

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

Прикладная геодезия

Методические указания
к выполнению лабораторных и практических работ
по дисциплине «Прикладная геодезия» для обучающихся по направлению
21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» профиль
«Геодезическое обеспечение геоинформационных систем» всех форм
обучения

Воронеж 2025

УДК 528.7
ББК 26.133я7

Составители: к.с/х.н. доцент Б.А. Попов, ст. преп. И.В. Нестеренко.

Прикладная геодезия: метод. указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Прикладная геодезия» для студентов направления 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» профиль «Геодезическое обеспечение геоинформационных систем» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» ; сост.: Б.А. Попов, И.В. Нестеренко. –

Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022.– 31 с.

Приводится последовательность выполнения лабораторных работ по всем разделам курса «Прикладная геодезия»: цель работы, соответствующие теоретические положения, порядок проведения лабораторных работ, способы обработки результатов. Предназначены для студентов направления 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» профиль «Геодезическое обеспечение геоинформационных систем» всех форм обучения.

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

Рецензент – Т. Б. Хахулина – канд. техн. наук, доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии.

Введение

Лабораторные работы составлены в соответствии с типовой программой курса «Прикладная геодезия».

В лабораторных работах представлен порядок выполнения работ, необходимых при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

Подобное изложение материала позволяет придать работе необходимую последовательность при переходе от теоретических занятий к практическим.

Выполнению лабораторных и РГР непременно должно предшествовать изучение студентами лекций и соответствующих разделов учебника. Без этого, выполнение работ превращается в механическую и малополезную работу, не способствующую приобретению необходимых навыков практической работы.

Рекомендуемая литература приведена в библиографическом списке.

Практическая работа № 1 Проектирование строительной сетки

Строительная сетка - это увеличенная до натуральных размеров координатная сетка генерального плана, закреплённая в проектное положение на местности геодезическими знаками. Она служит основой для разбивочных работ, монтажа технологического оборудования и производства исполнительных съемок.

Строительную сетку, как правило, проектируют на генеральном плане реже на топографическом плане местности в виде квадратов или прямоугольников, которые называются фигурами сетки и делятся на основные и дополнительные. Стороны основных фигур делают длиной от 200 до 400 метров, а дополнительных - от 20 до 40 метров. Линии сетки должны быть параллельны основным осям возводимых зданий (рис. 1.1).

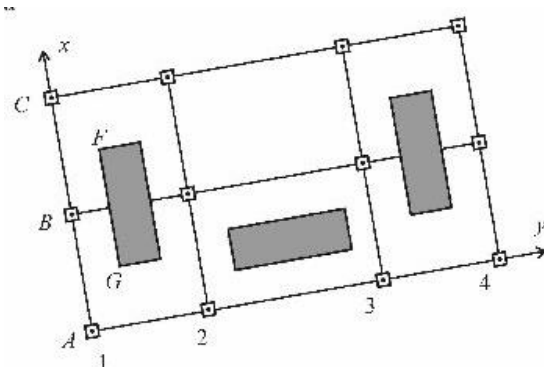


Рис. 1.1 Строительная сетка

1.1. Организация работы. На топографическом плане, преподавателем задается положение и форма строящихся объектов. Необходимо спроектировать для них строительную сетку, оцифровать ее, определить координаты ее вершин, графически определить направление (дирекционный угол) сторон сетки и ли-

нейные элементы для выноса на местность исходных направлений.

1.2. Приборы и принадлежности: линейка, транспортир, карандаш.

1.3. Порядок выполнения работы.

1. Спроектировать строительную сетку для заданных преподавателем объектов.

При проектировании строительной сетки должны быть обеспечены следующие условия:

- максимальные удобства для выполнения разбивочных работ;
- основные возводимые здания и сооружения должны быть расположены внутри фигур сетки;
- линии сетки должны быть параллельны основным осям возводимых зданий и расположены по возможности ближе к ним;
- обеспечены непосредственные линейные измерения по всем сторонам сетки;
- пункты сетки расположены в местах, удобных для угловых измерений с видимостью на смежные пункты, а также в местах, обеспечивающих их сохранность и устойчивость.

Вначале сетку вычерчивают на кальке в масштабе плана. После этого, наложив кальку на генплан, сохраняя параллельность сторон сетки и основных осей сооружений, смещают ее так, чтобы в зону земляных работ попало минимальное число пунктов сетки. После утверждения проекта сетки, ее переносят на генплан.

2. Пронумеровать и оцифровать полученную строительную сетку.

Пунктам строительной сетки присваивают порядковые номера. При этом обозначение каждого пункта складывается из букв **А** и **В** с индексами, причем индекс при букве **А** показывает число сотен метров по оси абсцисс, а при букве **В** - по оси ординат (рис.1.2).

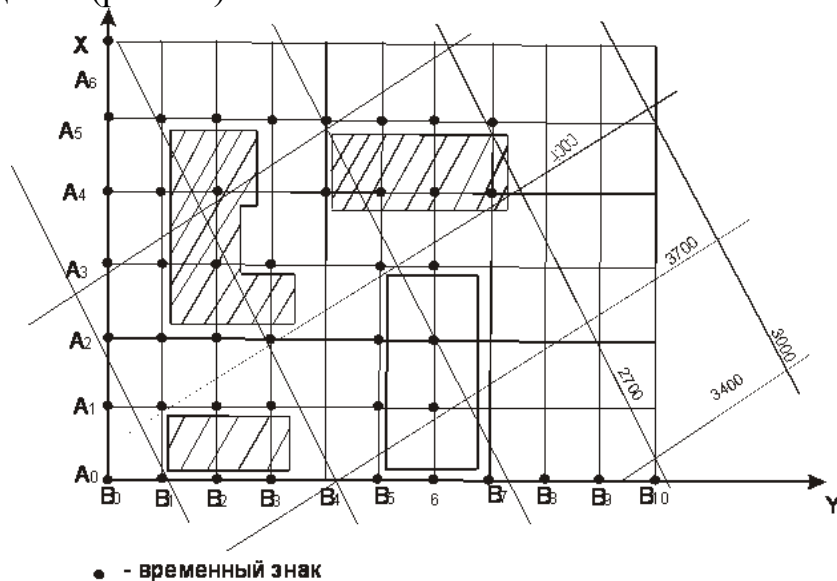


Рис. 1.2. Обозначение пунктов строительной сетки

Так, например, пункт А6 - В8 имеет координаты $x = 600\text{м}$ и $y = 800\text{м}$.

Одному из углов сетки присваивают начальные координаты с таким расчетом, чтобы в пределах строительной площадки не иметь отрицательных значений координат.

3. Определить координаты всех пунктов строительной сетки.

Полученные результаты записать их в таблицу 1.1.

Таблица 1.1

Каталог координат пунктов строительной сетки

№№ пунктов	координаты		№№ пунктов	координаты	
	X	Y		X	Y

4. Графически определить направление сторон (дирекционный угол) строительной сетки.

Дирекционные углы сторон строительной сетки измеряют с помощью транспортира относительно вертикальной линии координатной сетки плана или линией ей параллельной (рис. 1.3).

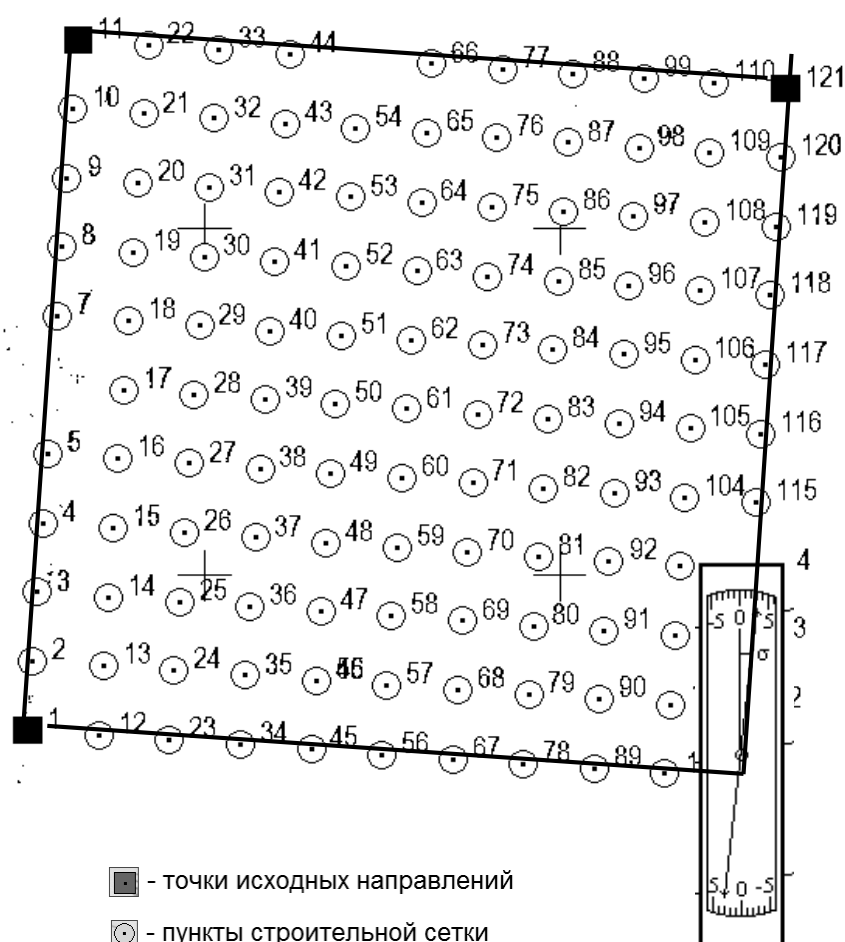


Рис. 1.3. Определение дирекционных углов сторон сетки по карте

Полученные направления подписать на каждой стороне строительной сетки.

