ПЗ 103				70°07',6	
Каменка	134°59',0	-0,2	134°58',8		
				115°08',8	159,50
1	56°47',5	-0,3	56°47',2		
				238°21',6	154,34
2	167°15',0	-0,2	167°14',8		
				251°06',8	167,04
3	181°45',5	-0,3	181°45',2		
				249°21',6	241,48
4	101°37',0	-0,2	101°36',8		
				327°44',8	148,41
ПЗ 103	77°37',5	-0,3	77°37',2		
				70°07',6	
Каменка					

$$\Sigma\beta_{\text{пр}} = 720^\circ 01',5 \quad \Sigma v = -1,5 \quad \Sigma\beta = 720^\circ 00' \quad \Sigma S = 870,77$$

$$\Sigma\beta_{\text{т}} = 180^\circ(n-1) = 720^\circ 00'$$

$$f_{\beta} = +1,5'$$

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = 1' \sqrt{6} = \pm 2,4'$$

Таблица 2

точек теодолитного хода

Приращения координат		Исправленные приращения		Координаты		№ точек
Δx	Δy	Δx	Δy	X	Y	
7	8	9	10	11	12	13
						ПЗ 103
-0,05	+0,03			5380,60	9007,85	Каменка
-67,78	+144,38	-67,83	+144,41			
-0,05	+0,03			5312,77	9152,26	1
-80,96	-131,40	-81,01	-131,37			
-0,05	+0,04			5231,76	9020,89	2
-54,07	-158,05	-54,12	-158,01			
-0,07	+0,05			5177,64	8862,88	3
-85,12	-225,98	-85,19	-225,93			
-0,04	+0,03			5092,45	8636,95	4
+125,51	-79,20	+125,47	-79,17			
				5217,92	8557,78	ПЗ 103
						Каменка

$$\Sigma\Delta x_{\text{пр}} = -162,42$$

$$\Sigma\Delta x_{\text{т}} = -162,68$$

$$f_x = +0,26$$

$$\Sigma\Delta y_{\text{пр}} = -450,25$$

$$\Sigma\Delta y_{\text{т}} = -450,07$$

$$f_y = -0,18$$

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = 0,32$$

$$f_{\text{отн}} = 1/\Sigma S : f_{\text{абс}} = 1/2721$$

Таблица 1

Исходные данные к заданию "Теодолитная съемка"

Но- мер вари- анта	Координаты точек				Дирекционный угол пз103-Каменка	
	Каменка		пз 103		градусы	минуты
	х,м	у,м	х,м	у,м		
1	2	3	4	5	6	7
1	5189,04	8893,65	5026,36	8443,58	70	7,6
2	5182,57	8896,67	5028,04	8443,74	71	9,6
3	5175,99	8899,54	5029,65	8443,90	72	11,6
4	5169,29	8902,25	5031,19	8444,04	73	13,6
5	5162,48	8904,81	5032,66	8444,18	74	15,6
6	5155,55	8907,21	5034,06	8444,31	75	17,6
7	5148,52	8909,44	5035,40	8444,44	76	19,6
8	5141,38	8911,52	5036,66	8444,55	77	21,6
9	5134,13	8913,44	5037,86	8444,66	78	23,6
10	5126,79	8915,20	5038,98	8444,76	79	25,6
11	5119,34	8916,80	5040,03	8444,85	80	27,6
12	5111,80	8918,24	5041,01	8444,93	81	29,6
13	5104,16	8919,51	5041,92	8445,01	82	31,6
14	5096,43	8920,62	5042,75	8445,07	83	33,6
15	5088,60	8921,57	5043,52	8445,13	84	35,6
16	5080,70	8922,36	5044,21	8445,18	85	37,6
17	5072,70	8922,98	5044,83	8445,23	86	39,6
18	5064,63	8923,44	5045,37	8445,26	87	41,6
19	5056,47	8923,74	5045,84	8445,29	88	43,6
20	5048,24	8923,87	5046,24	8445,30	89	45,6
21	5046,42	8923,83	5053,05	8445,31	90	47,6
22	5048,60	8923,64	5063,86	8445,31	91	49,6
23	5050,70	8923,28	5074,59	8445,31	92	51,6
24	5052,73	8922,76	5085,23	8445,29	93	53,6
25	5054,68	8922,07	5095,79	8445,27	94	55,6
26	5056,56	8921,22	5106,26	8445,24	95	57,6
27	5058,36	8920,20	5116,63	8445,20	96	59,6
28	5060,08	8919,03	5126,91	8445,15	98	1,6
29	5061,72	8917,69	5137,09	8445,09	99	3,6
30	5063,29	8916,19	5147,16	8445,03	100	5,6
31	5064,77	8914,54	5157,13	8444,96	101	7,6
32	5066,18	8916,86	5166,99	8449,03	102	9,6
33	5067,51	8919,02	5176,74	8453,09	103	11,6
34	5068,75	8921,03	5186,37	8457,14	104	13,6
35	5069,92	8922,86	5195,88	8461,17	105	15,6
36	5071,00	8924,54	5205,27	8465,19	106	17,6

