

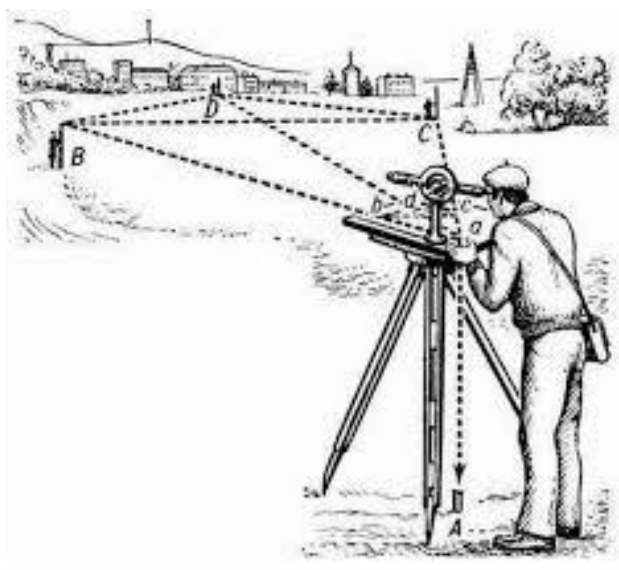
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»
Кафедра «Природообустройства и водопользования»

БАЙДАКОВА Е.В.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к выполнению практических работ
для студентов очной и заочной форм обучения по направлению:
природообустройство и водопользование, землеустройство и кадастры



Брянск 2025

УДК 528 (076)
ББК 38.115
Б 18

Байдакова, Е. В. **Инженерная геодезия:** учебно-методическое пособие к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения по направлению: природообустройство и водопользование, землеустройство и кадастры / Е. В. Байдакова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2025. – 30 с.

Даны методические рекомендации к выполнению практических работ по курсу «Инженерная геодезия». Для студентов очной и заочной форм обучения.

Рецензенты:

д.т.н., доцент кафедры Природообустройства и водопользования Василенков С.В. (ФГБОУ ВО Брянский ГАУ),

зав. кафедрой автоматики, физики и математики, к.т.н., доцент Безик В.А. (ФГБОУ ВО Брянский ГАУ).

Рекомендовано к изданию на заседании учебно-методической комиссии института энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол №4 от 30 января 2025 года.

© Брянский ГАУ., 2025

© Байдакова Е.В., 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Исходные данные	4
1. Вводная часть	7
2. Содержание дисциплины	8
3. Рекомендуемая литература	11
4. Контрольные работы	12
Расчетно–графическая №1	12
Расчетно–графическая №2	13
Расчетно–графическая №3	19
Расчетно–графическая №4	21
Расчетно–графическая №5	23
Заключение	29

Исходные данные

Таблица 1

№ варианта	Дирекционный угол α_{1-2}	Прямоугольные координаты, м.		Отметка Rp1.,м	Размеры здания на плане
		X ₁	Y ₁		
01	57°10′	8188,0	6143,50	80	36x24
02	58°20′	8187,20	6147,00	81	36x12
03	59°30′	8186,20	6151,30	82	36x24
04	60°40′	8185,00	6155,00	83	36x12
05	61°50′	8184,00	6158,30	84	36x24
06	63°00′	8182,50	6162,00	85	36x12
07	64°10′	8181,00	6165,70	86	36x24
08	65°20′	8180,00	6170,00	87	36x12
09	66°30′	8178,50	6176,70	88	36x24
10	67°40′	8177,00	6180,40	89	36x12
11	68°50′	8175,00	6184,00	90	36x24
12	70°00′	8173,50	6187,70	91	36x12
13	71°10′	8172,00	6191,00	92	36x24
14	72°20′	8170,30	6194,20	93	36x12
15	71°30′	8168,00	6198,00	94	36x24
16	74°40′	8166,00	6201,00	95	36x12
17	75°50′	8164,00	6204,50	96	36x24
18	77°00′	8162,00	6208,00	97	36x12
19	78°10′	8160,00	6211,00	98	36x24
20	79°20′	8157,50	6214,00	99	36x12
21	80°30′	8155,50	6217,50	100	36x24
22	81°40′	8153,20	6220,30	101	36x12
23	82°50′	8150,50	6223,30	102	36x24
24	84°00′	8148,00	6226,70	103	36x12
25	85°10′	8145,50	6229,30	104	36x24
26	86°20′	8143,00	6232,50	105	36x12
27	87°30′	8140,00	6235,00	106	36x24
28	88°40′	8137,70	6238,20	107	36x12
29	89°50′	8135,00	6241,00	108	36x24
30	91°00′	8132,00	6243,50	109	36x12
31	92°10′	8129,00	6246,00	110	36x24
32	93°20′	8126,00	6248,20	111	36x12
33	94°30′	8123,00	6250,70	112	36x24
34	95°40′	8120,20	6253,50	113	36x12
35	96°50′	8116,70	6256,00	114	36x24
36	98°00′	8114,00	6258,20	115	36x12
37	99°10′	8110,50	6260,00	116	36x24

Таблица 1 (продолжение)

38	100°20′	8107,50	6262,50	117	36x12
39	101°30′	8104,00	6264,30	118	36x24
40	102°40′	8101,00	6266,20	119	36x12
41	103°50′	8097,50	6268,50	120	36x24
42	105°00′	8093,70	6270,50	121	36x12
43	106°10′	8090,70	6272,00	122	36x24
44	107°20′	8087,30	6274,00	123	36x12
45	108°30′	8083,70	6275,70	124	36x24
46	109°40′	8079,70	6277,00	125	36x12
47	110°50′	8076,50	6278,50	126	36x24
48	112°00′	8073,00	6280,00	127	36x12
49	113°10′	8069,00	6281,70	128	36x24
50	114°20′	8065,20	6280,00	129	36x12

Примечание: Номер варианта взять по двум последним цифрам шифра зачетной книжки.