5. При отсутствии пунктов планового обоснования графически привязать исходные направления сетки к твердым контурам местности. Составить разбивочный чертеж для выноса строительной сетки на местность. (рис. 1.4).

Разбивочные элементы - углы и расстояния - рассчитывают по координатам точек, используя формулы обратной геодезической задачи. Расстояние от исходного пункта до выносимой точки вычисляют по формуле:

$$S = \sqrt{(X_k - X_n)^2 + (Y_k - Y_n)^2} \quad (1.1)$$

где X_k и Y_k - координаты выносимой точки; X_n и Y_n - координаты исходной точки. Дирекционные углы определяются из решения обратной геодезической задачи по формуле:

$$tg_{nk} = \frac{Y_k - Y_n}{X_k - X_n}; \quad (1.2)$$

Разбивочный угол между сторонами сетки вычисляют как разность дирекционных углов двух смежных сторон сетки.

Разбивочный чертеж строительной сетки составляется на кальке в масштабе проектного плана.

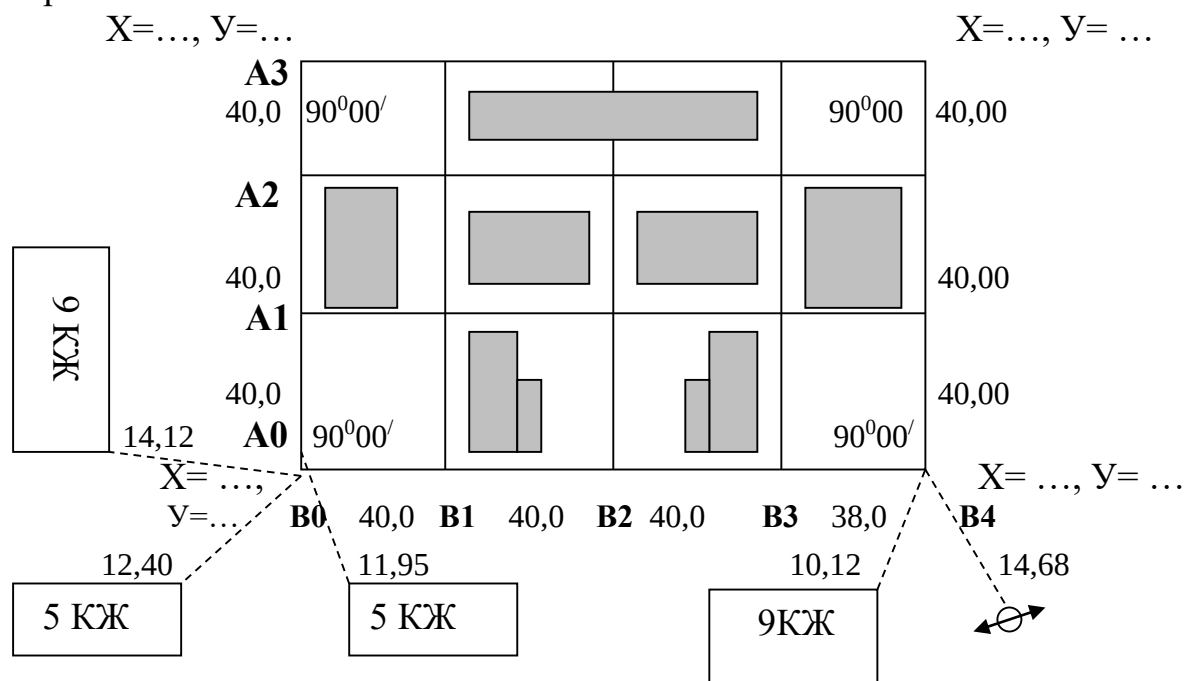


Рис. 1.4. Пример разбивочного чертежа для выноса в натуру строительной сетки

1.4. К сдаче предоставляется:

- 1) проект строительной сетки (вычерчивается на компьютере или от руки на листе формата A4);
- 2) разбивочный чертеж для выноса в натуру строительной сетки (вычерчивается

на компьютере или от руки на листе формата А4).

Лабораторная работа № 1 Элементы разбивочных работ

Выносом проекта в натуру или разбивкой называют геодезические работы по выносу проекта на местность согласно рабочим чертежам.

Основными элементами разбивочных работ являются: построение на местности проектного угла, проектной линии, вынос в натуру проектных отметок, плоскостей и уклонов.

2.1. Построение на местности проектного угла

Для построения проектного горизонтального угла, должны быть заданы вершина угла A , исходное направление AB и величина угла.

2.1.1. Организация лабораторной работы. Преподавателем указывается вершина угла (т. A), исходное направление AB и значение горизонтального угла, который следует построить.

2.1.2. Приборы и принадлежности: электронный (цифровой) тахеометр или оптический теодолит, рулетка и линейка, карандаш.

2.1.3. Порядок выполнения работы. Установив теодолит в точке A и, приведя его в рабочее положение, трубу прибора наводятся на точку B , где заранее центрируется визирная марка (рис. 2.1).

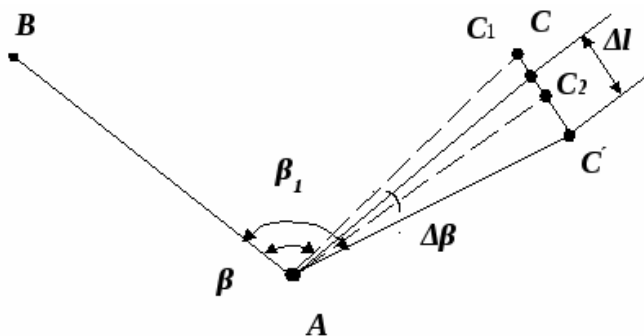


Рис. 2.1. Построение проектного угла

При работе с электронным тахеометром отсчет по горизонтальному кругу обнуляется. Затем, алидаду прибора вращают до тех пор, пока не будет получен отсчет, равный проектному углу β . Если используется оптический теодолит, то после наведения прибора на цель, к отсчёту на точку B прибавляют значение проектного угла β и вращением алидады добиваются отсчёта по горизонтальному кругу $B + \beta$. Это направление визирной оси закрепляют на местности в точке C_1 . Аналогичные действия выполняют при другом круге теодолита и отмечают на местности вторую точку C_2 . Проектное значение угла определяется как среднее из двух полученных направлений. Для этого отрезок C_1C_2 делится пополам. Полученная таким образом точка C фиксируется на местности и принимается за окончательное значение проектного угла BAC .

Для цифровых (электронных) теодолитов и тахеометров описанная методика построения горизонтального угла не будет достаточно корректной, по-

сколькx в этих приборах предусмотрены функции исправления коллимационной ошибки автоматическим введением коррекции в измеренные направления. Компенсируются также ошибки за наклон вертикальной и горизонтальной осей вращения, исключены ошибки за влияния эксцентриситета блока датчика угла. Поэтому построение горизонтального угла электронными приборами выполняются несколько иначе.

Если требования к точности построения угла не очень высокие (несколько десятков секунд), то угол строят при одном круге с контролем, описанным выше способом для электронных приборов. Однако если необходимо построить проектный угол с повышенной точностью, то независимо от конструкции прибора построенный на местности угол измеряют несколькими приёмами и определяют его наиболее вероятное значение. Необходимое число приёмов приближённо можно определить по формуле:

$$n = \frac{m_0^2}{m_\beta^2}; \quad (2.1)$$

где m_0 номинальная средняя квадратическая ошибка измерения угла данным прибором; m_β - требуемая средняя квадратическая погрешность построения угла.

Измерив, угол β_1 , и, найдя его наиболее вероятное значение β , вычисляют по формуле:

$$\Delta\beta = \beta - \beta_1 \quad (2.2)$$

и находят поправку:

$$\Delta l = l \frac{\Delta\beta}{\rho}, \quad (2.3)$$

где l расстояние от вершины до построенной точки. Иначе говоря, построенный угол исправляют, редуцируют, перемещая точку C в проектное положение. Для контроля угол измеряют повторно.

Точность построения угла на местности зависит от многих факторов. Основными ошибками построения являются ошибки визирования, центрирования, приборные ошибки и ошибка фиксации уже построенного угла.

2.1.4.К сдаче предоставляются: схема построение проектного угла с результатами расчета.

2.2. Построение проектной линии

При построении проектной линии заданной длины необходимо от исходной точки отложить в заданном направлении расстояние, горизонтальное положение которого равно проектному значению. При этом следует помнить, что в проектах и планах отражаются именно горизонтальные проекции линий.

2.2.1.Организация лабораторной работы зависит от наличия соответствующих мерных приборов. Это могут быть рулетка или электронный тахеометр. Преподавателем указывается исходная точка (т. **A**), исходное направление **AB** и значение горизонтальной проекции отрезка, который необходимо построить.

2.2.2. Приборы и принадлежности: электронный тахеометр или теодолит и рулетка.

2.2.3. Порядок выполнения работы.