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
37	5072,00	8926,05	5214,53	8469,20	107	19,6
38	5072,92	8927,39	5223,67	8473,19	108	21,6
39	5073,76	8928,58	5232,67	8477,16	109	23,6
40	5074,51	8929,59	5241,54	8481,12	110	25,6
41	5075,19	8930,44	5250,27	8485,05	111	27,6
42	5075,77	8931,12	5258,87	8488,97	112	29,6
43	5076,28	8931,64	5267,32	8492,86	113	31,6
44	5076,70	8931,99	5275,62	8496,72	114	33,6
45	5077,04	8932,18	5283,78	8500,57	115	35,6
46	5077,30	8932,20	5291,78	8504,38	116	37,6
47	5077,47	8932,05	5299,64	8508,17	117	39,6
48	5077,56	8931,73	5307,33	8511,93	118	41,6
49	5077,56	8931,25	5314,87	8515,66	119	43,6
50	5077,48	8930,60	5322,25	8519,36	120	45,6
51	5077,32	8929,79	5329,46	8523,03	121	47,6
52	5077,07	8928,81	5336,51	8526,66	122	49,6
53	5076,74	8927,66	5343,39	8530,26	123	51,6
54	5076,33	8926,35	5350,10	8533,83	124	53,6
55	5075,83	8924,88	5356,63	8537,35	125	55,6
56	5075,25	8923,24	5363,00	8540,84	126	57,6
57	4867,73	8677,46	5291,99	8898,88	207	33,6
58	4864,98	8677,55	5285,17	8906,59	208	35,6
59	4862,21	8677,56	5278,21	8914,15	209	37,6
60	4859,43	8677,49	5271,09	8921,54	210	39,6
61	4856,63	8677,34	5263,83	8928,77	211	41,6
62	4853,83	8677,10	5256,42	8935,83	212	43,6
63	4851,01	8676,78	5248,87	8942,73	213	45,6
64	4848,18	8676,37	5241,19	8949,45	214	47,6
65	4845,34	8675,88	5233,36	8956,01	215	49,6
66	4842,50	8675,31	5225,40	8962,39	216	51,6
67	4839,65	8674,65	5217,31	8968,59	217	53,6
68	4836,79	8673,92	5209,09	8974,62	218	55,6
69	4833,92	8673,09	5200,74	8980,46	219	57,6
70	4831,06	8672,19	5192,27	8986,12	220	59,6
71	4828,18	8671,21	5183,68	8991,60	222	1,6
72	4825,31	8670,14	5174,97	8996,89	223	3,6
73	4822,43	8668,99	5166,14	9001,99	224	5,6
74	4820,00	8667,76	5157,65	9006,91	225	7,6
75	4820,00	8666,45	5151,47	9011,63	226	9,6
76	4820,00	8665,06	5145,20	9016,17	227	11,6
77	4820,00	8663,59	5138,81	9020,50	228	13,6
78	4820,00	8662,04	5132,32	9024,64	229	15,6

Задание: составить план теодолитной съемки в масштабе 1 : 2000 с использованием исходных данных и результатов полевых измерений.

Порядок выполнения задания рассмотрим на следующем примере.

### 1.2. Вычисление координат точек теодолитного хода

1.2.1. Выписывают в колонку 2 ведомости вычисления координат (табл.2) измеренные горизонтальные углы со схемы хода, изображенной на рис 1.

1.2.2. Вычисляют практическую сумму измеренных углов  $(\Sigma\beta)_{пр}$ , сложив все углы, записанные в колонке 2.

1.2.3. Вычисляют теоретическую сумму углов  $(\Sigma\beta)_{т}$  для замкнутого теодолитного хода по формуле

$$(\Sigma\beta)_{т} = 180 (n - 2) ,$$

где  $n$  – число измеренных углов.

В примере

$$(\Sigma\beta)_{т} = 180^{\circ} (6 - 2) = 720^{\circ}00'.$$

1.2.4. Находят невязку в углах

$$f_{\beta} = (\Sigma\beta)_{пр} - (\Sigma\beta)_{т}$$

и допустимую невязку

$$f_{\beta \text{ доп}} = 1' \sqrt{n} .$$

В примере

$$f_{\beta} = 720^{\circ}01,5' - 720^{\circ}00' = + 1,5',$$

$$f_{\beta \text{ доп}} = 1 \sqrt{6} = + 2,4'.$$

1.2.5. Если  $f_{\beta} < f_{\beta \text{ доп}}$ , то вычисляют поправки в углы  $v$  по формуле

$$v = - f_{\beta} / n.$$

Сумма поправок должна быть равна невязке с обратным знаком.