Таблица 1

№ варианта	α_{11-12}	α_{18-19}	X _{18,м}	Y _{18,м}	H _{12,м}	H _{18,м}
51	116°40′	105°38′	8057,20	6284,00	38,055	37,320
52	117°50′	106°48′	8054,00	6285,00	38,408	37,640
53	119°00′	107°58′	8050,20	6286,00	38,762	38,000
54	120°10′	109°08′	8046,50	6287,00	39,116	38,350
55	121°20′	110°18′	8043,00	6288,00	39,470	38,740
56	122°30′	111°28′	8039,20	6289,00	39,824	39,060
57	123°40′	112°38′	8035,00	6289,50	40,178	39,440
58	124°50′	113°48′	8031,00	6290,50	40,532	39,760
59	126°00′	114°58′	8027,50	6290,70	40,888	40,150
60	127°10′	116°08′	8023,50	6291,50	41,240	40,480
61	128°20′	117°18′	8019,50	6292,00	41,594	40,880
62	129°30′	118°28′	8015,50	6292,00	41,948	41,180
63	130°40′	119°38′	8012,00	6292,30	42,302	41,570
64	131°50′	120°48′	8008,00	6293,00	42,656	41,920
65	133°00′	121°58′	8004,00	6293,00	43,010	42,270
66	134°10′	123°08′	8000,20	6293,00	43,364	42,600
67	135°20′	124°18′	7996,20	6293,00	43,718	42,980
68	136°30′	125°28′	7992,00	6293,00	44,072	43,300
69	137°40′	126°38′	7988,00	6292,70	44,426	43,660
70	138°50′	127°48′	7984,00	6292,00	44,780	44,020
71	140°00′	128°58′	7980,50	6292,00	45,134	44,400
72	141°10′	130°08′	7976,70	6291,20	45,488	44,750
73	142°20′	131°18′	7972,30	6291,00	45,842	45,080

Таблица 1 (продолжение)

74	143 ⁰ 30′	132 ⁰ 28′	7968,50	6290,50	46,196	45,460
75	144 ⁰ 40′	133 ⁰ 38′	7965,00	6289,50	46,550	45,810
76	145 ⁰ 50′	134 ⁰ 48′	7961,20	6289,00	46,904	46,140
77	147 ⁰ 00′	135 ⁰ 58′	7957,00	6287,80	47,258	46,500
78	148 ⁰ 10′	137 ⁰ 08′	7953,50	6287,00	47,612	46,880
79	149 ⁰ 20′	138 ⁰ 18′	7949,30	6286,00	47,966	47,200
80	150 ⁰ 30′	139 ⁰ 28′	7946,00	6285,00	48,320	47,580
81	151 ⁰ 40′	140 ⁰ 38′	7942,20	6283,70	48,674	47,940
82	152 ⁰ 50′	141 ⁰ 48′	7938,00	6283,00	49,028	48,290
83	154 ⁰ 00′	142 ⁰ 58′	7934,30	6281,70	49,382	48,650
84	155 ⁰ 10′	144 ⁰ 08′	7931,00	6280,20	49,736	48,970
85	156 ⁰ 20′	145 ⁰ 18′	7927,00	6278,50	50,090	49,350
86	157 ⁰ 30′	146 ⁰ 28′	7923,50	6277,00	50,444	49,680
87	158 ⁰ 40′	147 ⁰ 38′	7919,70	6275,70	50,798	50,030
88	159 ⁰ 50′	148 ⁰ 48′	7916,50	6274,00	51,152	50,415
89	161 ⁰ 00′	149 ⁰ 58′	7913,00	6272,00	51,506	50,740
90	162 ⁰ 10′	151 ⁰ 08′	7909,50	6270,00	51,860	51,120
91	163 ⁰ 20′	152 ⁰ 18′	7905,70	6268,50	52,214	51,450
92	164 ⁰ 30′	153 ⁰ 28′	7902,70	6266,70	52,568	51,830
93	165 ⁰ 40′	154 ⁰ 38′	7899,00	6264,20	52,922	52,160
94	166 ⁰ 50′	155 ⁰ 48′	7896,00	6260,00	53,276	52,540
95	168 ⁰ 00′	156 ⁰ 58′	7892,30	6262,50	53,630	52,900
96	169 ⁰ 10′	158 ⁰ 08′	7889,50	6258,20	53,984	53,250
97	170 ⁰ 20′	159 ⁰ 18′	7886,00	6256,00	54,338	53,600
98	171 ⁰ 30′	160 ⁰ 28′	7883,20	6253,50	54,692	53,930
99	172 ⁰ 40′	161 ⁰ 38′	7880,00	6251,20	55,046	54,280

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Целью данного курса является приобретение студентами знаний, необходимых для проведения геодезических работ при топографических съёмках местности, выполнения работ при топо - геодезических изысканиях и решения инженерных задач геодезическими методами.

Задачей курса является приобретение студентами навыков проведения геодезических измерений с помощью геодезических приборов, проведения полевых геодезических работ, обработки полученных данных, составления топографических планов и профилей, а также владение методами решения различных инженерных задач геодезическими методами.