А). Если построение отрезка производится электронным тахеометром, то необходимо отслеживать на дисплее именно горизонтальную составляющую строящегося расстояния и не забывать перед производством измерений, вводить в прибор исходные параметры атмосферы (температуру и давление), а также постоянную поправку прибора в зависимости от используемого отражателя.

Прибор устанавливается над точкой **А** и приводится в рабочее положение. Перед началом работы прибор следует подготовить к измерениям, ввести параметры атмосферы (в некоторых тахеометрах они могут учитываться автоматически) и постоянную поправку в зависимости от используемого типа отражателя.

Подготовив прибор, зрительную трубу тахеометра направляют на точку **В**. Помощник с отражателем перемещается в направлении, указанном наблюдателем до тех пор, пока наблюдатель не получит на дисплее горизонтальное расстояние, равное проектному. В этом положении отражателя фиксируют острие его вехи на местности.

Б). Если построение проектного отрезка выполняется рулеткой, то необходимо выполнить следующие действия:

- 1) выровнять поверхность, на которую будет укладываться рулетка;
- 2) по направлению, заданному теодолитом уложить в створ рулетку;
- 3) обеспечить натяжение рулетки не менее 10 кг и зафиксировать ее конец шпилькой;
- 4) продолжить измерение до конечной точки линии;
- 5) установить теодолит над начальной точкой линии и, измерить угол наклона линии α , визируя теодолит на высоту инструмента (рис.2.2);
- 6) определить величину поправки за наклон линии табл.2.1 и прибавить ее к измеренному значению;
- 7) окончательно закрепить линию.

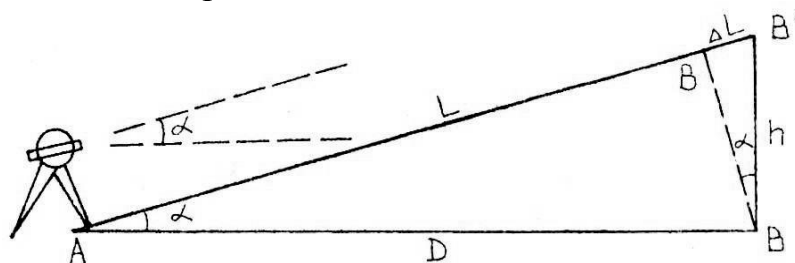


Рис. 2.2. Схема определения поправки за наклон линии

Согласно (рис. 2.2) α - угол наклона, L – наклонная линия, которая определяется по формуле:

$$L = D + \Delta L, \quad (2.4)$$

где ΔL - поправка за наклон линии к горизонту, h - превышение концов линии.

Поправка за наклон линии вычисляется по формуле:

$$\Delta L = D(1 - \cos \alpha) = 2D \sin^2 \alpha / 2 \quad (2.5)$$

Если известно превышение h концов линии, то поправка за наклон линии может быть вычислена по формуле:

$$\Delta L = h / 2D \quad (2.6)$$

При высокоточных измерениях вводится поправка за температуру. Уравнение мерного прибора в этом случае определяется формулой:

$$D = L_{\text{ср}} + L_{\text{ср}} \alpha (t_{\text{и}} - t_{\text{к}}), \quad (2.7)$$

где $L_{\text{ср}}$ - среднее значение измеренной линии, α - коэффициент линейного расширения стали, равный $0,125 \times 10^{-4}$; $t_{\text{и}}$ - температура, при которой измерена линия, $t_{\text{к}}$ - температура, при которой выполнялось компарирование.

Таблица 2.1

Поправка за наклон линии (мм) к горизонту

Угол наклона	Расстояние, м									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1^0	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15
$1^0 30'$	3	7	10	14	17	21	24	27	31	34
2^0	6	12	18	24	30	37	43	49	55	61
$2^0 30'$	10	19	29	38	48	57	67	76	86	95
3^0	14	27	41	55	69	82	98	110	123	137
$3^0 30'$	19	37	56	75	93	112	131	149	168	187
4^0	24	49	73	97	122	146	171	195	219	244
$4^0 30'$	31	62	92	123	154	185	216	247	277	308
5^0	38	76	114	152	190	229	266	304	342	381
$5^0 30'$	46	92	138	184	230	276	322	368	414	460
6^0	55	110	164	219	274	329	383	438	493	548
$6^0 30'$	64	129	193	257	321	386	450	514	579	643
7^0	75	149	224	298	373	447	522	596	671	745

Таблица 2.2

Поправка к длине линии за температуру, мм

Температура воздуха, град	Поправка на 100 м	Температура воздуха	Поправка на 100 м
---------------------------	-------------------	---------------------	-------------------

2	2,5	10	12,5
3	3,8	15	18,8
4	5,0	20	25,0
5	6,2	25	31,2
6	7,5	30	37,5
7	8,8	35	43,8
8	10,0	40	50,0
9	11,2		

Некоторые поправки к длине линии за температуру приведены в (табл. 2.2).

Длину реально откладываемого на местности отрезка вычисляют, введя в данный проектный отрезок поправки за компарирование мерного прибора, за температуру и наклон местности.

2.2.4.К сдаче предоставляется: графическое представление работы и результаты расчета.

2.3. Вынос в натуру проектной отметки

При вынесении точки с данной проектной отметкой должны быть известны высота исходного репера и место или конструкция, на которую выносятся проектная отметка (рис. 2.3.).

2.3.1.Организация лабораторной работы. Из приложения 1 соответствующего варианта выбрать исходный репер, его высота $H_{\text{реп}}$, проектная отметка $H_{\text{пр}}$, и отсчет по рейке.

2.3.2.Приборы и принадлежности: нивелир оптический точный или технической точности, рейка нивелирная.

2.3.3.Порядок выполнения работы.

Для выноса проектной отметки $H_{\text{пр}}$ на местность, нивелир устанавливают примерно посередине между репером с известной отметкой и выносимой точкой. На исходном репере устанавливают нивелирную рейку и производят отсчёт по этой рейке, вычисляя, таким образом, горизонт прибора по формуле:

$$Г. П. = H_{\text{реп.}} + a, \quad (2.8)$$

По горизонту прибора и проектной отметке вычисляют, какой должен быть отсчет, когда она будет установлена на проектной отметке по формуле:

$$b = Г. П. - H_{\text{пр}} \quad (2.9)$$

Далее в указанном преподавателем месте рейку устанавливают на колышек и перемещают ее вверх или вниз до тех пор, пока отсчёт по рейке не окажется равным вычисленному отсчету.

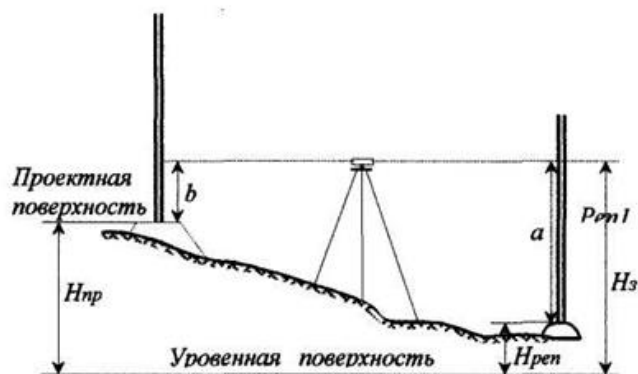


Рис. 2.3. Схема выноса проектной отметки в натуру

Вынесенную отметку контролируют, определяя её высоту из нивелирования от другого репера с известной отметкой.

2.3.4.К сдаче предоставляется: схема выноса проектной отметки в натуру с расчетам.

2.4. Вынос в натуру линии с заданным уклоном

Линию с заданным уклоном разбивают при сооружении дорожного полотна, укладке трубопроводов и пр. Во всех случаях, кроме проектного уклона i , должно быть известно положение исходной точки А (рис.2.4 а, б) и направление створа линии.

2.4.1.Организация лабораторной работы. Из приложения 2 выписать в соответствии с вариантом уклон и для работы с нивелиром H_A , направление указывается при полевых работах.

2.4.2.Приборы и принадлежности: нивелир, теодолит, рулетка. Существует несколько случаев решения этой задачи.

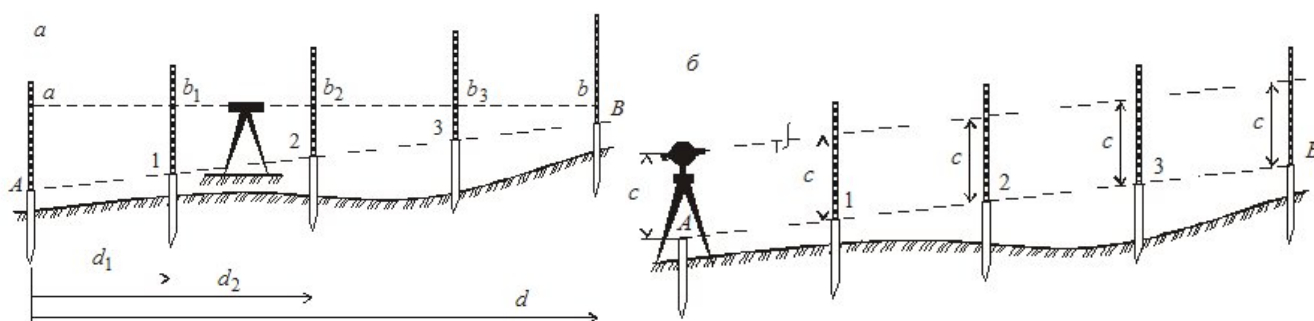


Рис. 2.4. Схема разбивка линии заданного уклона:

а – нивелиром; б – теодолитом

2.4.3.Порядок выполнения работы.