1.2.6. Вычисляют исправленные углы

$$\beta_{испр} = \beta_{изм} + v.$$

1.2.7. По начальному дирекционному углу и исправленным горизонтальным углам вычисляют последовательно дирекционные углы всех сторон хода по формуле

$$\alpha_{посл} = \alpha_{пред} + 180^{\circ} - \beta_{испр} , \quad (1)$$

где  $\alpha_{посл}$  – дирекционный угол последующей стороны,  $\alpha_{пред}$  – дирекционный угол предыдущей стороны,  $\beta_{испр}$  – исправленный горизонтальный угол между последующей и предыдущей сторонами хода.

При вычислениях по формуле (1) могут встретиться следующие случаи:

1) после выполнения действия

$$\alpha_{пред} + 180^{\circ}$$

получается значение, меньшее чем  $\beta_{испр}$ ; в этом случае следует прибавить еще  $360^{\circ}$ , а затем вычесть  $\beta_{испр}$ ;

2) после выполнения действий

$$\alpha_{пред} + 180^{\circ} - \beta_{испр}$$

получается значение, большее, чем  $360^{\circ}$ . В этом случае из результата следует вычесть  $360^{\circ}$  и записать полученное значение в качестве величины  $\alpha_{посл}$ ; так в нашем примере при вычислении последнего дирекционного угла стороны ПЗ 103 -"Каменка" имеем

$$327^{\circ}44,8' + 180^{\circ} - 77^{\circ}37,2' = 430^{\circ}07,6'$$

$$430^{\circ}07,6' - 360^{\circ} = 70^{\circ}07,6'$$

Контролем вычисления дирекционных углов является получение по формуле (1) точного значения  $\alpha_{\text{кон}}$ , что подтверждается только что рассмотренным нами примером.

1.2.8. Выписывают из табл. 3 в колонку 6 ведомости вычисления координат горизонтальные проложения сторон  $S$  и вычисляют приращения координат для каждой стороны хода по формулам

$$\Delta x = S \cos \alpha, \quad \Delta y = S \sin \alpha.$$

Вычисления проводят на микрокалькуляторах, имеющих возможность вычисления стандартных тригонометрических функций.

Перед началом вычислений следует перевести режим представления угловых величин в градусную меру. В эту же меру переводят и минуты углов путем деления числа минут на 60. Вычисленные приращения округляют до 0,01 м и выписывают в колонки 7 и 8 табл. 2.

1.2.9. Вычисляют практические суммы приращений координат по каждой оси  $\Sigma \Delta X_{\text{пр}}$  и  $\Sigma \Delta Y_{\text{пр}}$ , как алгебраические суммы по колонкам 7 и 8.

1.2.10. Находят теоретические суммы приращений координат, как разность исходных координат:

$$\Sigma \Delta X_{\text{т}} = X_{\text{пз103}} - X_{\text{каменка}},$$

$$\Sigma \Delta Y_{\text{т}} = Y_{\text{пз103}} - Y_{\text{каменка}}$$

1.2.11. Вычисляют невязки по осям координат

$$f_x = \Sigma \Delta X_{\text{пр}} - \Sigma \Delta X_{\text{т}},$$

$$f_y = \Sigma \Delta Y_{\text{пр}} - \Sigma \Delta Y_{\text{т}}.$$

а затем абсолютную и относительную невязки хода

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2};$$

$$f_{\text{отн}} = f_{\text{абс}} / \Sigma S = 1 / \Sigma S / f_{\text{абс}},$$

где  $\Sigma S$  - сумма горизонтальных проложений.

1.2.12. Относительная невязка хода не должна превышать 1: 2000. Если это так, то приступают к уравниванию приращений координат, вычисляя поправки к ним по формулам

$$V_{\Delta X_i} = -f_x S_i / \Sigma S;$$

$$V_{\Delta Y_i} = -f_y S_i / \Sigma S,$$

где  $V_{\Delta X_i}$ ,  $V_{\Delta Y_i}$  - поправки в приращения координат  $i$ -ой стороны хода. Поправки вычисляют с точностью до 0,01 м с контролем по формулам

$$\Sigma V_{\Delta X} = -f_x,$$

$$\Sigma V_{\Delta Y} = -f_y.$$

1.2.13. Вычисляют исправленные приращения координат

$$\Delta X_{\text{испр}_i} = \Delta X_i + V_{\Delta X},$$

$$\Delta Y_{\text{испр}_i} = \Delta Y_i + V_{\Delta Y}$$

и координаты всех точек хода по формулам

$$X_{\text{посл}} = X_{\text{пред}} + \Delta X_{\text{испр}},$$

$$Y_{\text{посл}} = Y_{\text{пред}} + \Delta Y_{\text{испр}}.$$

Контролем вычисления координат является получение точных значений координат конечной точки хода ( ПЗ 103 ).