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- геодезические приборы, их поверки и исследования;
- методы нивелирования;
- плановые и высотные геодезические сети;
- приемы топографических съёмок, разбивочных работ, наблюдений за деформациями сооружений;
- теоретические основы выполнения геодезических работ;
- методику производства геодезических измерений;

уметь:

- решать инженерные задачи по топографическим планам и картам;
- производить геодезические измерения на местности и оценивать их точность;
- использовать топографо-геодезическую и картографическую информацию при решении задач природопользования;
- решать инженерные задачи геодезическими способами.

владеть:

- методами производства работ при топографической съёмке местности
- навыками создания планово-высотных сетей;
- методами производства топографических съёмок.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИН

а) Инженерная геодезия

1. Общие сведения

Геодезии – одна из наук о Земле. Научные и практические задачи геодезии. Системы координат, применяемые в геодезии. Ориентирование линий. Истинный (географический) и магнитный азимуты. Дирекционный угол, румб и связи между ними. Понятие о карте, плане и профиле. Масштаб, точность масштаба.

2. Топографические планы и карты

Назначение и содержание топографических карт. Изображение рельефа с помощью горизонталей. Основные формы рельефа. Уклон, высота сечения рельефа, заложение. Способы измерения площадей по карте.

3. Нивелирование

Виды нивелирования. Классификация нивелиров. Нивелир с цилиндрическим уровнем НЗ. Способы геометрического нивелирования. Поверки нивелиров. Главное геометрическое условие нивелира. Нивелирный ход. Репера и марки. Определение отметок точек через измеренные превышения и через горизонт прибора ГП. Техническое нивелирование. Назначение. Методика работы. Построение профиля. Проектирование по профилю. Нивелирование по квадратам. Полевые работы. Вычисление отметок вершин квадратов. Построение плана с горизонталями. Вертикальная планировка рельефа. Проектирование горизонтальной площадки. Составление картограммы земляных работ. Подсчет объёма земляных работ.

4. Угловые измерения

Классификация теодолитов. Теодолит 2ТЗ0П. Устройство теодолита. Основные оси и части теодолита. Поверки. Методика измерения горизонтальных и вертикальных углов. Полевой контроль. Точность измерения углов.

5. Линейные измерения.

Способы измерения длин линий: нитяной дальномер, стальная рулетка, светодальномер. Точность измерений.

6. Плановые геодезические сети

Прямая и обратная геодезические задачи. Методы создания плановых геодезических сетей: триангуляция, трилатерация, полигонометрия. Государственная геодезическая сеть (ГГС), сети сгущения, съёмочные и разбивочные сети. Теодолитный ход. Назначение и виды теодолитных ходов. Полевые и камеральные работы при проложении теодолитного хода.

7. Топографические съёмки

Тахеометрическая съёмка. Полевые и вычислительные работы. Составление плана с горизонталями. Понятие о мензульной съёмке. Аэрофототопографическая съёмка. Виды съёмок. Полевые работы. Дешифрирование аэрофотоснимков. Понятие о космической съёмке.

8. Геодезические разбивочные работы

Назначение разбивочных работ. Понятие о графическом и аналитическом методах подготовки разбивочных данных. Вынос на местность проектного угла, проектного расстояния, проектной отметки, линии с заданным уклоном.

9. Современные методы в геодезии

Использование электронных тахеометров и специальных геодезических программ. Составление цифровых карт местности и рельефа. Определение координат и высот точек на местности по наблюдениям искусственных спутников Земли.

б) Геодезические работы в строительстве

1. Основные сведения о геодезических работах в строительстве.

Геодезические работы при проектировании проектных и проектно-изыскательских работах. Вынос проекта в натуру. Геодезические работы при производстве строительных работ. Геодезический контроль качества. Исполнительная съёмка.

2. Элементы геодезических разбивочных работ при выносе в натуру строительных проектов.

Геодезические приборы и инструменты. Построение проектных: угла, от-

резка, отметок, уклонов, створов и пр. Подготовка исходных данных. Разбивочные чертежи.

3. Инженерно-геодезические сети обоснования.

Сети высотного и плотового обоснования на строительных объектах. Много разрезные плановые сети. Строительные сетки.

4. Геодезические работы при производстве строительных работ.

Разбивка осей зданий и сооружений. Разбивка котлованов. Разбивочные работы при монтаже оборудования и строительных конструкций ГТС.

5. Геодезические работы при строительстве линейных сооружений.

Геодезические работы при строительстве: каналов, трубопроводов, дороги и пр. Детальная разбивка круговых кривых.

6. Геодезический контроль качества при производстве работ водохозяйственного строительства.

Земляные плотины, приплотинные сооружения, насосные станции, каналы, трубопроводы, дороги. Лазерные системы автоматизированного контроля.

7. Исполнительная съемка.

Геодезическое обоснование исполнительных съемок. Основы паспортизации строительных объектов. Применение аэрофотосъемки при проведении исполнительной съемки. Составление исполнительных чертежей.

3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

а) основная

1. Булгаков Н.П., Рывина Е.М., Федотов Г.А. Прикладная геодезия. М.: Недра, 1990.
2. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия. М.: Недра, 1994.
3. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам / под ред. В.Д. Большакова и Г.П. Левчука. М.: Недра, 1980.
4. Справочник по геодезическим разбивочным работам / Г.В. Багратуни, В.Ф. Лукьянов др. М.: Недра, 1982.