А)Вынос линии проектного уклона с помощью нивелира.

1) выносимую на местность линию разбивают на равные отрезки по 10 -20м;

2) начальную точку линии А с известной или условной отметкой H_A закрепляют на местности;

3) вычисляют отметку последующих точек линии H_d по формуле:

$$H_d = H_A + i \cdot d; \quad (2.10)$$

где d – расстояние от начальной точки линии до определяемой точки.

4) выносят рассчитанные отметки в натуру. Для этого вычисляют отметку горизонта инструмента:

$$Г. И. = H_A + a \quad (2.11)$$

где a – отсчет по черной стороне рейки на точке А;

5) затем в каждой определяемой точке забивают колышек и рассчитывают какой отсчет нужно получить в этой точке по формуле:

$$b = Г. И. - H_B \quad (2.12)$$

6) колышек, установленный в каждой точке, поднимают или опускают до тех пор, пока на рейке не получится рассчитанный отсчет « b ».

Верхний срез колышка фиксирует точку с проектной отметкой H_B , а срезы всех колышков - линию заданного уклона.

Б) Вынос линии проектного уклона с помощью теодолита.

Чтобы вынести на местность проектную линию с помощью теодолита, необходимо установить теодолит в начальной точке линии А (рис.2.4 б), вычислить угол наклона v , соответствующий проектному уклону i ($\operatorname{tg} v = i$), и отсчет по вертикальному кругу, соответствующий углу наклона v с учетом места нуля $МО$. Для теодолита Т30 этот отсчет равен:

$$К. Л. = v + МО \quad (2.13)$$

где КЛ – отсчет по вертикальному кругу теодолита при положении «круг лево» или

$$К. Л. = МО - v \quad (2.14)$$

где КП – вертикальный отсчет при положении «круг право».

При установке на вертикальном круге вычисленного отсчета, визирная ось примет нужный уклон.

Точность выноса в натуру проектного уклона зависит от ошибок определения отметок точек, длины проектной линии и устанавливается нормативными документами.

2.4.4.К сдаче предоставляется: схема разбивки линий заданного уклона с расчетами.

Практическая работа № 2

Передача отметок и осей на монтажный горизонт

Под *монтажным горизонтом* понимается условная плоскость, проходящая через опорные площадки возведенных несущих конструкций строящегося этажа или яруса надземной части здания.

Создание разбивочной основы на монтажном горизонте – это построение и закрепление на перекрытии каждого этажа системы основных осей здания, а также реперов для высотной разбивки на монтажном горизонте.

На каждом монтажном горизонте устраивают не менее двух рабочих реперов, опираясь на которые в последующем ведут все высотные разбивки.

Отметку рабочего репера на исходном горизонте определяют с помощью ходов геометрического нивелирования, проложенных для контроля от двух исходных реперов разбивочной сети.

3.1. Организация лабораторной работы. Преподавателем задаются положение и отметки исходных реперов и пунктов разбивочной сети (на первом этаже здания). Необходимо вынести оси и отметку рабочего репера на монтажный горизонт (четвертый этаж здания).

3.2. Приборы и принадлежности: нивелир, рейка, рулетка, лазерная рулетка, точный теодолит или электронный тахеометр.

3.3. Порядок выполнения работы.

1. Передача отметок на монтажный горизонт

Отметки рабочих реперов на монтажном горизонте определяют одним из следующих методов (рис 3.1).

1. Передача отметки с помощью подвешенной рулетки (рис.3.1,а). Отметку H_M рабочего репера M на монтажном горизонте определяют по формуле

$$H_M = H_0 + a + |c - b| - d \quad (3.1)$$

где H_0 - отметка исходного репера O ; a , d - отсчеты, взятые нивелиром по черным сторонам нивелирных реек; c , b - отсчеты по рулетке.

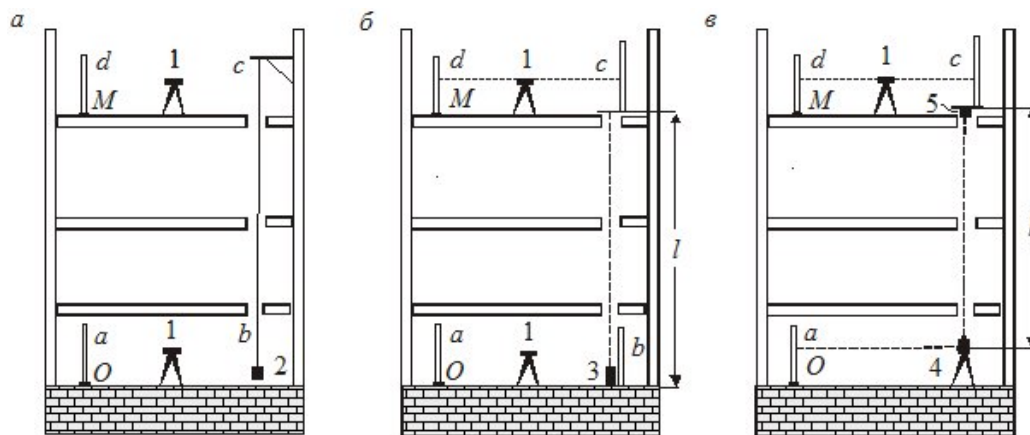


Рис. 3.1 Передача отметки репера на монтажный горизонт

а – с помощью рулетки; б – лазерной рулетки; в – электронного тахеометра

Обозначения: 1 - нивелир; 2 – груз; 3 – лазерная рулетка; 4 – электронный тахеометр; 5 – отражатель

2. Передача отметки с помощью лазерной рулетки (рис.3.1,б). Отметку рабочего репера на монтажном горизонте определяют по формуле:

$$H_M = H_0 + a - b + l + c - d, \quad (3.2)$$

где a , b , c , d - отсчеты по черным сторонам нивелирных реек; l - вертикальное расстояние, измеренное лазерной рулеткой.

3. Передача отметки с помощью электронного тахеометра (рис.3.1,в).
Отметку рабочего репера на монтажном горизонте определяют по формуле:

$$H_m = H_0 + a + l + c - d, \quad (3.3)$$

где a , c , d - отсчеты по черным сторонам реек; l - вертикальное расстояние, измеренное электронным тахеометром.

II. Перенос осей на монтажный горизонт

Для детальной разбивки осей на монтажном горизонте точки базисной сети переносятся с исходного горизонта на монтажный горизонт. Построение плановой разбивочной основы на монтажном горизонте начинается с передачи точек основных разбивочных осей, закреплённых на исходном горизонте.

Перенос точек геодезической сети на монтажный горизонт может осуществляться *способом вертикальной плоскости* с помощью теодолита или *способом вертикальной линии* с помощью зенит-приборов. В данной работе рассмотрим один из способов.

Способ вертикальной плоскости (наклонного проектирования) заключается в построении вертикальной плоскости теодолитом (рис. 3.2.). Предварительно разбивочные оси выносят на цоколь здания, отмечая их цветными рисками. Теодолит ставят точно в створе разбивочной оси над створным знаком **2**, закрепляющим разбивочную ось. Зрительную трубу наводят на риску **1**, нанесённую на цоколь здания, и при закреплённом положении горизонтального круга поднимают ее в вертикальной плоскости.

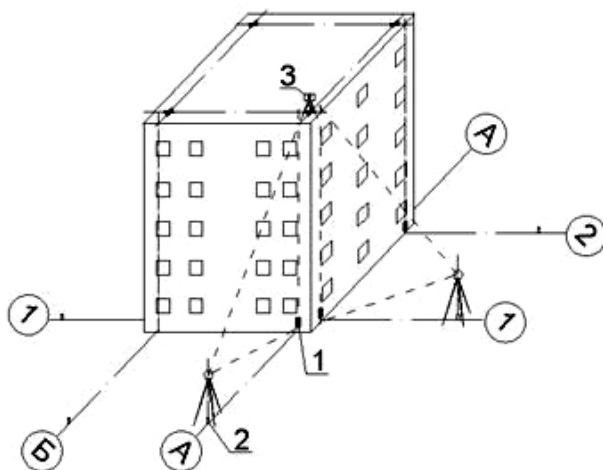


Рис. 3.2. Схема перенесения осей с исходного на монтажный горизонт наклонным проектированием

На монтажном горизонте ставят штатив **3** с визирной маркой и, перемещая марку, добиваются, чтобы штрих марки попал в перекрестие нитей сетки зрительной трубы. С помощью отвеса положение визирной марки проектируют на плоскость монтажного горизонта. Ту же работу повторяют при другом положении вертикального круга. Расстояние между двумя рисками, полученными

при двух положениях вертикального круга теодолита, делится пополам, а полученная средняя риска принимается за искомое положение оси на перекрытии.

Аналогичным образом выносят положение разбивочных осей на монтажный горизонт со всех сторон здания.

3.4.К сдаче предоставляется: оформленная лабораторная работа с расчетами и схемой передачи отметки репера на монтажный горизонт и схемой перенесения осей с исходного на монтажный горизонт.

Лабораторная работа № 2 Решение прикладных задач

1. Определение горизонтального проложения линии по отметкам ее начальной и конечной точек

4.1.1.Организация работы. В соответствии с выданным заданием преподавателя определить горизонтальную проекцию d линии AB (рис.4.1) по отметкам ее начальной и конечной точек.

