

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт Горного дела и строительства
Кафедра Геоинженерии и кадастра

Утверждено на заседании кафедры
«Геоинженерии и кадастра»
«28» января 2021г., протокол № 1

Заведующий кафедрой



И.А. Басова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине (модулю)
«Прикладная геодезия»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
21.03.02 Землеустройство и кадастры

с направленностью (профилем)
Кадастр недвижимости

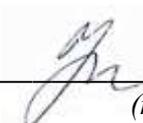
Форма(ы) обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: **210302-02-21**

Тула 2021 год

Разработчик(и) методических указаний

Устинова Е.А., доцент, канд.техн.наук
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


_____ (подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Лабораторная работа №1. Подготовка разбивочного чертежа	4
Лабораторная работа №2. Проектирование трассы автомобильной дороги.....	9
Лабораторная работа №3. Вертикальная планировка.....	17
Лабораторная работа №4. Вынос точки с проектной высотой.....	20
Лабораторная работа №5. Передача отметки на дно котлована или на монтажный горизонт.....	22
Лабораторная работа №6. Определение высоты недоступного объекта.....	24

Лабораторная работа №1 Подготовка разбивочного чертежа

Цель и задачи работы

Получить навыки в подготовке данных для построения разбивочного чертежа; научиться оформлять разбивочный чертеж.

Задание

Подготовить разбивочный чертеж для жилого дома 12х24м по основным осям, разместив его между двумя жилыми зданиями посередине. Заданы координаты углов капитальных зданий и двух пунктов полигонометрии, они (координаты) приведены на рисунке 1.

Используемое оборудование

Топографический план, масштабная линейка, калькулятор.

Исходные данные

Исходными данными являются координаты угла здания, дирекционный угол начальной стороны, координаты опорных пунктов.

Определение координат проектируемого здания

Используя координаты углов капитальных зданий т1 и т2, решим обратную геодезическую задачу (таблица 1) для определения расстояния между точками 1 и 2 и дирекционного угла линии 12.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)}; \quad d_{12} = \frac{(X_2 - X_1)}{\cos \alpha_{12}} = \frac{(Y_2 - Y_1)}{\sin \alpha_{12}} \quad \text{или} \quad d_{12} = \sqrt{(\Delta Y_{12}^2 + \Delta X_{12}^2)} \quad (1)$$

Таблица 1 Обратная геодезическая задача

Точки	X	Y	ΔX и ΔY	Tg α_{12}	α_{12}	D ₁₂
1	1307.21	2625.74	-27.57	0.45167	204°18'26"	66.98
2	1246.17	2598.17	-61.04			

По условию задачи от расстояния между точкам вычитаем размер здания и делим пополам, таким образом получим расстояние от точки 1 до точки Г1 проектируемого здания. $D_{1-Г1} = (66.98 - 12,00) / 2 = 27,49$. Дирекционный угол направления 1-Г1 равен $\alpha_{1-Г1} = 204^\circ 18' 26''$.

Вычислим координаты угловых точек проектируемого здания решая прямые геодезические задачи по направлениям 2-Г1; Г1-А1; А1-А7; А7-Г7.

Таблица 2 Вычисление координат проектируемого здания

Элементы формул	2Г1	Г1-А1	А1-А7	А7-Г7
	1-2	1-2	1-2	1-2
α_{12}	204°18'26	204°18'26	114°18'26	24°18'26"
D_{12}	27,49	12,00	24,00	12,00
X_1	1307,21	1282,16	1271,22	1261,34
$\Delta X_{12} = D_{12} \cdot \cos \alpha_{12}$	-25,05	-10,94	-9,88	10,94
$\Delta X_2 = X_1 + \Delta X_{12}$	1282,16	1271,22	1261,34	1272,28
Y_1	2625,74	2614,42	2609,48	2631,36
$\Delta Y_{12} = D_{12} \cdot \sin \alpha_{12}$	-11,32	-4,94	21,87	4,94
$\Delta Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{12}$	2614,42	2609,48	2631,36	2633,30

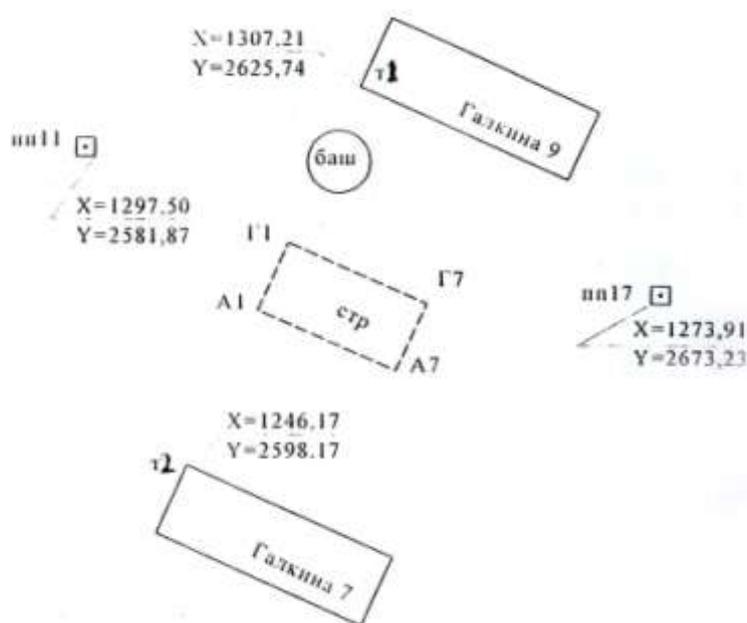


Рисунок 1- Схема расположения зданий

Схема связи между исходными и проектными точками

Схема связи основана на том, что между исходными точками т1 и т2 отсутствует прямая видимость и разбивку следует производить от пунктов полигонометрии. Точки т1 и т2 можно использовать для контрольных промеров t (рисунок 1.2).