б) дополнительная

1. Справочник геодезиста. В 2-х кн. / под ред. В.Д. Большакова и Г.П. Левчука. М.: Недра, 1985.
2. Руководство по топографическим съёмкам в масштабах 1:5000 ... 1:500. Полевые работы. Недра, 1986.
3. Руководство по топографическим съёмкам в масштабах 1:5000 ... 1:500. Наземные съёмки. Недра, 1987.
4. СНиП 1.02.07-87. Инженерные изыскания для строительства.
5. ВСН 33 -2.1 -01 - 83. Инженерно-геодезические изыскания для мелиоративного строительства.
6. Эталон состава и оформления технического отчета по инженерно-геодезическим изысканиям. М.: Союзводпроект, 1990.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Целью настоящих заданий к расчетно-графическим и практическим работам является углубление знаний и навыков, полученных на первом этапе изучения курса "Инженерная геодезия" Приведены краткие методические указания для выполнения работ.

Полевые материалы, используемые в заданиях к выполнению РГР собраны с использованием следующих геодезических инструментов: нивелир Н-3, теодолит 2Т-30, землемерная лента ЛЗ-20, рейки нивелирные РН-3, ориентир-буссоль.

РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Составление горизонтального плана участка местности

В задании требуется вычислить координаты точек теодолитного хода и составить горизонтальный план участка местности в масштабе 1:1000 Для этого на местности произведены геодезические измерения по горизонтальной съемке участка, а именно: проложен теодолитный ход, являющийся съёмочным обоснованием, измерены теодолитом 2ТЗО способом приемов горизонтальные углы и стальной мерной лентой ЛЗ-20 длины сторон с относительной ошибкой 1:2000. Произведена горизонтальная съемка (рис. 1).

Для выполнения задания начальный дирекционный угол α_{1-2} и прямоугольные координаты точки 1 выдаются студенту преподавателем.

I. Исходные данные

- 1) измеренные углы и длины линий теодолитного хода (табл. 1)
- 2) абрис (рис. 1)
- 3) дирекционный угол линии 1-2 и прямоугольные координаты точки 1.

Работа выполняется на листе чертежной бумаги формата А3, вычисления - в тетради

РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Геодезические расчеты при проектировании вертикальной планировки, составление картограммы земляных работ

Задача вертикальной планировки - преобразование существующей физической топографической поверхности. Одним из важнейших элементов проекта является проектирование горизонтальных площадок и площадок, наклоненных к горизонту под заданным уклоном.

В нашем случае требуется запроектировать горизонтальную площадку и произвести вычисления фактических отметок по результатам нивелирования, проектной отметки площадки рабочих отметок, построить картограмму земляных работ, вычислить объемы насыпи и выемки

Для этой цели даны полевые материалы разбитой и нивелированной площадки методом по квадратам со стороной 20 м., которая базируется на линии 2-3 теодолитного хода, проложенного для съемки участка местности в задании 1.

I. Исходные данные

- 1) журнал нивелирования станций теодолитного хода (табл. 2)
- 2) схема разбивки и нивелирования вершин квадратов (рис. 2)
- 3) журнал нивелирования вершин квадратов (табл. 3)
- 4) отметки точек 2 и 3 (табл. 2)

II. Порядок выполнения

На первом этапе выполнения работы необходимо вычислить отметки точек теодолитного хода. Исходные данные выписываются из табл. 2. Отметка точки 1 выдается преподавателем каждому студенту индивидуально.

Основные вычислительные формулы, используемые для обработки журнала нивелирования теодолитного хода приведены в [1]. Далее вычисляют отметки вершин квадратов по формулам как вычисление отметок промежуточных точек.

Нивелирование вершин квадратов произведено с одной станции. Исходной начальной отметкой является отметка точки 2, а конечной - точки 3.

Для вертикальной планировки участка с составлением картограммы земляных работ необходимо на листе чертежной бумаги формата А3 построить с масштабе 1:1000 соответственно рис. 2 сетку квадратов со стороной 20м. На план строительного участка нанести сетку квадратов с выписанными отметками вершин и построить план в горизонталях, с высотой сечения рельефа 0,5 м.

Результаты вычислений объемов земляных работ выполнять в ведомости.

Таблица 1 - Ведомость вычисления координат точек теодолитного хода

№	Измеренные углы	Исправленные углы	Дирекционные углы	Румбы	Длина линий	Приращение координат				Координаты	
						вычисленные	исправленные				
1											
2	9904,0										
3	68463										
4	7028,1										
5	12140,1										

Таблица 2 - Журнал нивелирования точек теодолитного хода

№	№ точек	Отчеты по рейке		Превышения, мм					Отметки точек, м
		задние	передние	вычисленные		средние		исправленные	
				+	-	+	-		
I	Rp1	1425 6108							
	1		0781 5466						
II	1	2477 7159							
	2		1110 5794						
III	2	2643 7325							
	3		0733 5417						
IV	3	0425 5113							
	4		1991 6677						
V	4	0427 5112							
	5		2789 7474						