4.1.2.Приборы и принадлежности: ватман формата А4, калькулятор, линейка, карандаш.

4.1.3.Порядок выполнения работы.

Пример. Длина наклонной линии $D = 100,00$ м и отметки точек: $H_A = 120$ м и $H_B = 123$ м.

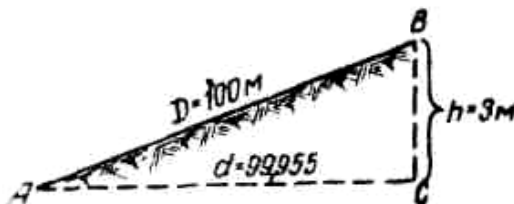


Рис. 4.1 Горизонтальное проложение линии

Вычислить превышение точки В над точкой А. Как видно из рисунка

$$h = 123 - 120 = +3\text{м}$$

С учетом поправки горизонтальное проложение будет равно:

$$D = d + \Delta h \quad (4.1)$$

Определить поправку за наклон линии по формуле:

$$\Delta h = h^2 / 2D \quad (4.2)$$

где h - превышение; D - длина наклонной линии.

Следует помнить, что поправка за наклон линии всегда отрицательна независимо от знака угла наклона.

$$\text{Тогда: } \Delta h = 3^2 / 2 \cdot 100 = 0,045$$

Введя поправку в наклонную линию со знаком минус, получим горизонтальную проекцию $100,000 \text{ м} - 0,045 \text{ м} = 99,955 \text{ м}$.

4.1.К сдаче предоставляется: оформленная задача с решением и схемой.

2. Определение наклонного расстояния по горизонтальному проложению линии, если известны отметки концов этой линии.

4.2.1. Организация работы. В соответствии с выданным заданием преподавателя определить наклонное расстояние D линии АВ (рис.4.1) по горизонтальной проекции и разности концов отметок.

4.2.2. Приборы и принадлежности: ватман формата А4, калькулятор, линейка, карандаш.

4.2.3. Порядок выполнения работы. Рассмотрим на примере необходимо определить наклонное расстояние D (рис 4.1) если горизонтальная проекция $d = 100,00$ м, а разность отметок концов линии $h=12$ м.

$$tg \nu = h/d \quad (4.3)$$

$$\text{Т.е. } tg \nu = h/d = 12/100 = 0,12; \quad \nu = 6^{\circ}51'$$

Наклонное расстояние будет равно:

$$D = h / \sin \nu \quad (4.4)$$

$$D = h / \sin \nu = 12 / 0,1193 = 100,6$$

или по выше приведенной формуле 8.1, если ввести поправку со знаком плюс к d по формуле:

$$D = d + \Delta h \quad (4.5)$$

$$\Delta h = 12^2 / 2 \cdot 100 = 0,72$$

$$D = d + \Delta h = 100 + 0,72 = 100,72$$

4.2.4. К сдаче предоставляется: оформленная задача с решением и схемой.

3. Определение высоты недоступного сооружения

4.3.1. Организация лабораторной работы. На местности эту работу можно выполнить с помощью теодолита и мерной ленты. Теодолит располагают вблизи здания или сооружения так, чтобы можно было измерить расстояние от точки установки теодолита до стены здания, а также определить соответствующие углы наклона визирной оси теодолита. Обработать полевой журнал измерения превышений.

4.3.2. Приборы и принадлежности: теодолит, штатив, мерная лента, рейка, полевой журнал измерения превышений.

4.3.3. Порядок выполнения работы.

1) с помощью нитяного дальномера измерить расстояние d до сооружения.

2) при КП и КЛ измерить вертикальные углы ν_1 и ν_2 до верхней и нижней точек недоступного сооружения;

3) определить МО теодолита;

Формулы для расчета превышений:

$$h = h_1 + h_2 \quad (4.6)$$

или Результаты измерений записать в таблицу 4.1.

Определив расстояние АВ = d , с помощью тригонометрических функций определяют высоту здания по формуле:

$$h = d(\tan v_1 + \tan v_2) \quad (4.7)$$

Если на местности линия АВ имеет уклон, то необходимо рассчитать горизонтальное проложение данной линии, то есть её проекцию на горизонтальную плоскость. При расчетах необходимо учитывать знак углов наклона соот-

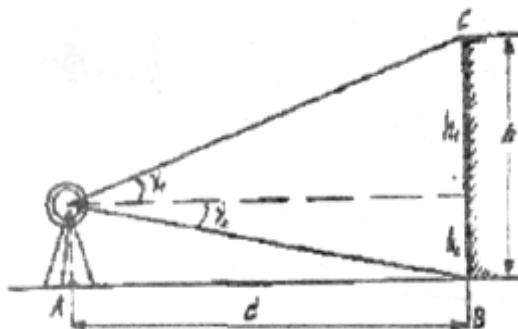


Рис. 4.2 Определение высоты недоступного сооружения

ветствующих линий v_1 и v_2 , которые определяются по формуле:

$$v = \frac{\text{КЛ} - \text{КП}}{2} = \text{КЛ} - \text{МО} = \text{МО} - \text{КП} \quad (4.8)$$

$$\text{где } \text{МО} = \frac{\text{КЛ} + \text{КП}}{2} \quad (4.9)$$

Пример:

Таблица 4.1

Пример полевого журнала измерения превышений

№№ точек стояния	Точки наблюдения	Отсчеты по вертик. кругу				МО	v	tg v	d	h
		КП		КЛ						
		0	′,″	0	′					
А	С	355	23,30	4	41	+0°2′15″	−4°38′45″	0,819	17,62	1,44
	В	37	15,30	322	49	+0°2′15″	−37°13′15″	0,7581	17,62	13,38
									Σ	14,81

$$\text{МО}_C = (\text{КЛ}_C + \text{КП}_C \pm 360^\circ)/2 = 37^\circ 15' 30'' + 322^\circ 49' - 360^\circ/2 = +0^\circ 2' 15''$$

$$\text{МО}_B = (\text{КЛ}_B + \text{КП}_B \pm 360^\circ)/2 = 355^\circ 23' 30'' + 4^\circ 41' - 360^\circ/2 = +0^\circ 2' 15''$$

$$v_1 = \text{КЛ} - \text{МО} = 355^\circ 23' 30'' - 0^\circ 2' 15'' = 355^\circ 21' 15'' = -4^\circ 38' 45''$$

$$v_2 = \text{КП} - \text{МО} = 2' 15'' - 37^\circ 15' 30'' = -37^\circ 13' 15''$$

$$v_1 = \text{МО} - \text{КП} = 0^\circ 2' 15'' - 322^\circ 49' = -37^\circ 13' 15''$$

$$v_2 = \text{МО} - \text{КП} = 4^\circ 41' - 02' 15'' = 04^\circ 38' 45''$$

Найдем высоты сооружения: $h = d(\tan v_1 + \tan v_2) =$

$$= 17,62(0,819 + 0,7581) = 1,44 + 13,38 = 14,81\text{м.}$$

4.3.4.К сдаче предоставляются: оформленный на ФА4 полевой журнал с результатами измерения с расчетами и соответствующей схемой.

4.4. Определение координат пункта способом засечек

Засечкой называется метод определения координат отдельной точки измерением элементов, связывающих ее положение с исходными пунктами.

При определении координат засечками, кроме необходимых измерений, выполняют избыточные контрольные измерения. Засечки различают *прямые*, *обратные* и *комбинированные*. В *прямой засечке* измерения выполняют на исходных пунктах (рис.4.3 а, г); в *обратной* - на определяемом пункте (рис.4.3 б, д); в *комбинированной* – на исходных и определяемом пунктах (рис.4.3 в).

В зависимости от вида измерений засечки бывают *угловые* (рис. 8.3 а, б, в), *линейные* (рис. 4.3 г), *линейно-угловые* (рис. 4.3 д). Измеренные углы на рис. 4.3 отмечены дугами, измеренные расстояния - двумя штрихами.

Определение координат пункта прямой угловой засечкой

Для решения задачи с контролем необходимо иметь три твердых пункта.

Исходные данные твердых пунктов А (X_A, Y_A), В (X_B, Y_B), С (X_C, Y_C); дирекционных углов твердых линий выдаются преподавателем.

Горизонтальные углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ определяются студентами самостоятельно. Необходимо определить координаты пункта Р.

Схема решения задачи представлена на (рис. 4.3).