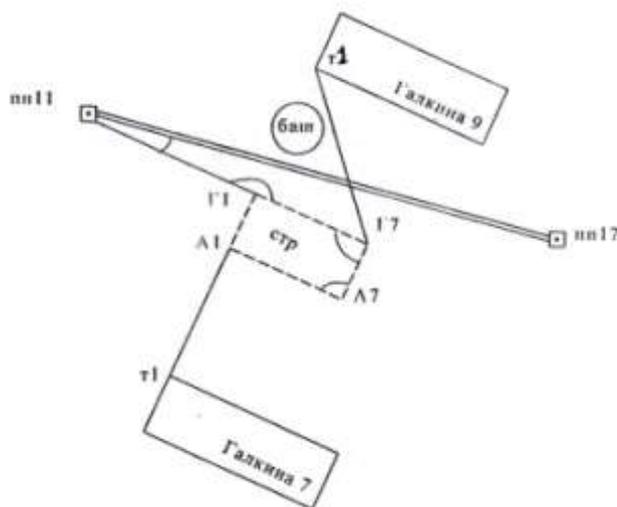


Рисунок 2 - Схема связей между исходными и проектными точками

Точка Г1 выносится полярной засечкой, в точке пп11 строится горизонтальный угол и в построенном направлении откладывается расстояние пп11-Г1. Затем в полученной на местности точке Г1 полярным способом выносится точка Г7, за ней таким же способом точки А7 и А1. Разбивка проверяется контрольными промерами Г7-т1 и А1-т2.

Решение обратных геодезических задач и определение угловых элементов разбивочного чертежа

Для составления разбивочного чертежа нужно решить обратные геодезические задачи: пп11 - пп17; пп11 - Г1; А1 - т1. Это необходимо для определения длин линий и дирекционных углов как данных для составления разбивочного чертежа.

Решение обратных геодезических задач выполняется по формулам (1).

Таблица 3 Обратные геодезические задачи

Элементы формул	пп 11–пп 17	пп 11 – Г1	Г7- – т2	А1 – т1
	1-2	1-2	1-2	1-2
X_2	1273.91	1282.16	1307.21	1246.17
X_1	1297.50	1297.5	1272.28	1271.22
$\Delta X_{12} = X_2 - X_1$	-23.59	-15.34	34.93	-25.05

Y_2	2673.23	2614.42	2625.74	2598.17
Y_1	2581.87	2581.87	2633.3	2609.48
$\Delta Y_{12} = Y_2 - Y_1$	91.36	32.55	-7.56	-11.31
$\operatorname{tg} \alpha_{12} = \Delta Y_{12} / \Delta X_{12}$	-3.87283	-1.42613	-0.21643	0.451497
r_{12}	85°31'19"	74°46'00"	12°12'44"	24°17'56"
α_{12}	104°28'41"	115°14'00"	347°47'16"	204°17'56"
$\cos \alpha_{12}$	-0.25001	-0.42631	0.97737	0.91141
$D_{12} = \Delta X_{12} / \cos \alpha_{12}$	94.36	35.98	35.74	27.48
$\sin \alpha_{12}$	0.96824	0.904579	-0.21154	0.411499
$D_{12} = \Delta Y_{12} / \sin \alpha_{12}$	94.36	35.98	35.74	27.48

Расстояния, необходимые для выноса точек проектируемого здания, берутся прямо из таблицы, а горизонтальные углы вычисляются по разностям дирекционных углов.

Вычисление угла пп 17– пп 11 – Г1:

$$\alpha_{11-17} = 104^\circ 28' 41", \alpha_{11-Г1} = 115^\circ 14' 00".$$

Искомый угол будет равен

$$\beta_{пп11} = 115^\circ 14' 00" - 104^\circ 28' 41" = 10^\circ 45' 19".$$

Вычисление угла пп 11– Г1 – Г7:

$$\alpha_{11-Г1} = 115^\circ 14' 00", \alpha_{Г1-Г7} = 114^\circ 18' 26", \alpha_{Г7-Г1} = 294^\circ 18' 26"$$

Искомый угол будет равен

$$\beta = 294^\circ 18' 26" - 115^\circ 14' 00" = 179^\circ 04' 26".$$

Полученные данные оформляются на разбивочном чертеже.

Оформление разбивочного чертежа

Разбивочный чертеж содержит геометрическую схему связей и необходимые для выноса осей проектируемого здания угловые и линейные связи, которые получаю при подготовке данных (решение прямых и обратных задач).