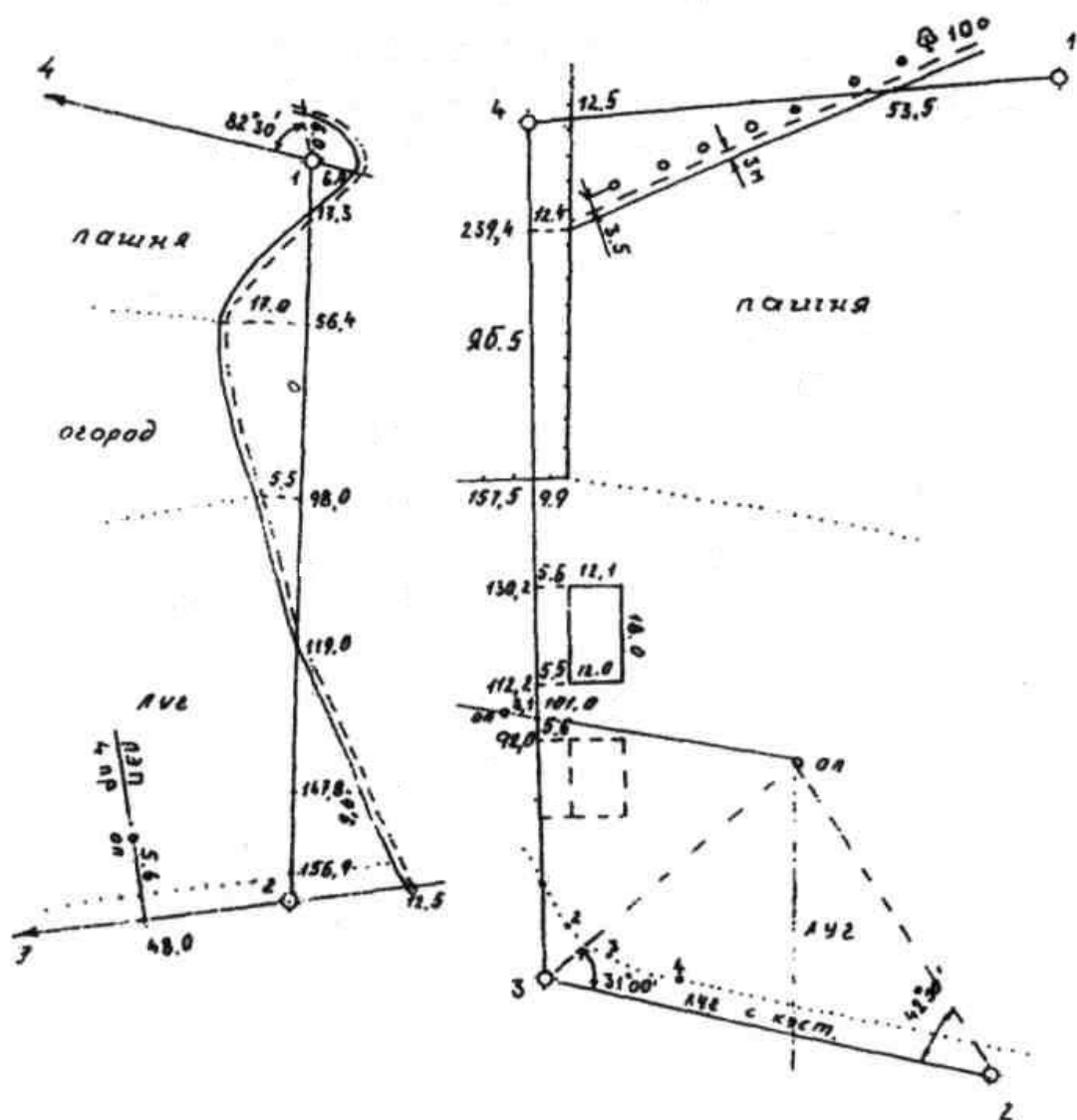
Таблица 3 - Журнал нивелирования по квадратам

№ стан-ции	№ точ-ки	Отсчеты по рейке			Превышения, мм			Горизонт инстру-мента, м.	От-метки точек, м.
		зад-ние	перед-ние	про-меж.	вы-чесл.	сред-ние	исправлен-ные		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ст.2		2293 6977							
	1			2251					
	2			2472					
	3			2734					
	4			3010					
	5			3396					
	6			3640					
	7			3821					
	8			4290					
	9			1933					
	10			2194					
	11			2540					
	12			2724					
	13			3000					
	14			3282					
	15			3614					
	16			3783					
	17			1540					
	18			1852					
	19			2162					
	20			2461					
	21			2644					
	22			2851					
	23			3133					
	24			3350					
	25			1144					
	26			1392					
	27			1724					
	28			2001					

Продолжение таблицы 3

Журнал нивелирования по квадратам

№ стан-ции	№ точ-ки	Отсчеты по рейке			Превышения, мм			Горизонт инстру-мента, м.	От-метки точек, м.
		зад-ние	перед-ние	про-меж.	вы-чесл.	сред-ние	исправлен-ные		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ст.2									
	29			2212					
	30			2751					
	31			2870					
	32			3131					
	33			0932					
	34			1221					
	35			1500					
	36			1801					
	37			2123					
	38			0591					
	39			0874					
	40			1073					
	41			1421					
	42			1733					
	43			0312					
	44			0444					
	45			0762					
	46			1145					
	47			1395					
Ст.			0386 5070						



Ст.3

№ точ.		
Ст 4	0°00'	
1	0°00'	43,5
2	17°30'	25,0
3	32°05'	19,5
4	53°00'	32,5

Рисунок 1. Абрис теодолитной съёмки

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Разбивка основных осей здания

Геодезические построения и измерения, выполняемые для определения положения зданий и коммуникаций на местности, называют перенесением проекта застройки в натуру или геодезической разбивкой основных осей.