### 1.3. Составление плана теодолитной съемки

1.3.1. На листе чертежной бумаги размером 60 x 40 см с помощью топографической линейки (ЛТ) методом линейных засечек строят координатную сетку квадратов со сторонами по 10 см (4 x 3 квадрата). Разбивку сетки контролируют по диагоналям квадратов. Все они должны быть одинаковы с ошибкой, не превышающей 0,3 мм. Выходы линий координатной сетки подписывают числами кратными 200 м так, чтобы все точки теодолитного хода (п. Каменка, 1, 2, 3, 4 и пз 103) разместились по центру построенной сетки координат.

1.3.2. С помощью измерителя и масштабной линейки наносят все точки теодолитного хода по координатам на план, контролируя правильность положения точек по расстояниям. Допустимая графическая ошибка расстояния между точками хода составляет 0,3 мм.

1.3.3. Пользуясь абрисом теодолитной съемки и помещенными на нем результатами измерений, с помощью измерителя, транспортира и масштабной линейки от сторон и точек теодолитного хода наносят на план станционную ситуацию.

1.3.4. Оформляют план теодолитной съемки в соответствии с топографическими и специальными условными знаками для составления планов железнодорожных станций.

## 2. НИВЕЛИРОВАНИЕ ПУТИ Ж.Д. СТАНЦИИ

### 2.1 Общие положения. Схема станционного пути.

Главным документом, характеризующим любую железнодорожную станцию и регламентирующим ее работу, является технико-распорядительный акт (ТРА). Он хранится у начальника станции или его заместителя и постоянно обновляется. Вторым главным приложением к ТРА (после масштабной схемы станции) являются продольные профили всех путей. Профили строятся по результатам геометрического нивелирования от исходных реперов.

Разбивочной основой на железной дороге является пикетаж. Поэтому перед нивелированием производится разметка точек через 50 метров. Начинают разметку от оси пассажирского здания (вокзала), пикетаж которой имеется в документации. 50-ти метровую рулетку укладывают по оси какого-либо главного пути (чаще I или II). Используют рулетку с пластиковым полотном, не замыкающим рельсовые электрические цепи. Краской, на внутренней стороне шейки рельса отмечают и подписываются точки, кратные 50-ти метрам: ПК 184+50, ПК185, ПК185+50 и т.д. По отметкам этих точек и будет строиться профиль путей.

На пути, соседние с главным, эти точки переносятся перпендикулярами, восстанавливаемыми экером.

Согласно правилам технической эксплуатации железных дорог, профили станционных путей должны проверяться не реже, чем через 10 лет.

На рис.3 показано положение пикетов по 8-му приемо-отправочному пути станции Царское. Полную длину пути (его границы) определяют острия стрелочных переводов № 32 и № 10. Путь примыкает к IV главному и 8а путям. На рисунке дано также положение по пикетажу осей искусственных сооружений, которые должны показываться на профиле соответствующими условными знаками.

### 2.2. Нивелирование по пикетажу.

Для определения отметок точек головки рельса достаточно делать измерения с точностью технического нивелирования. На рис.4 дана схема нивелирования на “привязочной” к реперу установке нивелира и

следующей по ходу установке нивелира. При геометрическом нивелировании – горизонтальным лучом, превышение между точками получается, как разность отсчетов по задней и передней рейкам:

$$h = 3 - П.$$

Точки 1 и 4 в нивелирном ходе являются связующими, а точки 2 и 3 – промежуточными. На связующие точки по рейкам берут два отсчета – по черной и красной сторонам; на промежуточные – только по черной стороне. По окончании нивелирования пути (или сразу нескольких параллельных путей) в границах станции, делают “привязку” ко второму реперу. В случае отсутствия второго репера, возвращаются к исходному реперу, образуя замкнутый нивелирный ход.

Горизонт инструмента ГИ – это абсолютная высота линии визирования. Для первой установки нивелира он вычисляется, как сумма отметки репера и отсчета по черной стороне рейки на репере “3” (задней):

$$ГИ = Н_{рп} + З_ч.$$

Через горизонт инструмента вычисляют отметки промежуточных точек 3 и 4 :

$$Н_3 = ГИ - П_р,$$

где  $П_р$  – отсчет по рейке на промежуточной точке.