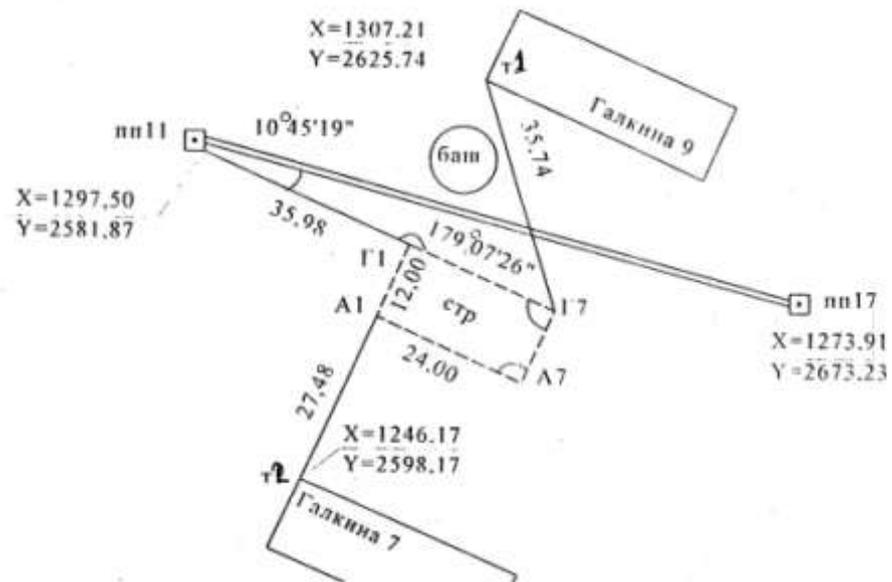


Рисунок 3 Разбивочный чертеж

Лабораторная работа №2. Проектирование трассы автомобильной дороги

Цель и задачи работы

Изучить методику обработки результатов нивелирования, порядок построения продольного профиля по результатам нивелирования; получить навыки проектирования по продольному профилю.

Используемые материалы и оборудование

Журнал технического нивелирования, пикетажная книжка, миллиметровка, линейка, калькулятор.

Исходные данные

Исходной информацией для выполнения работы служит журнал нивелирования (таблица 1) по оси трассы проектируемой автомобильной дороги и пикетажный журнал, показанный на рисунке 1. Из технических условий требуется соблюдение минимальных радиусов круговых кривых - 500 м, продольный уклон не более 20‰. Начальная проектная высота $H_{пк0} = 96,50$ м, конечная $H = 102,30$ м.

Таблица 1. Журнал нивелирования

№	Пикеты	Отсчеты			h, мм	h _{ср} , мм	V _h , мм	H _{испр} , мм	H _{гн} , м	H, м
		Задн.	Перед	Пром.						
1	Рп 117-	614	1724		-1110	-1111	1	-1110		97,548
	-пк17	5400	6512		-1112					96,438
2	пк17-	738	2718		-1980	-1978	1	-1977	97,176	96,438
	-пк19	5524	7500		-1976				97,179	94,461
	17+34			1065					97,178	96,113
	17+81,1			912						96,266
	17+85,1			889						96,289
	пк18			2365						94,813
3	пк 19-	1012	2495		-1483	-1483	1	-1482	95,473	94,461
	-пк21	5800	7283		-1483				95,474	92,979
	19+60			420					95,474	95,054
	пк20			1826						93,648
4	пк21-	2010	2215		-205	-204	1	-203	94,989	92,979
	-пк23	6798	7001		-203				94,991	92,776

	21+25			1025					94,990	93,965
	ПК22			2236						92,754
5	ПК23-	2895	215		2680	2679	1	2680	95,671	92,776
	-ПК25	7679	5001		2678				95,671	95,456
	23+25			2546					95,671	93,125
	ПК24			1023						94,648
6	ПК24-	2569	724		1845	1844	0	1844		95,456
	-РП321	7355	5512		1843					97,300
	Сумма	48394	48900		-506	-253		-248		
$\Sigma_{\text{задн}} - \Sigma_{\text{передн}} = 48394 - 48900 = -506$										
$(\Sigma_{\text{задн}} - \Sigma_{\text{передн}})/2 = (48394 - 48900)/2 = -253$										
$f = \Sigma_{\text{пр}} - \Sigma_{\text{теор}} = -253 - (97,300 - 97,548) = -253 - (-248) = -5 \text{ мм}$										
$f_{\text{доп}} = (50 \sqrt{L} \text{ км}) \text{ мм} = 50 \sqrt{1} = 50 \text{ мм. (L = 1 км)}$										

Обработка журнала нивелирования

Теоретические положения

Получив задание, студент обрабатывает журнал технического нивелирования. На каждой станции по разностям отсчетов на заднюю и переднюю рейку вычисляется превышение между связующими точками и среднее превышение (до 1 мм). Постраничный контроль вычислений состоит в том, что на каждой странице журнала выписываются внизу под соответствующими графами сумма отсчетов по задней и передней рейкам и алгебраическая сумма превышений. При этом должны точно соблюдаться условия:

$$\sum a_z - \sum b_n = \sum h_i \quad (1)$$

$$\frac{\sum h}{2} = \sum h_{cp}$$

(в пределах ошибки округления).

Если постраничный контроль подтверждает правильность вычислений, то определяется невязка нивелирного хода, проложенного между двумя реперами, отметки которых известны.

$$f_h = \sum h_{cp} - (H_k - H_n) \quad (2)$$

где H_k – отметка конечного репера;

H_n – отметка начального репера.

Допустимость невязки определяется по формуле

$$f_{h(\text{доп})} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L} \quad (3)$$

где L – длина хода, км.

Если невязка окажется менее допустимой, то ее распределяют с обратным знаком поровну между всеми измеренными превышениями, так что поправка к каждому среднему превышению при общем числе станций n

$$\Delta h = -\frac{f_h}{n} \quad (4)$$

Величину поправки округляют до целых миллиметров. Сумма всех введенных поправок должна быть равна невязке, взятой с обратным знаком:

$$\sum \Delta h = -f_h \quad (5)$$

Если число миллиметров невязки окажется меньше числа станций, то распределение невязки производится по 1 мм на часть станций, но равномерно по всему ходу.

Поправки подписываются сверху над вычисленными средними превышениями.