Основными называют оси, ограничивающие общий контур (габарит) здания. Разбивку основных осей зданий производят от красных линий, от существующих зданий и с точек планового обоснования.

Задание № 3 сводится к решению двух задач:

- разбивка основных осей здания от существующей застройки;
- разбивка основных осей здания с точек планового обоснования

I. Исходные данные:

- 1) план строительного участка
- 2) положение одного из углов проектируемого здания (рис. 1)
- 3) размеры здания на плане задаются преподавателем

II. Порядок выполнения работы:

Привязку строящегося здания осуществляют путем определения расстояний до ближайшего капитального сооружения. Расстояния определяют по плану строительного участка, используя измеритель и масштабную линейку. По полученным результатам составляют разбивочный чертеж, на который наносят основные оси строящегося здания, существующие капитальные строения, расстояния для контроля, размерено основным осям и диагональ прямоугольника осей. При разбивках осей необходимо учесть расстояния от контура строящегося здания до его осей. В настоящем задании эти величины равны: для поперечных осей 150мм, для продольных – 100 мм.

Для выполнения второй части задания используют ведомость вычисления координат теодолитного хода. Подготовку начинают с расчета координат точек пересечения основных осей.

Выбирают наибольшую сторону здания, графически определяют на плане координаты угла здания, ближайшего к точке теодолитного хода и дирекционный

угол выбранной стороны. За окончательное значение дирекционного угла принимают среднее $a = (a_{np} + a_{обр} \pm 180^0) / 2$, где $a_{np.}$ и $a_{обр.}$ - дирекционные углы соответственно в прямом и обратном направлениях. Координаты точки и дирекционный угол выписывают в ведомость вычисления координат. Длины сторон и внутренние углы β здания берут с плана.

При вычислении координат контур здания удобнее обходить по часовой стрелке, тогда директивный угол следующей стороны вычисляют по формуле $a_{i+1} = a_i + a_\beta$. Вычисления выполняют как в теодолитном ходе, только вместо невязок в приращениях координат может появиться погрешность округления в 0,01 м. Эту величину с противоположным знаком вводят в наибольшее по абсолютной величине приращения.

Точки пересечения осей в углах зданий переносят в натуру полярным способом. Для определения полярных углов и расстояний по намеченным точкам решают обратные геодезические задачи. Разбивочный чертеж выполняется на листе ватмана А 4 в масштабе 1:500.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Разбивка контура котлована

При разбивке котлована закрепляют на местности нижний контур и верхнюю бровку (линию нулевых работ).

I. Исходные данные:

- 1) план строительного участка
- 2) контур фундамента, задаваемый преподавателем
- 3) проектная отметка $H_{пр}$, дна котлована, крутизна откоса $K=1/m$ и ширина пазух 1.

II. Порядок выполнения работы

Пример выполнения работы приведен на рис. 3.

Вокруг здания на расстоянии, равном ширине пазух, закрепляют контур нижнего очертания котлована 1,2,3,4.

Обычно ширину пазух принимают равной 0,5-2 м. После этого приступают к нанесению на план верхней бровки 1, 2, ..., 8. Для этого необходимо получить значения горизонтальных проложений d_1, d_2, \dots, d_8 между верхней бровкой и нижним очертанием котлована (рис. 3а). Эти значения могут быть получены графическим и графоаналитическим способом. Студентам предлагается выполнить это задание графическим способом. Для этого на миллиметровой бумаге строят вспомогательные сечения котлована в масштабе 1:100 - 1:200 (рис. 3б). Вертикальный и горизонтальный масштабы - одинаковые.

Сечения строят в следующей последовательности:

- проводят на миллиметровой бумаге нижнюю границу котлована 1-2;
- наносят положение горизонталей 105,0; 104,5; 104,0;
- из точек 1 и 2 проводят наклонные линии в соответствии с заданной крутизной откоса до пересечения с поверхностью земли;
- графически определяют горизонтальные проложения.

Аналогично строят сечения вдоль основных осей здания и получают искомые величины.

Следует иметь в виду, что крутизну откоса характеризуют дробью, в числителе

которой стоит единица, а в знаменателе - коэффициент заложения откоса $K = 1/m$. При этом $m = d/h$, где h – разность между проектной отметкой дна котлована и отметкой верхней бровки в данном сечении, d - горизонтальное проложение.

При рытье котлована, в зависимости от состава горных пород и его глубины, крутизну откосов принимают равной $1/0,5$; $1/0,75$; $1/1$; $1/1,5$; $1/2$ и т.д. Для того, чтобы построить на сечении наклонную линию с крутизной откоса $1/m$, следует отложить произвольную величину h' вверх по вертикали, проходящей через данную точку, а затем из конца этого восстановить перпендикуляр mh' , после чего соединить конец перпендикуляра с данной точкой.

На рис. 3б поясняется подобное построение откоса крутизной $1/1,5$. В точке 2 отложен по вертикали отрезок $h' = 4$ см и восстановлен перпендикуляр из точки M равный $mh' = 1,5 \cdot 4 = 6$ см. Искомую наклонную линию строим, соединяя точки N 2. Контур котлована вычерчиваем на плане строительного участка. Все дополнительные построения и расчеты выполняются на миллиметровой бумаге.