### 2.3. Обработка ведомости нивелирования и вычисление отметок пути.

Результаты нивелирования по ходу вдоль пути представлены отсчетами по рейкам в колонках 3 и 4 табл.4. В колонке 3 даны “черные” и “красные” отсчеты на связующие точки, а в колонке 4 – “черные” отсчеты на промежуточные. В индивидуальном задании недостающие отсчеты промежуточных точек на установках нивелира 3, 5 и 7 следует вычислить и внести в ведомость (колонка 4) согласно примечанию к табл.4. Название и пикетаж точек нивелирования даны в колонках 2 и 11.

Обработка ведомости производится в следующем порядке:

2.3.1. Вычисляют на каждой станции нивелирования “черные”  $h_ч$  и “красные”  $h_к$  превышения, как разности задних и передних отсчетов:

$$h_ч = 0151 - 1472 = -1321$$

$$h_к = 4833 - 6158 = -1325$$

и записывают их в колонку 5. Если эти два превышения одинаковы или различаются не больше, чем на 5 мм (в данном примере 4 мм), в колонку 6 записывается среднее превышение

$$h_{cp} = \frac{h_ч + h_к}{2} = -1323.$$

2.3.2. В колонку 8, согласно своему варианту (см. таблицу 5), в начало и конец ведомости выписывают отметки исходных реперов. В примере:

$$Н_{рп1521} = 148,541 \text{ м},$$

$$Н_{рп1522} = 150,680 \text{ м}.$$

По отметкам вычисляют теоретическую сумму превышений по ходу:

$$\Sigma h_T = Н_{рп1522} - Н_{рп1521} = +2139 \text{ мм}.$$

2.3.3. Вычисляют практическую сумму всех средних превышений по ходу  $\Sigma h_{пр} = +2114$  мм, как алгебраическую сумму по колонке 6. Невязка по превышениям  $fh$  получается из сравнения практической и теоретической сумм по формуле:

$$fh = \Sigma h_{пр} - \Sigma h_T = -25 \text{ мм}$$

Эта невязка по абсолютной величине не должна превышать допустимую для технического нивелирования:

$$fh_{доп} = 50 \text{ мм} \sqrt{L_{км}} = \pm 60 \text{ мм},$$

где  $L_{км} = 1,5$  км – длина хода в километрах. В нашем примере  $fh < fh_{доп}$ . Это сравнение является оценкой точности работы.

2.3.4. После выяснения, что невязка по ходу  $fh$  является допустимой по величине, производят уравнивание превышений. В средние превышения колонки 6 вводят поправки. Поправка получается делением  $fh$  на количество установок нивелира “n”, т.е. распределение невязки поправками делается по принципу: всем – поровну. Поправке дается знак, обратный знаку невязки:

$$v = -\frac{fh}{n}.$$

Поправки записываются над средними превышениями. Алгебраическая сумма превышения с поправкой дает исправленное превышение, которое записывают в колонке 7.

2.3.5. Отметки связующих точек пути (колонка 8) вычисляются путем последовательного алгебраического суммирования предыдущей отметки и исправленного превышения. При этом превышение переводится в метры:

$$H_{сп35} = H_{пр1521} + h_{исп1} = 148,541 \text{ м} - 1,320 \text{ м} = 147,221 \text{ м}.$$

Контролем правильности вычисления отметок является точное получение отметки репера №1522, в конце колонки 8.

2.3.6. Отметки промежуточных точек, которые также нужны для построения профиля, вычисляются через горизонт инструмента ГИ.

ГИ – отметка визирного луча нивелира – получается, как сумма отметок связующих точек и их “черных” отсчетов по рейкам, переведенных в метры:

$$ГИ_1 = H_{сп37} + З_ч = 147,221 + 1,729 = 148,950,$$

$$ГИ_2 = H_{ПК186} + П_ч = 147,969 + 0,984 = 148,953.$$

ГИ записываются в колонку 9. Если между ГИ<sub>1</sub> и ГИ<sub>2</sub> разность не более 5 мм, то вычисляют ГИ<sub>ср</sub> = 148,952. ГИ вычисляют на установках нивелира 2,3,4,5,6,7.

Отметки промежуточных точек получают, как разность ГИ<sub>ср</sub> и их отсчетов (колонка 4), переведенных в метры:

$$H_{ПК184+50} = 148,952 - 1,558 = 147,394.$$

Эти отметки заносят в колонку 10. На этом заканчивается обработка ведомости.

#### 2.4. Построение профиля 8-го пути.

Общую картину профиля можно увидеть на рис.5. Профиль пути строится на листе миллиметровой бумаги А3, в масштабах: горизонтальный 1:5000, вертикальный 1:100. Построение профиля состоит из следующих этапов:

2.4.1. Заготавливают сетку профиля из четырех строк и вертикальных линий через 1 см (50 м по пути). Внизу под сеткой через 2 см подписывают пикеты. Профиль начинается со стрелочного перевода 37–ПК184+16,00 и заканчивается на стрелочном переводе 10–ПК196+44,00.