Распределив невязку, вычисляют отметки связующих точек хода. Отметка начального репера при этом задается, а отметки остальных точек хода вычисляют последовательно по исправленным превышениям так, что

$$H_{n+1} = H_n + h_{(n,n+1)\text{испр.}} \quad (6)$$

Правильности вычисления отметок связующих точек контролируется заданной отметкой конечной точки хода. Отметки промежуточных точек и точек поперечников вычисляются через горизонты инструмента на станциях.

Горизонтом инструмента (ГИ) на станции называется высота визирного луча нивелира над уровенной поверхностью. Горизонт инструмента равен отметке связующей точки плюс отсчет по черной стороне рейки, сделанной на этой точке. Вычитая из горизонта инструмента на станции отсчет по

чёрной стороне рейки, установленной на промежуточной точке, находят ее отметку.

Порядок выполнения работы

Превышение на станции вычисляются по формуле $h = a - b$, где a - отсчет по задней рейке, b - по передней. Так как нивелирование выполняется по черной и красной сторонам реек, то получается два превышения h_1 и h_2 , из которых вычисляется среднее при соблюдении допуска, который для технического нивелирования составляет 5 мм.

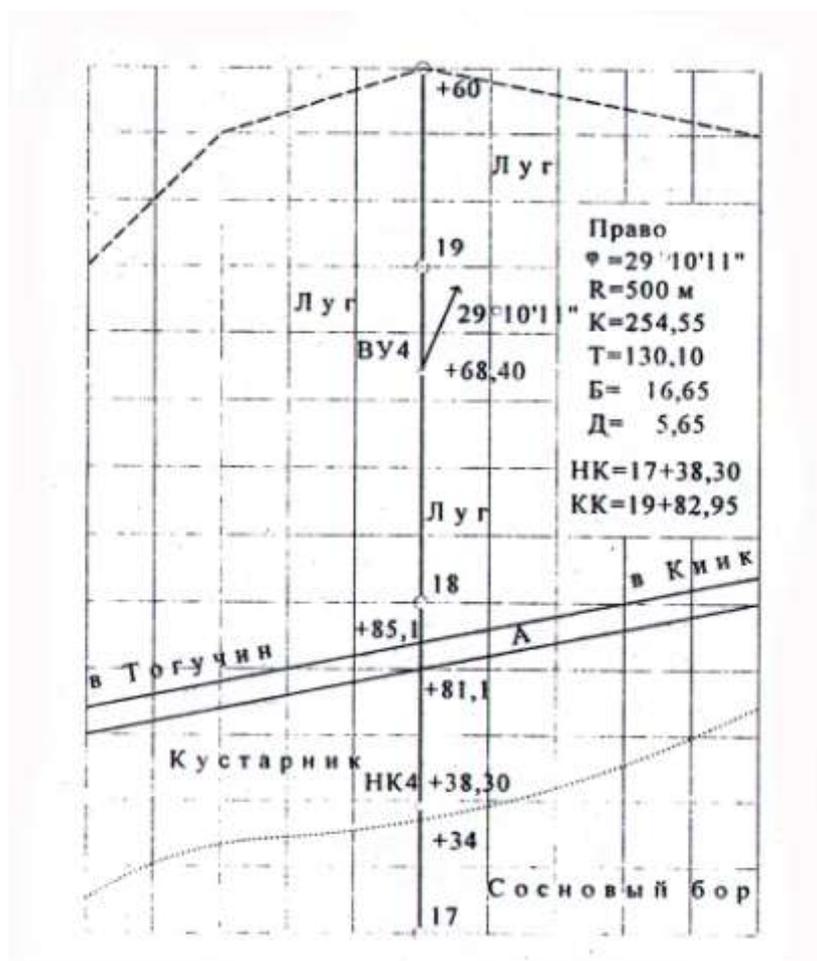


Рисунок 1 Пикетажный журнал

После выполнения измерений на странице выполняется постраничный контроль для связующих точек. Для этого вычисляется сумма задних и сумма передних отсчетов на странице $\Sigma_{\text{задн}} = 48394$ и $\Sigma_{\text{передн}} = 48900$. По правилам вычислений $\Sigma_{\text{задн}} - \Sigma_{\text{передн}} = 48394 - 48900 = -506$ мм, должна идеально совпадать с суммой превышений 506 мм. При делении эти разности на два получаем сумму средних превышений, которая может отличаться на 1-2 мм из-за ошибок округления.

Уравнивание превышений выполняется следующим образом:

- 1) вычисляется сумма измеренных превышений, в нашем журнале она равна сумме средних превышений $-\Sigma h_{\text{изм}} = \Sigma h_{\text{ср}} = -253$ мм;
- 2) вычисляется теоретическая сумма превышений, в нашем примере она равна разности конечных высот хода $h_{\text{теор}} = H_{\text{рп321}} - H_{\text{рп}} = 97,300 - 97,548 = -248$ мм;
- 3) невязка f является разностью между практическими и теоретическими суммами $f = \Sigma h_{\text{изм}} - \Sigma h_{\text{теор}} = -253 - (-248) = -5$ мм;
- 4) невязка сравнивается с допустимым значением, которое в техническом нивелировании может быть получено по формуле $f_{\text{доп}} = 50\sqrt{L}$ км = $50\sqrt{1}$ мм = 50 мм;
- 5) если невязка f меньше допуска (5 мм < 50 мм), то она распределяется с обратным знаком между измеренными превышениями;
- 6) так как в нашем случае нивелируемые отрезки трассы равны 200 м, а невязка имеет незначительную величину 5 мм на шесть станций технического нивелирования, то ее можно распределить поровну, поправки будут равны 1 мм, а в последнюю станции она равна нулю;
- 7) исправленные превышения равны $h_{\text{испр}} = h_{\text{ср}} + v_h$;
- 8) высоты последовательно получают по формуле $H_i = H_{i-1} + h_{\text{испр}}$;
($H_{\text{пк17}} = H_{\text{рп117}} + h_{\text{испр}} = 97,548 - 1,110 = 96,438$);
- 9) горизонт инструмента на второй станции нивелирования равен $H_{\text{ги}} = H_{\text{пк17}} + a = 96,438 + 0,738 = 97,176$ м, формула для контроля