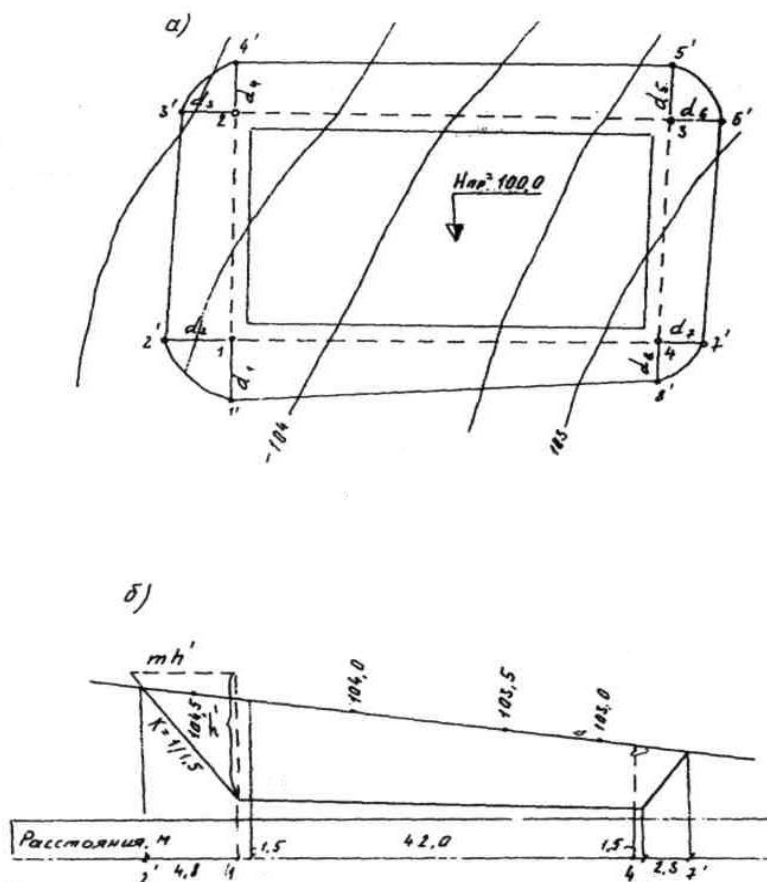


Рис. 3. Разбивка котлована

а) план б) профиль

РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Разбивка земляной плотины

Строительная разбивка земляной плотины начинается с выноса в натуру её оси, от которой затем разбивается контур основания тела, гребень и другие элементы.

Разбивка плотины осуществляется на основе план - разбивочного чертежа, для составления которого используются проектные данные по плотине и местоположению её створа (оси).

В качестве опорных геодезических точек используются реперы, располагаемые вне зоны производства строительных работ (в данном случае - по 2 шт по обоим берегам балки).

Геометрические исходные параметры, необходимые для разбивки, могут определяться как аналитически, так и графически — по плану с соблюдением нормативов требуемой точности.

Исходные данные:

1. План участка (фрагмент плана балки, рис. 4).
2. Координаты опорных геодезических точек: К, L - (рис. 4); С, Д-(табл. 4).
3. Проектное положение оси плотины - створ М—N(рис. 4).
4. Проектные параметры плотины (табл. 4).

Графическая часть работы (план - разбивочный чертёж плотины М 1:500) выполняется на соответствующем листе чертёжной бумаги, а расчётно-пояснительные материалы - в тетради или на бумаге стандартного печатного формата.

Рекомендуемые методику и порядок выполнения работы следует смотреть в приводимых ниже примерах расчётов.

Таблица 4 - Исходные данные к РГР №5

№ варианта	Координаты т. Д		Координаты т. С		Проектные данные плотины			
	У,м	Х,м	У,м	Х,м	В,м	Н _{гр} ,м	m ₁	m ₂
01	2392,5	4010	2310,0	4000	7	29,0	2,0	3,0
02	2390,0	4009	2312,5	4001	8	29,5	2,5	3,0
03	2387,5	4008	2315,0	4002	9	28,5	3,0	3,5
04	2385,0	4007	2317,5	4003	10	28,0	3,0	4,0
05	2382,5	4006	2320,0	4004	10	29,0	2,5	4,0
06	2380,0	4005	2322,5	4005	9	29,5	2,0	3,5
07	2377,5	4004	2325,0	4006	8	28,5	2,5	3,0
08	2375,0	4003	2327,5	4007	7	28,0	3,0	4,0
09	2372,5	4002	2330,0	4008	8	29,5	2,5	3,5
10	2370,0	4001	2332,5	4009	8	29,0	2,0	3,0

На топографическом плане балки реки намечают ось — створ плотины. В соответствии с техническими условиями задают отметку и ширину гребня, а также уклоны сухого и мокрого откосов плотины. По этим данным и по горизонталям плана намечают границы гребня и основания тела плотины, водосбросные каналы и другие элементы плотины.

В натуре находят положение и закрепляют столбами, кольями ось (створ) и другие элементы сооружения (рис. 4а).

Пример. На плане балки (рис. 4а) намечена ось плотины АВ. Требуется обозначить на плане контуры гребня и основания тела плотины и подготовить геодезические данные для разбивки в натуре. Ширина плотины по гребню $b=8$ м, проектная отметка гребня $H_{гр}=29$ м, уклон сухого откоса $I:m_1 = 1:2$; уклон мокрого откоса $I:m_2= 1:3$.

Угловые точки гребня а, б, в, г на плане найдены интерполированием между 28-й и 30-й горизонталями по отметкам этих точек, равным отметке гребня и его ширине. Соединив точки А, а, б, В, в, г прямыми, обозначим контур гребня.