2.4.2. В строку “Отметка существующей головки рельса” из ведомости согласно пикетажу выписывают все отметки связующих и промежуточных точек (колонки 8 и 10, кроме отметок реперов), предварительно округленные до сантиметров.

Отметка линии условного горизонта назначается кратной метру и на 3 метра меньше, чем отметка сп 37.

2.4.3. Над линией условного горизонта, из расчета, что в 1 миллиметре–0,1 метра строят все точки головки рельса. Точки соединяют ломаной линией – получается фактическая линия профиля.

2.4.4. В нижней строке “Уклон”, согласно фактическим отметкам, дается фактический уклон между соседними нивелируемыми точками:

$$i = \frac{H_{посл} - H_{пред}}{50 \text{ м}}.$$

Уклон рассчитывают с точностью до десятых промилле, т.е. до 0,0001. Диагональ показывает знак уклона. Под диагональю есть смысл писать только расстояния, отличные от 50 метров.

2.4.5. По частным, фактическим уклонам 50-ти метровых отрезков, трудно анализировать общую картину геометрии пути в профиле. Поэтому следует выявить максимально длинные отрезки пути между явными переломами линии профиля, т.е. “спрямить” и “обобщить” уклоны. Спряmlенные участки назначают и рассчитывают в строке “Спряmlенные уклоны” согласно трем требованиям:

- длину участка следует делать, как можно большей;
- отметки точек начала и конца спряmlенного участка должны совпадать с фактическими отметками;
- разность отметок любой точки профиля, рассчитанной по спряmlенному уклону, и ее фактической отметкой не должна быть больше, чем 0,1 м.

В примере самая большая разность отметок:

у ПК186 – спряmlенная – 147,87,

фактическая – 147,97;

у ПК188+50 – спряmlенная – 148,63,

фактическая – 148,73.

Это предельно допустимо. Решать задачу спряmlения линии профиля студент может методами подбора и последовательных приближений. Спряmlенные уклоны рассчитываются так же, как и фактические:

$$i_{спрям} = \frac{H_{кон} - H_{нач}}{S},$$

Примечание ( к табл.4 ):

В индивидуальном задании, недостающие отсчеты промежуточных точек на установках 3 , 5 и 7 следует принять из расчета:

ПК186+50	1410 + 10 мм×N
ПК187	1280 + 10 мм×N
ПК187+50	1090 + 5 мм×N
ПК190+50	960 + 10 мм×N
ПК191	1100 + 10 мм×N
ПК191+50	1240 + 10 мм×N
ПК194+50	2030 – 5 мм×N
ПК195	1830 – 10 мм×N
ПК195+50	1640 – 5 мм×N ,

где N – номер варианта.

Пример: для варианта N=5, для ПК186+50 отсчет равен 1410 + 10×5=1460 мм.

Таблица 5

**Отметки исходных реперов 1521 и 1522 для нивелирования 8-го пути ст. Царское**

№ вариантов	H <sub>рп</sub> 1521	H <sub>рп</sub> 1522
1	149,541	151,705
2	150,541	152,603
3	151,541	153,699
4	152,541	154,609
5	153,541	155,693
6	154,541	156,615
7	155,541	157,687
8	156,541	158,621
9	157,541	159,681
10	158,541	160,627
11	159,541	161,675
12	160,541	162,633
13	161,541	163,669
14	162,541	164,639
15	163,541	165,663
16	164,541	166,645
17	165,541	167,651
18	166,541	168,648
19	167,541	169,660
20	168,541	170,642
21	169,541	171,666
22	170,541	172,636
23	171,541	173,672
24	172,541	174,630
25	173,541	175,678
26	174,541	176,624
27	175,541	177,684
28	176,541	178,618
29	177,541	179,690
30	178,541	180,612
31	179,541	181,696
32	180,541	182,606
33	181,541	183,702
34	182,541	184,600
35	183,541	185,708
36	184,541	186,711