вычислений $H_{ги} = H_{пк17} + b = 94,461 + 2,718 = 97,179$ м; на первой станции горизонт инструмента вычислять не нужно, так как нет промежуточных точек;

10) высоты промежуточных рассчитываются по средним значениям горизонтов инструмента (подчеркнуты в таблице),

$$H_{пк17=34} = 97,178 - 1,065 = 96,113 \text{ м.}$$

Построение продольного профиля и проектирование трассы

Данные нивелирования используются для составления продольного профиля (рис. 2).

Сетка продольного профиля состоит из следующих граф: «план прямых и кривых», «пикеты», «расстояния», «фактические высоты», «проектные высоты», «уклоны-расстояния», «план трассы».

Заполнение сетки профиля начинают с граф «расстояния» и «фактические высоты», данные берутся из журнала нивелирования. Например, первая точка - начало участка трассы пк17, его фактическая высота - 96,44 м, следующая точка пк17+34 - 96,11 м. По расстояниям и высотам строят продольный профиль по оси трассы. Для этого выбирают условный горизонт на 5-10 метров ниже меньшей фактической высоты, в нашем примере 87,00 м. Для каждой точки, имеющей фактическую высоту откладывают перпендикуляр от линии условного горизонта и, соединяя верхние концы перпендикуляров, получают продольный профиль поверхности земли по оси трассы. Одновременно заполняется графа «пикеты».

В графе «расстояния» сумма расстояний между смежными пикетами должна равняться 100 м. Так между пикетами 17 и 18 сумма расстояний $34 + 47 + 4 + 15 = 100$ м. Если между пикетами отсутствуют плюсовые точки, то графа «расстояния» не заполняется.

Проектирование трассы начинают с фиксации первой проектной точки, в нашем примере это $H_{пр17} = 96,50$ м, задана проектом. Затем исследуется

ближайший участок. В нашем примере это пересечение с автомобильной дорогой, высоты пересечения должны стать проектными для нашей трассы. На первом участке между точками $H_{пр17+8,1} = 96,27$ м и $H_{пр17} = 96,50$ м, вычисляется уклон $i = (96,27 - 96,50) / 81,1 = 0,0028 = 0,003$, который в промиллях выписывается в графу «уклоны-расстояния» вместе с расстоянием, на которое он рассчитан.

Все проектные высоты на этом участке вычисляются по данному проектному уклону.

Затем проектная линия проводится, исходя из практического требования - минимума объемов земляных работ. Определяется графически проектная отметка конечной точки этой линии и делается расчет проектного уклона, по которому рассчитываются проектные высоты.

С учетом проектных высот проводится трасса автомобильной дороги и вычисляются рабочие отметки как разность проектных и фактических высот, которые в случае насыпи выписываются выше проектной линии, при выемке - ниже.

Графа «план трассы» заполняется из данных пикетажного журнала, по середине этой графы проводится линия, означающая ось трассы. В графе «план прямых и кривых» проводится линия с условным обозначением кривых, которые проводятся выше оси трассы, если трасса поворачивает вправо и ниже осп, если трасса поворачивает влево. В этой графе выписывают все данные прямых участков: длина и румб (длина 38,30 и румб сз:35°1Г). Для кривых выписываются величина угла поворота, значение радиуса круговой кривой, тангенса, длины, биссектрисы и домера. Выписываются также пикеты начала и конца круговой кривой.