Для обозначения контура основания тела плотины сначала намечены точки 1, 2, 3... пересечения оси плотины с горизонталями, от которых в обе стороны от оси по перпендикулярам в масштабе плана отложены расстояния, вычисленные по формулам,

$$\begin{aligned} d_{низ} &= \frac{b}{2} + m_1 h \\ d_{верх} &= \frac{b}{2} + m_2 h \end{aligned} \quad (1)$$

где m_1 и m_2 - коэффициенты сухого и мокрого откосов ($m = \text{ctg } \nu$);

$$\text{Например, } d_1 = \frac{8}{2} + (29.00 - 28.00) \cdot 2 = 6 \text{ м; } \quad d'_1 = \frac{8}{2} + (29.00 - 28.00) \cdot 3 = 7 \text{ м}$$

При значительном продольном уклоне балки для вычисления расстояний от оси до границы следует применять формулы

$$\begin{aligned} d_{низ} &= \left(\frac{b}{2} + m_1 h \right) \frac{n}{n - m_1} \\ d_{верх} &= \left(\frac{b}{2} + m_2 h \right) \frac{n}{n + m_2} \end{aligned} \quad (2)$$

где n — коэффициент уклона местности $n = l : i$.

Например,

$$\begin{aligned} d_{6'} &= \left[\left(\frac{8}{2} + 2(29,0 - 18,1) \right) \right] \frac{23}{23 - 2} = 28,2 \text{ м}; \\ d_{6''} &= \left[\left(\frac{8}{2} + 3(29,0 - 21,0) \right) \right] \frac{23}{23 + 3} = 25,2 \text{ м}; \end{aligned}$$

Полученные в результате этого точки $a, 1', 2', 3'$, а также $г, 1'', 2'', 3'', \dots$ обозначили ломаный контур тела плотины на плане (см. рис.4а).

Разбивку плотины начинают с выноса в натуру ее оси, от которой затем разбивают контур основания тела, гребень и другие элементы.

В данном примере начальную точку оси плотины предусмотрено вынести в натуру полярным способом от опорных геодезических точек C и D_1 координаты которых известны: $x_c = 4004,00$ м; $y_c = 2330,50$ м; $x_D = 4008,50$ м; $y_D = 2387,50$ м. Для этого вычислены необходимые геодезические данные.

Графически по координатной сетке плана (см. рис. 4а) по формулам с учетом деформации бумаги получены координаты точки A оси плотины:

$$x_A = 4019,79 \text{ м}; y_A = 2357,57 \text{ м}.$$

Таблица 5

№ точек	у,м	у _к -у _н ,м	х,м	х _к -х _н ,м	$tgr = \frac{y_k - y_n}{x_k - x_n}$	Румбы, ^{0/}	Длины линий, м
Д	2387,50	+57,00	4008,50	+4,5	+12,66667	СВ:85 29	57,14
С	2330,50		4004,00				
А	2357,57	+27,07	4019,79	+15,79	+1,71438	СВ:59 45	31,34
С	2330,50		4004,00				
А	2357,57		4019,79				
Д	2387,50	-29,93	4008,50	+11,29	-2,65102	СВ:69 24	32,09

Решением обратной геодезической задачи (табл. 4) вычислены румбы и длины линий CD, CA, DA.

По румбам вычислены углы β_1 и β_2

$$\beta_1 = r_{CD} - r_{CA} = 85^{\circ}29' - 57^{\circ}48' = 27^{\circ}41';$$

$$\beta_2 = 180^{\circ}00' - (r_{DA} - r_{DC}) = 180^{\circ}00' - (69^{\circ}30' + 85^{\circ}29') = 25^{\circ}01'$$

Конечную точку оси предусмотрено найти в натуре способом перпендикуляров от опорной линии KL по данным, снятым графически с плана (см. рис. 4а). Порядок выноса в натуру проектных точек полярным способом и способом перпендикуляров описан в

По створу точек А и В, в противоположных направлениях от балки, за пределами предполагаемых земляных работ закрепляют дополнительные контрольные точки М и N (см. рис. 4а).

Точки 1, 2, 3...по оси находят на местности по горизонтальным проложениям отрезков (1—2), (2—3). взятым графически с плана, при помощи ватерпаса (рис. 4в) или лентой по наклонным длинам этих отрезков, полученным по формуле

$$D = d + \frac{h^2}{2d}.$$

От осевых точек 1, 2, 3... по перпендикулярам к оси лентой откладывают отрезки d_1 и d_1' ; d_2 и d_2'' и закрепляют колышками контурные точки 1' и 1'', 2' и 2''... основания плотины. От этих точек, после снятия растительного слоя, насыпают плотину. Уклоны откосов при этом контролируют откосниками или лекалами (рис. 4б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полевые материалы, предлагаемые для вычислительной обработки и графических построений в расчетно-графических работах 1 - 4 соответствуют комплексу геодезических работ, выполняемых на производстве для проектирования и строительства промышленных и гражданских сооружений.

Задания представляют собой единое целое, что позволит в дальнейшем учебном процессе разработать и применить единую программу вычислительной обработки геодезических измерений.

Учебное издание

Елена Валентиновна Байдакова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к выполнению практических работ

для студентов очной и заочной форм обучения по направлению:
природообустройство и водопользование, землеустройство и кадастры

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 28.02.2025 г. Формат 60х84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. 1,74. Тираж 25 экз. Изд. № 7805.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