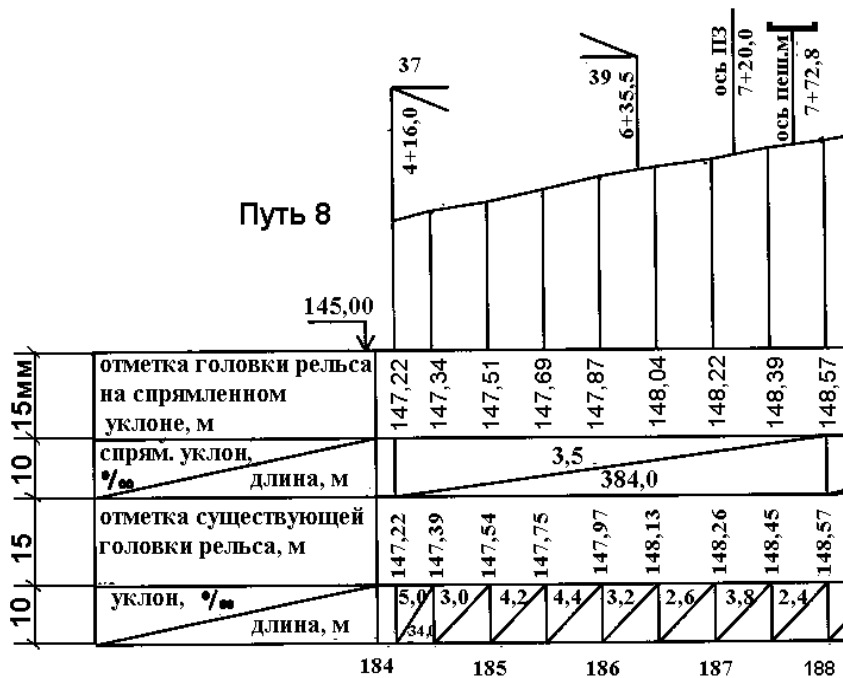
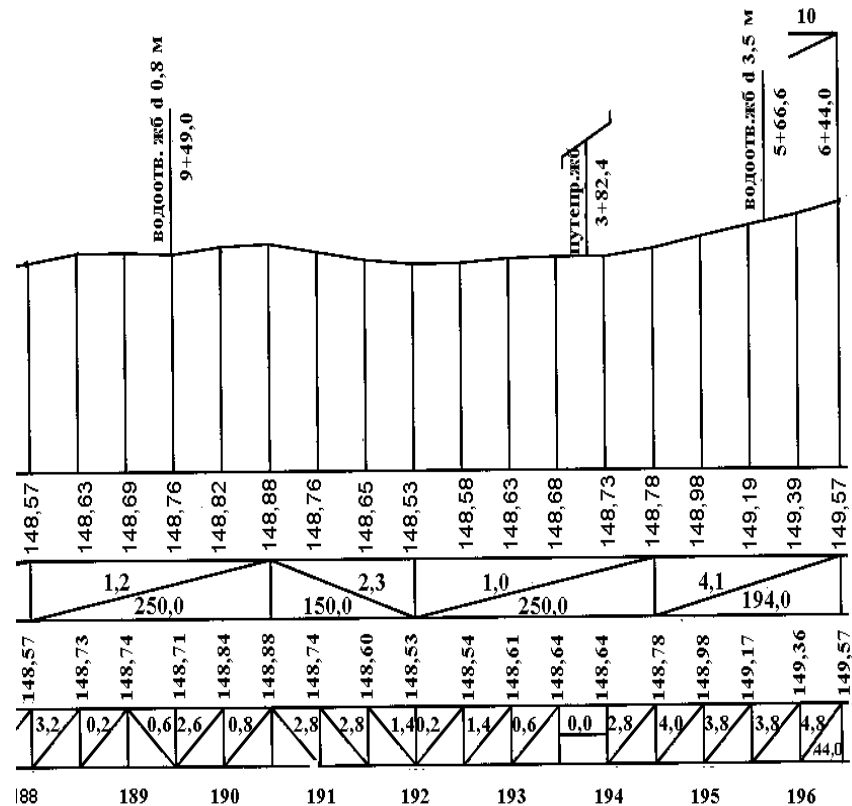


Рис. 5. Профиль 8-го прямо-отправочного



Масштабы: горизонтальный 1:5000  
 вертикальный 1:100

Работу выполнил:  
 Работу принял:

пути ст. Царское

где  $S$  – длина участка.

Отметки точек на спрямленном уклоне рассчитываются по формуле

$$H_i = H_{\text{нач}} + i_{\text{спрям}} \times S_i ,$$

где  $S_i$  – расстояние от начала участка до рассчитываемой точки.

Согласно требованиям на железных дорогах уклоны на приемоотправочных путях, на любом участке не должны превышать 2,5‰ . Идеальный профиль приемоотправочного пути – либо горизонтальная площадка , либо вида неглубокого “корыта”. В случае допустимых уклонов состав можно удерживать башмаками. В противном случае, состав должен держаться локомотивом . Так, в нашем примере, имеются участки с большими уклонами 3,5‰ и 4,1‰ , к тому же, в одну сторону. Это может вызвать уход состава влево, на стрелку 37, т.е. создать аварийную ситуацию. В этом случае длинный состав требуется держать локомотивом, а короткий можно разместить на участке от ПК188+50 до ПК194 и удерживать башмаками.

2.4.6. Над ломанной линией профиля, на высоте 25 мм, соответствующими условными знаками (см. рис.5) показываются пересекающие путь искусственные сооружения. Пикетаж сооружений дан на рис.3.