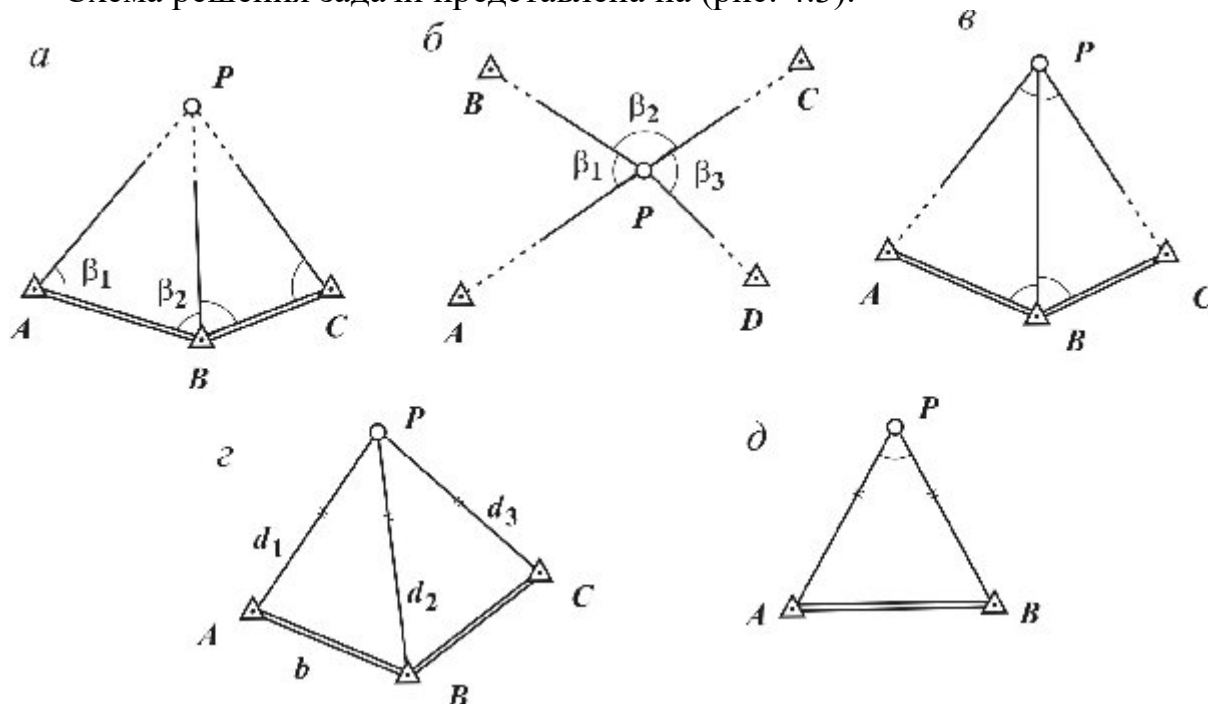


Рис.4.3. Схемы засечек: а – прямая угловая; б – обратная угловая; в – комбинированная угловая; г – линейная; д – линейно-угловая

Подобные задачи основаны на решении треугольника. *Решить треугольник* – это значит определить известные значения угловых и линейных элементов

треугольника. При топографических и геодезических вычислениях наиболее часто приходится определять по известным стороне и двум углам значение третьего угла и величину двух других сторон треугольника. То есть решить треугольник. Алгоритм решения задачи зависит от того, какие именно характеристики треугольника считаются известными. Стандартным методом решения задачи является использование нескольких фундаментальных соотношений, выполняющихся для всех плоских треугольников (рис.4.3):

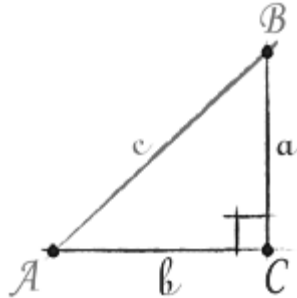


Рис. 4.4 Обозначение сторон и углов треугольника

Теорема косинусов

Квадрат стороны треугольника равен сумме квадратов двух других сторон без удвоенного произведения этих сторон на косинус угла между ними.

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha \quad (4.10)$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta \quad (4.11)$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma \quad (4.12)$$

Теорема синусов

Стороны треугольника пропорционально синусам противоположных углов

$$a / \sin A = b / \sin B = c / \sin C \quad (4.13)$$

где a, b, c - стороны треугольника.

Для нахождения неизвестного угла надёжнее использовать теорему косинусов, а не синусов. Причина в том, что значение синуса угла при вершине треугольника не определяет однозначно величину угла. Например, если $\sin \beta = 0,5$, то угол β может быть как 30° , так и 150° , потому что синусы этих углов совпадают. Исключением является случай, когда заранее известно, что в данном треугольнике тупых углов быть не может - например, если треугольник прямоугольный. С косинусом такие проблемы не возникают, в интервале от 0 до 180° значение косинуса определяет угол однозначно.

Если известны катет a и гипотенуза c

Второй катет b определится по теореме Пифагора:

$$b = \sqrt{c^2 - a^2} \quad (4.14)$$

Угол A определится по формуле синуса: $\sin A = a/c$

Если измерен острый угол A , то угол B найдется по формуле: $B = 90^\circ - A$

Стороны можно найти по следующим формулам:

$$a = c \cdot \sin A \quad (4.15)$$

$$b = c \cdot \cos A \quad (4.16)$$

$$a = b \cdot \tan A \quad (4.17)$$

Определение сторон треугольника по трем измеренным углам

Если измерены три угла треугольника (рис. 8.3), то его стороны находятся по теореме косинусов:

$$a = \arccos\left(\frac{\cos\alpha + \cos\beta}{\sin\beta \cdot \sin\gamma} \cdot \cos\gamma\right) \quad (4.18)$$

$$b = \arccos\left(\frac{\cos\beta + \cos\gamma}{\sin\gamma \cdot \sin\alpha} \cdot \cos\alpha\right) \quad (4.19)$$

$$c = \arccos\left(\frac{\cos\gamma + \cos\alpha}{\sin\alpha \cdot \sin\beta} \cdot \cos\beta\right) \quad (4.20)$$

Определение стороны треугольника по двум измеренным сторонам и углу между ними

Пусть измерены стороны **a**, **b** и угол γ между ними. Тогда третью сторону **c** можно найти по теореме косинусов:

$$c = \arccos(\cos\alpha \cdot \cos b + \sin\alpha \cdot \sin b \cdot \cos\gamma) \quad (4.21)$$

Определение стороны треугольника по двум углам и одной из сторон

Пусть измерены сторона **a** и углы **A** и **B**. Сторону **b** найдём по теореме синусов:

$$b = \arcsin\left(\frac{\sin\alpha \cdot \sin\beta}{\sin\alpha}\right) \quad (4.22)$$

Если угол для стороны **a** острый и $\alpha > \beta$ существует второе решение:

$$b = \pi - \arcsin\left(\frac{\sin\alpha \cdot \sin\beta}{\sin\alpha}\right) \quad (4.23)$$

Остальные величины определим из формул:

$$c = 2 \left[2 \arctan \left(\tan(1/2(a-b)) \frac{\sin(1/2(a+b))}{\sin(1/2(a-b))} \right) \right] \quad (4.24)$$

$$\gamma = 2 \left[2 \arctan \left(\tan(1/2(a-b)) \frac{\sin(1/2(a+b))}{\sin(1/2(a-b))} \right) \right] \quad (4.25)$$

Вычисление координат точек решением прямой угловой засечки

Прямая геодезическая засечка применяется для определения координат дополнительной точки на основании двух исходных пунктов с известными координатами. Прямая засечка может быть использована также для привязки теодолитных или тахеометрических ходов к пунктам геодезической опорной сети. В практике обычно применяют многократные прямые засечки с 3-х и более пунктов, обеспечивающие надежный контроль и повышающие точность определения координат искомого пункта.

1. По измеренным углам между направлением исходной стороны и направлениями на определяемый пункт **P** (рис. 4.5, *a*);

2. По дирекционным углам направлений с исходных пунктов на определяемый (рис. 4.5, *б*).

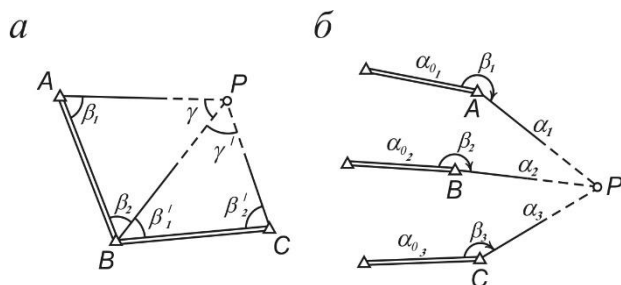


Рис.4.5. Схемы решения прямой геодезической засечки: *a* – по измеренным углам; *б* – по дирекционным углам

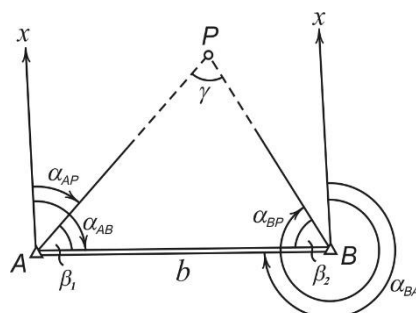


Рис.4.6. Прямая геодезическая засечка по измеренным углам с двух точек

Различают две схемы решения задачи:

Для решения задачи с контролем необходимо иметь три твердых пункта.

Определение координат пункта прямой угловой засечкой по формулам Гаусса и Юнга

4.4.1. Организация работы. Преподавателем задаются исходные данные - координаты твердых пунктов А (X_A, Y_A), В (X_B, Y_B), С (X_C, Y_C); (рис. 8.5.а).

Горизонтальные углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ и дирекционные углы твердых линий определяются студентами самостоятельно. Необходимо определить координаты пункта Р.

4.4.2. Приборы и принадлежности: калькулятор, линейка, карандаш.

4.4.3. Порядок выполнения работы.

1. На исходных пунктах А и В измерить углы β_1 и β_2 . (рис. 4.5).