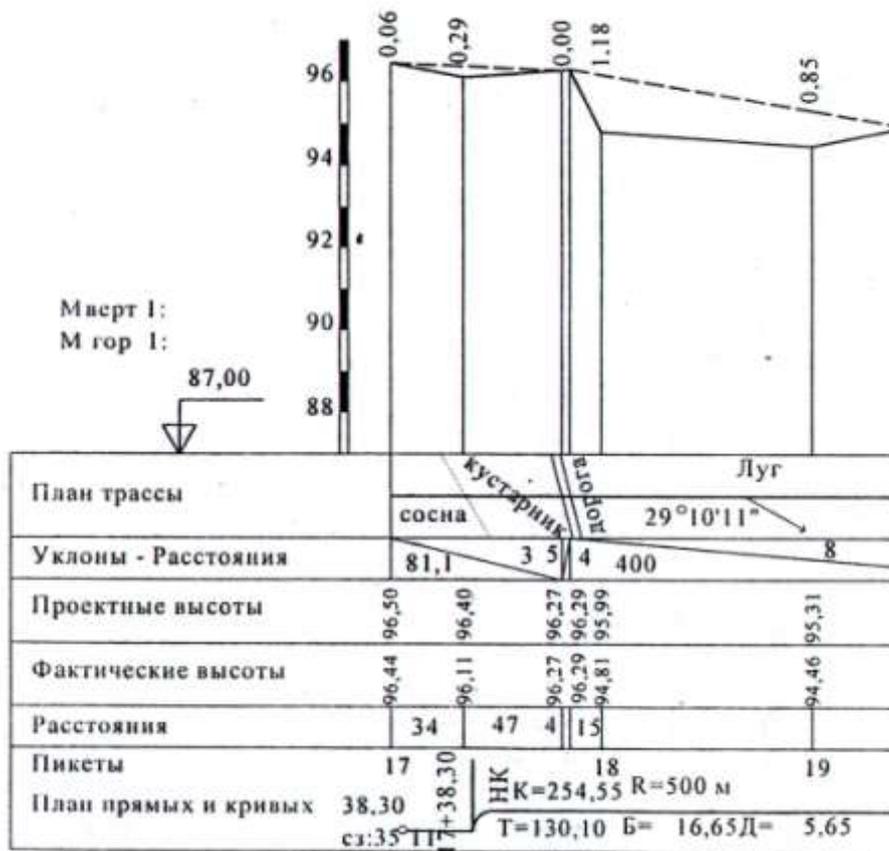


Рисунок 2 - Продольный профиль трассы автомобильной дороги

Положение точек нулевых работ вычисляется по формулам

$$d_1 = |h_1| \cdot d / (|h_1| + |h_2|),$$

$$d_2 = |h_2| \cdot d / (|h_1| + |h_2|),$$

$$d = d_1 + d_2,$$

где d_1 и d_2 - расстояния определяющие положение точки нулевых работ на отрезке d ;

h_1, h_2 - рабочие отметки, которые используются в данных формулах по абсолютной величине. Третья формула используется в качестве контроля.

Продольный профиль сопровождается на косогорах поперечниками, и оформляется в цветах: проектные данные - красным цветом, точки нулевых работ - синим, а все остальное - черным цветом.

Лабораторная работа №3. Вертикальная планировка

Цель и задачи работы

Получить навыки проектирования наклонной площадки; научиться вычислять проектные, рабочие отметки, строить линию нулевых работ, вычислять объемы земляных работ

Используемые материалы и оборудование

План рельефа поверхности в горизонталях, калькулятор, линейка.

Исходные данные

Исходной информацией для вертикальной планировки является план нивелирования участка местности по квадратам со стороной 20 м (рисунок 1).

Теоретические положения

Проектируется наклонная поверхность со следующими исходными данными: Проектная высота вершины Г5 равна 100,90 м. Уклон в направлении Г5-Г1 равен $-0,015 = -15\text{‰}$. Проектная высота А5 равна 99,20, а уклон в направлении А5-А1 равен $-0,011 = -11\text{‰}$.

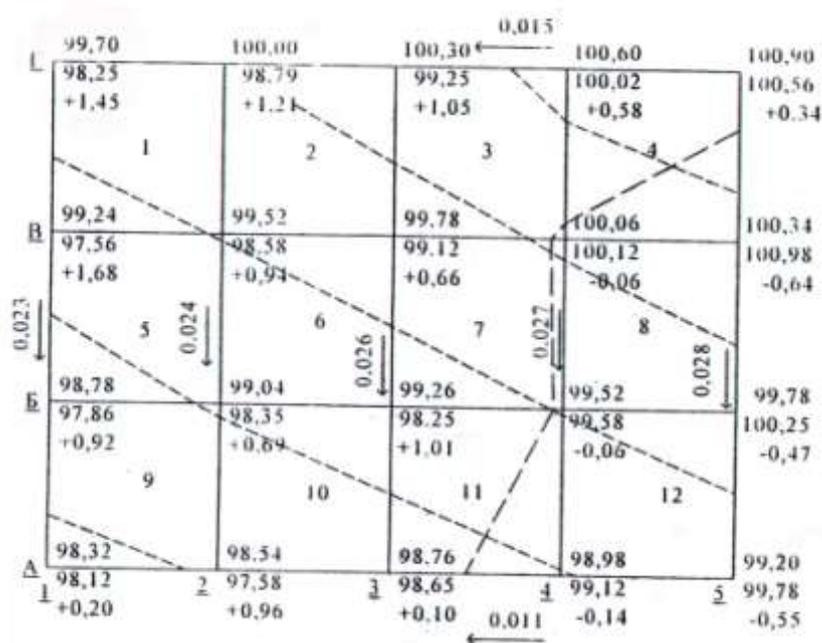


Рисунок 1 Вертикальная планировка участка

Определение проектных высот, рабочих отметок и линии нулевых работ

Проектные уклоны по створам I, 2, 3, 4, 5 отличаются друг от друга и рассчитываются в каждом случае отдельно на основе уклонов базисных створов Γ и \underline{A} . Так, для первого створа вычисляем проектный уклон

$$i_{\text{пр}} = (H_{\Gamma 1} - H_{\underline{A}1}) / D = (99,70 - 98,32) / 60 = 0,023 = 23\text{‰}.$$

Проектные высоты рассчитываются стандартным способом, например, для вершины В1 начальная проектная высота равна проектной высоте вершины Г1 ($H_{\text{пр}}^0 = 99,70$ м). Расстояние между расчетными вершинами равно 20 м, а проектный уклон первого створа равен 0,023 или 23‰.

$$H_{\text{пр}} = H_{\text{пр}}^0 + i_{\text{пр}} \cdot D = 99,70 - 0,023 \cdot 20 = 99,24 \text{ м}$$

Рабочие отметки вычисляются как разность проектных и фактических высот для каждой вершины квадрата.

$$h_{\Gamma 1} = H_{\text{пр}} - H_{\text{факт}} = 99,70 - 98,25 = +1,45 \text{ м.}$$

$$h_{\underline{B}1} = H_{\text{пр}} - H_{\text{факт}} = 99,24 - 97,56 = +1,68 \text{ м.}$$

$$h_{\underline{B}1} = H_{\text{пр}} - H_{\text{факт}} = 98,78 - 97,86 = +0,92 \text{ м.}$$

$$h_{\underline{A}1} = H_{\text{пр}} - H_{\text{факт}} = 98,32 - 98,12 = +0,20 \text{ м.}$$

В нашем примере приведен пример вертикальной планировки с переходом от линии ($\Gamma 1$ - $\Gamma 5$) с одним уклоном на противоположную параллельную линию ($\underline{A}1$ - $\underline{A}5$) с другим уклоном. Возможен более простой вариант проектирования наклонной плоскости с постоянным значением проектного уклона в одном направлении.