Как завершение этой расчетно-графической работы, профилю дается название, указываются масштабы, исполнитель, преподаватель и вычерчивается рамка.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Теодолитная съемка	
1.1 Общие положения.....	3
1.2 Вычисление координат точек теодолитного хода.....	12
1.3 Составление плана теодолитной съемки.....	16
2. Нивелирование пути ж.д. станции.	
2.1 Общие положения. Схема станционного пути.....	17
2.2 Нивелирование по пикетажу.....	17
2.3 Обработка ведомости нивелирования и вычисления отметок пути.....	20
2.4 Построения профиля 8-го пути.....	30

**Ведомость вычисления отметок головки рельса**

№ станций	Нивелируемые точки	Отсчеты по связующим точкам	Отсчеты на промежуточные точки	Превышения, мм	Превышения средние, мм
1	2	3	4	5	6
1	Рп 1521	0151			
		4833		-1321	+3
				-1325	-1323
	сп 37	1472			
		6158			
2	сп 37	1729			
		6412			
	ПК184+50		1558	+0745	+3
	ПК185		1413	+0745	+0745
	ПК185+50		1201		
	ПК186	0984			
		5667			
3	ПК186	1572			
		6255			
	ПК186+50		1416	+0600	+3
	ПК187		1287	+0602	+0601
	ПК187+50		1091		
	ПК188	0972			
		5653			

Таблица 4

**8-го приемо-отправочного пути ст. Царское**

Исправленные превышения	Отметки связующих точек, Н <sub>м</sub>	ГИ, м	Отметки промежуточных точек, Н <sub>м</sub>	Нивелируемые точки
7	8	9	10	11
	148,541			Рп 1521
-1320				
	147,221			сп 37
	147,221	148,950		сп37
			147,394	ПК184+50
+0748		148,952	147,539	ПК185
			147,751	ПК185+50
	147,969	148,953		ПК186
	147,969	149,541		ПК186
			148,127	ПК186+50
+0604		149,543	148,256	ПК187
			148,452	ПК187+50
	148,573	149,545		ПК188



1	2	3	4	5	6
4	ПК188	1430			
		6115			
	ПК188+50		1274		
	ПК189		1268	+0261	+3
	ПК189+50		1296	+0262	+0262
5	ПК190	1169			
		5853			
	ПК190	1004			
		5686			
	ПК190+50		0966		
	ПК191		1102	-0310	+3
6	ПК191+50		1240	-0312	-0311
	ПК192	1314			
		5998			
	ПК192	1389			
		6073			
6	ПК192+50		1378		
	ПК193		1311	+0105	+3
	ПК193+50		1281	+0108	+0106
	ПК194	1284			
		5965			

Продолжение таблицы 4

7	8	9	10	11
	148,573	150,003		ПК188
			148,731	ПК188+50
		150,005	148,737	ПК189
+0265			148,709	ПК189+50
	148,838	150,007		ПК190
	148,838	149,842		ПК190
			148,877	ПК190+50
		149,843	148,741	ПК191
-0308			148,603	ПК191+50
	148,530	149,844		ПК192
	148,530	149,919		ПК192
			148,543	ПК192+50
+0109			148,610	ПК193
			148,640	ПК193+50
	148,639	149,923		ПК194

1	2	3	4	5	6
7	ПК194	2177			
		6861			
	ПК194+50		2034		
	ПК195		1836	+0928	+3
	ПК195+50		1646	+0931	+0930
	ПК196		1462		
	сп 10	1249			
	5930				
8	сп 10	1528			
		6215		+1103	+4
				+1105	+1104
	Рп 1522	0425			
		5110			

$$\Sigma_{h, np} = +2114$$

$$\Sigma_{h, r} = +2139$$

$$f_h = -25$$

$$f_{h, доп} = 50 \text{ мм} \sqrt{L} \text{ км} = 60 \text{ мм}$$

$$L = 1,5 \text{ км}$$

Продолжение таблицы 4

7	8	9	10	11
	148,639	150,816		ПК194
			148,784	ПК194+50
			148,982	ПК195
+0933		150,818	149,172	ПК195+50
			149,356	ПК196
	149,572	150,821		сп 10
	149,572			сп 10
+1108				
	150,680			Рп 1522

$$\Sigma_{h, исп} = +2139$$

Учебно-методическое издание

Станислав Ильич Матвеев  
Георгий Георгиевич Незнакомов  
Мария Николаевна Садакова

**Геодезические работы на станционных путях**

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине  
“Инженерная геодезия” для студентов специальности 2401 “Организация  
перевозок и управления на железнодорожном транспорте”.

---

Подписано к печати

Формат 60x84 1/16

Усл. печ. л.

Тираж

Изд.

Зак.

---

101475, А – 55, Москва, ул. Образцова, 15  
Типография МИИТ