2. Вычислить дирекционные углы направлений АР и ВР по формуле:

$$\alpha_{AP} = \alpha_{AB} - \beta_1; \alpha_{BP} = \alpha_{BA} + \beta_2 \quad (4.26)$$

Дирекционные углы с координатами связаны формулами обратной геодезической задачи:

$$\tan \alpha_{AP} = \frac{y_P - y_A}{x_P - x_A}; \tan \alpha_{BP} = \frac{y_P - y_B}{x_P - x_B};$$

Решая эти уравнения относительно x_P и y_P , получим формулы, по которым вычисляют координаты определяемой точки Р (формулы Гаусса):

$$x_P = \frac{x_A \tan \alpha_{AP} - x_B \tan \alpha_{BP} + y_B - y_A}{\tan \alpha_{AP} - \tan \alpha_{BP}} \quad (4.27)$$

$$y_P = y_A + (x_P - x_A) \tan \alpha_{AP} \quad (4.28)$$

Для контроля ординату y_P вычисляют вторично по формуле:

$$y_P = y_B + (x_P - x_B) \tan \alpha_{BP} \quad (4.30)$$

Если один из дирекционных углов α_{AP} или α_{BP} близок 90° или 270° , вычисления выполняют по формулам:

$$y_P = \frac{y_A \operatorname{ctan} \alpha_{AP} - y_B \operatorname{ctan} \alpha_{BP} + x_B - x_A}{\operatorname{ctan} \alpha_{AP} - \operatorname{ctan} \alpha_{BP}} \quad (4.31)$$

$$x_P = x_A + (y_P - y_A) \operatorname{ctan} \alpha_{AP} = x_B + (y_P - y_B) \operatorname{ctan} \alpha_{BP} \quad (4.32)$$

Для выявления ошибок полевых измерений задачу решают дважды: от пунктов А, В и, второй раз, от пунктов В, С.

Существуют и иные формулы решения прямой угловой засечки, например, формулы котангенсов углов треугольника (формулы Юнга):

$$x_P = \frac{x_A \operatorname{ctan} \beta_2 + x_B \operatorname{ctan} \beta_1 + y_B - y_A}{\operatorname{ctan} \beta_1 + \operatorname{ctan} \beta_2} \quad (4.33)$$

$$y_P = \frac{y_A \operatorname{ctan} \beta_2 + y_B \operatorname{ctan} \beta_1 + x_A - x_B}{\operatorname{ctan} \beta_1 + \operatorname{ctan} \beta_2} \quad (4.34)$$

$$\tan \alpha_{BP} = \frac{y_A \operatorname{ctan} \beta_1 - y_B (\operatorname{ctan} \beta_1 + \operatorname{ctan} \beta_2) + y_C \operatorname{ctan} \beta_2 + x_A - x_C}{x_A \operatorname{ctan} \beta_1 - x_B (\operatorname{ctan} \beta_1 + \operatorname{ctan} \beta_2) + x_C \operatorname{ctan} \beta_2 - y_A + y_C} \quad (4.35)$$

$$\alpha_{AP} = \alpha_{BP} - \beta_1 \quad (4.36)$$

4.4.4.К сдаче предоставляется: ватман формата А4 с расчетными данными.

4.5.Определение координат пункта обратной угловой засечкой

В определяемом пункте Р (рис.4.3,б) измеряют углы β_1 и β_2 между направлениями на исходные пункты А, В и С. При этом исходные пункты выбирают такие, чтобы они с точкой Р не оказались на одной окружности или вблизи нее. Координаты точки Р вычисляют по формулам Гаусса, предварительно вычислив дирекционные углы.

4.5.1. работы. Исходные данные: местоположение и координаты пунктов $A(X_A; Y_A)$; $B(X_B; Y_B)$; $C(X_C; Y_C)$, $D(X_D; Y_D)$ выдаются преподавателем. Горизонтальные углы β_1 и β_2 определяют студентами самостоятельно. Необходимо определить координаты пункта - Р.

4.5.2. Приборы и принадлежности: теодолит, штатив

4.5.3. Порядок выполнения работы. Измерить горизонтальные углы β_1 и β_2 ; вычислить дирекционные углы.

Для контроля измерить избыточный угол β_3 и вычислить координаты пункта Р, используя другую пару измеренных углов.

4.5.4.К сдаче предоставляется: ватман формата А4 с расчетными данными.

4.6. Определение координат пункта линейной засечкой

Для определения координат пункта Р (рис.4.3,г) измеряют расстояния d_1, d_2 . По формуле косинусов (рис. 8.4) находят углы треугольника АРВ.

4.6.1. Организация работы. Преподавателем указываются положение и координаты исходных пунктов А, В и С. Необходимо найти координаты пункта Р.

4.6.2. Приборы и принадлежности: рулетка, лазерная рулетка.

4.6.3. Порядок выполнения работы. Измерить расстояния от пунктов с известными координатами А, В и С до определяемого пункта Р.

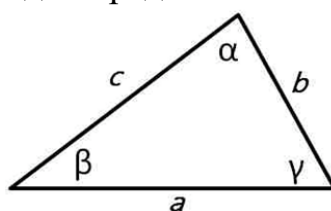


Рис. 4.7 теорема косинусов

$$\cos \gamma = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2 \cdot a \cdot b}; \quad (4.37)$$

$$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2 \cdot b \cdot c}; \quad (4.38)$$

$$\cos \beta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2 \cdot a \cdot c}. \quad (4.39)$$

Вычислить дирекционный угол a_{AP} , а затем по формулам прямой геодезической задачи - искомые координаты пункта Р.

$$X_P = X_A + d_1 \cos \alpha_{AP}; \quad (4.40)$$

$$Y_P = Y_A + d_1 \sin \alpha_{AP}; \quad (4.41)$$

Для контроля измеряют избыточное расстояние d_3 и вычисляют координаты пункта Р из другого треугольника ВРС.

4.5.4.К сдаче предоставляется: ватман формата А4 с расчетными данными.

Практическая работа № 3

Установка теодолита в створ.

Задача возникает чаще всего на строительной площадке, когда необходимо теодолит или тахеометр установить на какой либо строительной оси.

5.1.Организация лабораторной работы. Преподавателем указывается два исходных пункта *A* и *B*, образующих створ (две точки на противоположных стенах аудитории) и точка исходного положения теодолита (тахеометра).

5.2.Приборы и принадлежности: электронный тахеометр или точный теодолит, рулетка, линейка.

5.3.Порядок выполнения работы. Для того чтобы установить теодолит в створ двух исходных *точек A* и *B* поступают следующим образом.

Пусть исходное положение теодолита соответствует точке *T* (рис. 5.1).

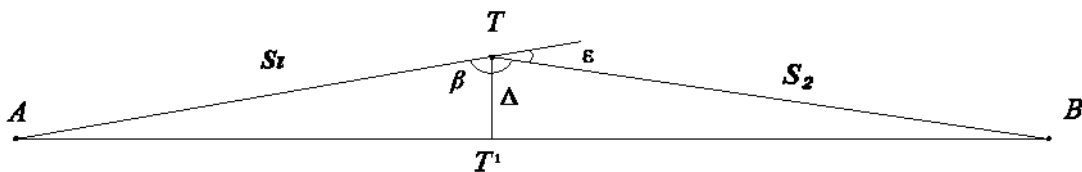


Рис. 5.1 Установка теодолита в створ

Теодолит приводят в рабочее положение и измеряют угол β полным приёмом. Кроме того, рулеткой (или тахеометром) измеряют расстояния S_1 и S_2 до этих точек.

Подсчитав угол $\varepsilon = 180^\circ - \beta$, находят нестворность Δ по формуле:

$$\Delta = \frac{S_1 \cdot S_2}{(S_1 + S_2)} \cdot \frac{\varepsilon}{\rho} \quad (5.1)$$

Здесь $\rho = 206265''$. При помощи оптического центра теодолита фиксируют проекцию его оси.

Отложив линейкой в направлении предполагаемого створа значение Δ , находят точку T^1 , над которой заново центрируют теодолит и выполняют контрольные измерения. Контрольные измерения заключаются в повторном измерении угла β , который должен быть равным 180° . Отличие от 180° может соста-

вить для теодолита 3Т2КП, не более 10", что для расстояний в 50 м выразится нестворностью в 1,2 мм.

5.4.К сдаче предоставляется: ватман формата А4 с расчетными данными.

Лабораторная работа № 3 **Построение перпендикуляра к базовой линии**

Задача может возникнуть на строительной площадке при монтаже строительных конструкций или технологического оборудования.

6.1.Организация лабораторной работы. Преподавателем указывается два исходных пункта **А** и **В**, образующих базовую линию (две точки на стене аудитории на уровне груди) и точка исходного положения теодолита (тахеометра).

6.2.Приборы и принадлежности: электронный тахеометр или точный теодолит, рулетка.

6.3.Порядок выполнения работы. Пусть **АВ** есть базовая линия, точки которой недоступны для установки теодолита, и к этой линии необходимо построить перпендикуляр из точки **Т**, где установлен теодолит (рис.6.1).

Задача сводится к отысканию основания перпендикуляра (точка **Т**), опущенного из точки стояния теодолита на базовую линию. Для этих целей на базовой линии выбирают и намечают на некотором удалении друг от друга две точки **1** и **2**. Рулеткой измеряют расстояние между этими точками и расстояние **S** от точки **2** до оси вращения теодолита. Измеряется также угол β в точке стояния прибора.