Для проектирования горизонтальной площадки в определенных границах может применяться формула расчета проектной высоты, соответствующая балансу земляных работ:

$$H_{\text{пр}} = (\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 3\Sigma H_3 + 4\Sigma H_4) / 4n,$$

где H_1, H_2, H_3, H_4 , – отметки точек, принадлежащих соответственно одному, двум, трем или четырем квадратам, n -общее число квадратов. Положение точек нулевых работ вычисляется по формулам

$$d_1 = |h_1| \cdot d / (|h_1| + |h_2|),$$

$$d_1 = |h_2| \cdot d / (|h_1| + |h_2|),$$

$$d = d_1 + d_2,$$

где d_1 и d_2 - расстояния определяющие положение точки нулевых работ на отрезке d ;

h_1, h_2 - рабочие отметки, которые используются в данных формулах по абсолютной величине. Третья формула используется в качестве контроля.

Линия нулевых работ разграничивает участки выемки и насыпи и позволяет определить объемы земляных работ (рис.1). Кроме линии нулевых работ на рисунке показаны проектные горизонталы.

Расчет объемов земляных работ

Расчет объемов земляных работ оформлен в таблице 1.

Таблица 1 Вычисление объемов земляных работ

№ квад- рата	Выемка -			Насыпь +		
	S	h_{cp}	$V(m^3)$	S	h_{cp}	$V(m^3)$
1				400	1,32	528
2				400	1,08	433
3	1,6	-0,02	-0	398,4	0,57	227
4	149,4	-0,18	-27	250,6	0,23	58
5				400	1,06	424
6				400	0,83	332
7	28	-0,03	-1	372,1	0,42	156
8	400	-0,31	-123			
9				400	0,69	276
10				400	0,69	276
11	123,2	-0,05	-6	276,8	0,28	78
12	400	-0,30	-120			
			-277			2788

Объем насыпи или выемки определяется отдельно для каждой фигуры по формуле

$$V_i = P_i \cdot h_{cp},$$

где P_i - площадь частной фигуры, а h_{cp} - ее средняя рабочая отметка.

Затем частные объемы суммируются, как это приведено в таблице 1, для определения объемов выемок и насыпей для всего участка вертикальной планировки.

Лабораторная работа №4. Вынос точки с проектной высотой

Цель и задачи работы

Изучить методику выноса точки на заданную (проектную) высоту. Получить практические навыки выполнения данной работы.

Исходные данные

Исходными данными являются: высота репера H_R (известная отметка) и проектная высота H_0 , на которую нужно вынести точку (заданная отметка).

Используемое оборудование

Нивелир, рейка.

Выполнение работы

Для выноса отметки на проектную высоту H_0 нивелир устанавливают между точками с известной и заданной отметками. Взяв отсчет a по черной стороне рейки, стоящей на точке с известной отметкой, подсчитывают горизонт инструмента (рис.1) :

$$ГИ = H_R + a .$$

Находят проектный отсчет b , при котором рейка встанет на заданную величину H_0 :

$$b = ГИ - H_0 .$$

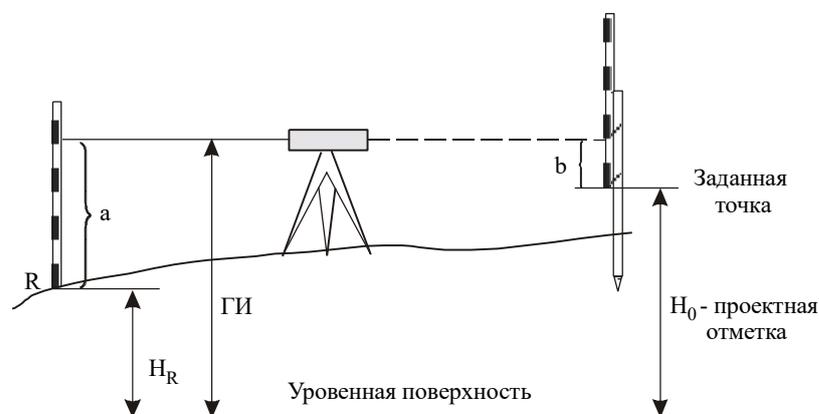


Рис.1. Вынос точки на проектную высоту

Двигая рейку вверх или вниз, ее следует удерживать на отсчете b , и по пятке рейки на столбе провести черту. Затем вровень с рейкой забивают кол.

Например,

$$H_R = 120,300 \text{ м}; a = 1235; H_0 = 121,000 \text{ м}$$

Тогда

$$GI = 120,300 + 1,235 = 121,235 \text{ м}; b = 121,235 - 121,000 = 0235 \text{ мм.}$$

Лабораторная работа №5. Передача отметки на дно котлована или на монтажный горизонт

Цель и задачи работы

Изучить порядок работ передачи отметки на дно котлована или на монтажный горизонт; получить практические навыки ведения таких работ

Исходные данные

Исходными данными являются: высота репера $H_{РП1}$, расположенного на поверхности земли или на нижнем монтажном горизонте.

Используемое оборудование

Нивелир, рейка, рулетка, калькулятор.

Задание

По результатам измерений определить высоту репера $H_{РП2}$.

Порядок выполнения работы

При передаче отметок в глубокие котлованы (траншеи) или на верхние этажи зданий пользуются нивелирами и подвесными рулетками (рис. 1, 2). Наблюдения ведут на двух станциях. Отсчеты берут по рулетке и рейке в точках А и В.

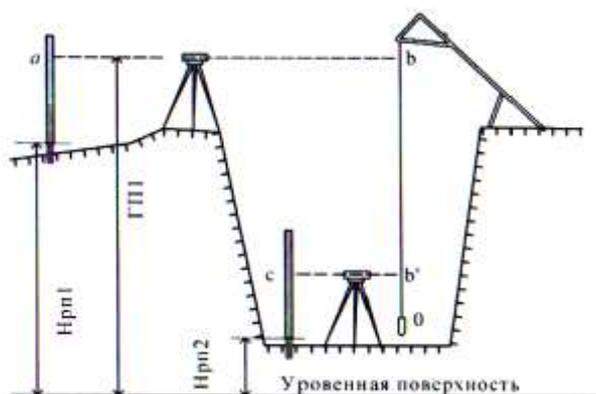


Рис.1

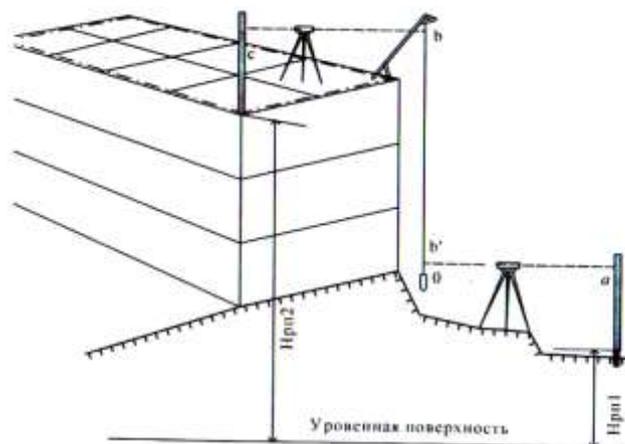


Рис.2

Тогда для первого случая (передача отметок в глубокие котлованы):

$$H_{РП2} = H_{РП1} + a - (b - b') - c,$$

а для второго случая (передача отметок на верхние монтажные горизонты):

$$H_{PI2} = H_{PI1} + a + (b - b') - c .$$

В процессе измерений к рулетке подвешивают гирию весом 10 кг и опускают в ведро с водой, перемешанной с опилками.

Наблюдения желательно вести при двух положениях горизонта инструмента, соблюдая равенство расстояний от инструментов до рейки и рулетки.

Лабораторная работа №6. Определение высоты недоступного объекта

Цель и задачи работы

Изучить методику выполнения работы; получить практические навыки определения высоты недоступного объекта.

Используемое оборудование

Теодолит, вешка, рулетка, калькулятор.

Порядок выполнения работы

На расстоянии не менее 1-2 H объекта разбивают базис той же длины (рис. 1). Измерения базиса выполняют рулеткой не менее двух раз с относительной ошибкой не более 1:2000. Горизонтальные углы β_1 и β_2 измеряют теодолитом одним полным приёмом с перестановкой лимба между полуприёмами на 90° .

Вертикальные углы измеряют при двух положениях круга. Контролем правильности измерений служит постоянство места нуля (МО).

Горизонтальные расстояния d_1 и d_2 вычисляют по формулам:

$$d_1 = \frac{B \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2)}, \quad d_2 = \frac{B \cdot \sin \beta_2}{\sin(\beta_1 + \beta_2)}$$

Высоту сооружения H определяют по формулам:

$$H_1 = d_1 \cdot (\operatorname{tg} \nu'_1 - \operatorname{tg} \nu_1)$$

$$H_2 = d_2 \cdot (\operatorname{tg} \nu'_2 - \operatorname{tg} \nu_2)$$

Если расхождение не превышает 3-5 см, то вычисляют среднюю высоту сооружения $H_{cp} = \frac{H_1 + H_2}{2}$.

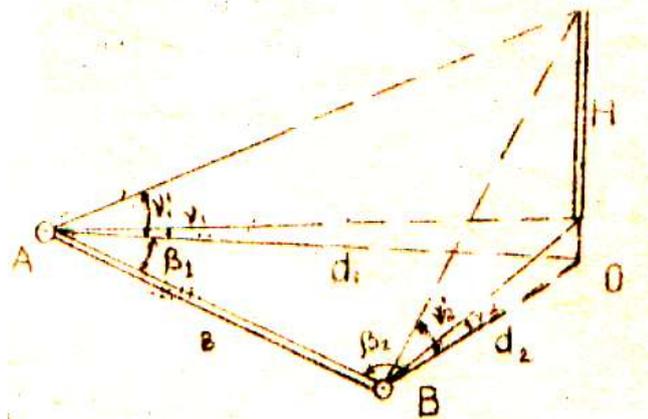


Рисунок 1 – Схема выполнения измерений

Библиографический список

1. Инженерная геодезия: учебник для вузов / Е. Б. Ключин [и др.] ; под ред. Д. Ш. Михелева .— 8-е изд., стер.— М.: Академия, 2008 .— 480 с.
2. Федотов, Г. А. Инженерная геодезия: учебник для вузов / Г. А. Федотов .— 4-е изд., стер. — М.: Высш.шк., 2007 .— 463 с.
3. Лекции по инженерной геодезии (с фрагментами методического комплекса). Учебное пособие/ В.П. Абрамов; под редакцией О.С. Разумова; ТулГУ. - Тула, 2005. – 246 с.