Далее, пользуясь нижеприведенными формулами, следует найти:

Найдя отрезки **x** и **y**, можно найти положение точки **Т°** на базовой линии, построением этих отрезков соответственно от точек **2** или **1**. Контролем служит равенство $x + y = b$. Расхождение между суммой вычисленных значений **x** и **y** и измеренной величиной **b** может составить **2-3** мм.

$$\begin{aligned}\gamma &= \arcsin\left(\frac{S}{b} \sin \beta\right); \\ x &= S \cdot \cos[180^\circ - (\beta + \gamma)]; \\ y &= S \cdot \sin[180^\circ - (\beta + \gamma)] \cdot \operatorname{ctg} \gamma.\end{aligned}\tag{6.1}$$

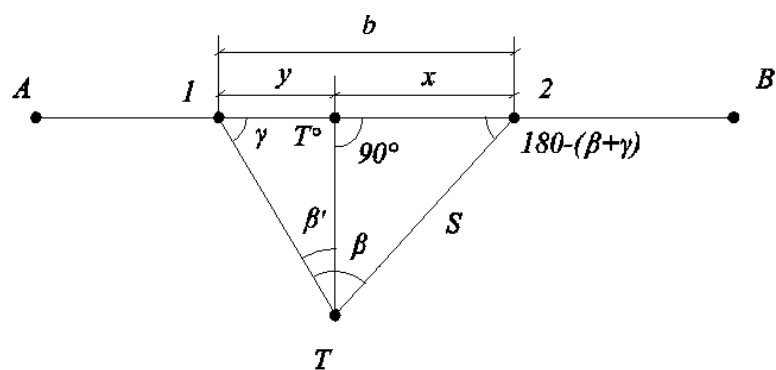


Рис. 6.1 Построение перпендикуляра к базовой линии

Кроме этого контроля, следует проверить выполнение условия

$\gamma + \beta' = 90^\circ$, для чего необходимо измерить угол β' .

6.4.К сдаче предоставляется: ватман формата А4 с расчетными данными.

Практическая работа № 4

Построение направления, параллельного базовой линии

В направляющих с большими и сложными пролётами (подкрановые пути) выверку параллельности принято проводить от двух параллельных створов. При исполнительной съёмке конструкций, установленных по монтажной оси, также возникает задача построения створа, параллельного оси, с целью производства съёмки методом бокового нивелирования.

7.1.Организация лабораторной работы. Преподавателем указывается два исходных пункта, образующих базовую линию (две точки на уровне груди вдоль стены аудитории) и указывается точка установки теодолита.

7.2.Приборы и принадлежности: Теодолит точный или технической точности, рейка нивелирная, рулетка.

7.3.Порядок выполнения работы. Ориентировать теодолит параллельно базовой линии можно несколькими способами. Рассмотрим два из них.

На рис. 11.1,а приведён способ *построения параллельного направления путём введения поправки в отсчёт по горизонтальному кругу теодолита*, коллимационная плоскость которого ориентирована приблизительно параллельно базовой линии.

Теодолит устанавливают в точке **Т** на некотором удалении от базовой линии, заданной точками **А** и **В** и приводят в рабочее положение. Предположим,

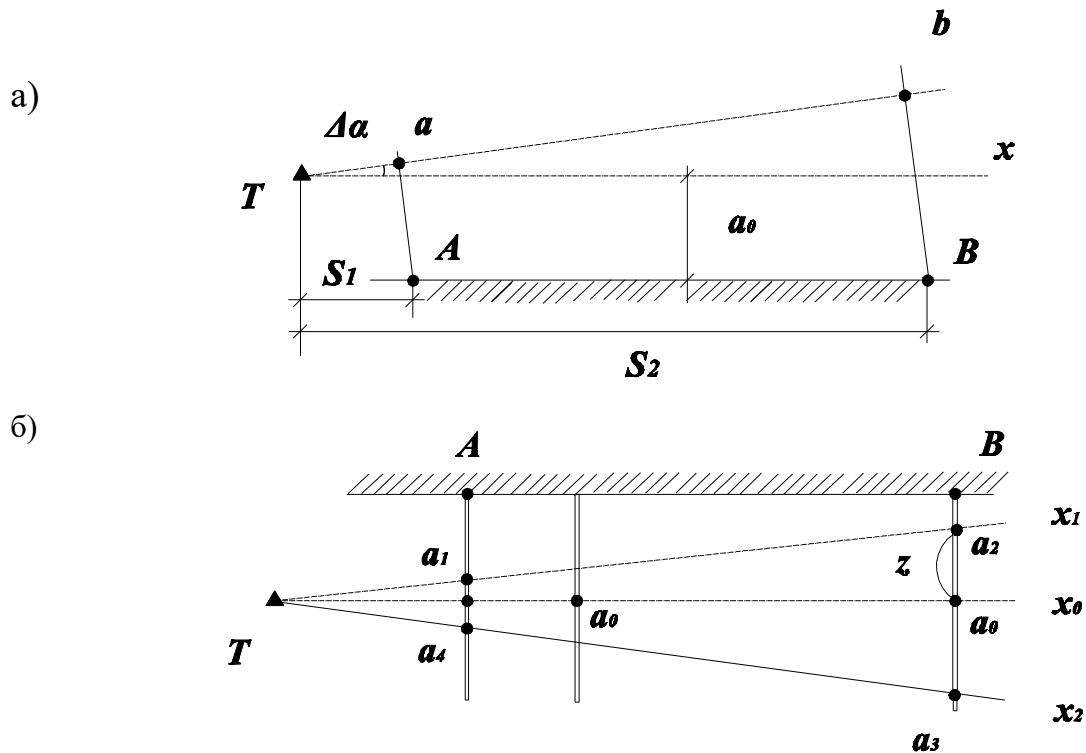


Рис. 7.1 Построение направления, параллельного базовой линии

что зрительная труба теодолита занимает положение, близкое к искомому (визирная ось **Tab** составляет небольшой угол $\Delta\alpha$ с параллелью **Tx** к базовой линии **AB**).

К базовой линии в точках **A** и **B** последовательно прикладывается (перпендикулярно плоскости стены) нивелирная рейка по которой производятся отсчёты **a** и **b** относительно вертикальной нити сетки нитей теодолита. Если разность отсчётов $\Delta = b - a$ не равна нулю, то трубу теодолита следует повернуть на угол $\Delta\alpha$, значение которого вычисляют по формуле

$$\Delta\alpha = \frac{b - a}{S_2 - S_1} \cdot \rho, \quad (7.1)$$

где S_1 и S_2 горизонтальные расстояния от проекции точки стояния теодолита на створ, образованный базовой линией. Расстояния (горизонтальные проекции) измеряются рулеткой.

Для контроля отложения угла $\Delta\alpha$ можно вычислить отсчёт a_0 по рейкам, соответствующий параллельному положению коллимационной плоскости теодолита к заданной базовой линии:

$$a_0 = b - \frac{b - a}{S_2 - S_1} \cdot S_2 = a - \frac{b - a}{S_2 - S_1} \cdot S_1. \quad (7.2)$$

Этот отсчёт должен сохраняться в точках **A** и **B** в пределах 2-3 мм.

Задача может быть решена без линейных измерений рулетками, а *при помощи только нивелирных реек*, прикладываемых горизонтально в исходных точках **A** и **B** приблизительно перпендикулярно к базовой линии.

Установив теодолит в точку **Т**, на некотором удалении от базовой линии (рис.11.1,б), приводят его в рабочее положение и зрительную трубу визуально ориентируют по направлению **Тх₁** так, чтобы ее ось в перспективе пересеклась с направлением базовой линии. В этом положении зрительной трубы относительно вертикальной нити сетки производят отсчёты по рейке **а₁** и **а₂**, последовательно прикладываяемой к точкам **А** и **В**.

При следующем положении зрительной трубы, когда её коллимационная плоскость ориентирована по направлению **Тх₂** на удаление от базовой линии, по рейкам, приложенным к тем же точкам, последовательно берут отсчёты **а₃** и **а₄**. Далее вычисляется отсчёт по рейке **а₀ = а₂ + z**, соответствующий параллельному положению визирной плоскости к базовой линии. Здесь **z** вычисляют по формуле:

$$z = \frac{(a_1 - a_2) \cdot (a_3 - a_2)}{(a_1 - a_2) + (a_3 - a_4)} \quad (7.3)$$

Вычислив отсчёт **а₀**, устанавливают рейку на дальнюю точку базовой линии и, наведя вертикальную нить сетки на этот отсчёт, закрепляют трубу. Это и есть искомое положение трубы. Контролируют построенное направление по другим точкам (т.А), задающим базовую линию.

7.4.К сдаче предоставляется: ватман формата А4 с расчетными данными.

Библиографический список

1. Инженерная геодезия. Под ред. Михелева Д.Ш., М., Академия, 2009.
2. Авакян В.В. Прикладная геодезия: Геодезическое обеспечение

строительного производства. М.: Вузовская книга, 2011.-256 с.: ил.

Практикум по прикладной геодезии. Геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации инженерных сооружений. Ключин Е.Б., Михелев Д.Ш., Барков Д.П. и др. М., Недра, 1993.

3. Практикум по геодезии: Учебное пособие для вузов/ Под ред. Г.Г. Поклада. – М.: Академический проект; Трикста, 2011. – 470с. – (Фундаментальный учебник: библиотека геодезиста и картографа).

4. Учебно-методическое пособие для студентов з/о Е.Р.Горр.

Оглавление

Введение	3
Практическая работа № 1	3
Проектирование строительной сетки	3
Лабораторная работа № 1	7
Элементы разбивочных работ	7
Практическая работа № 2	13
Передача отметок и осей на монтажный горизонт	13
Лабораторная работа № 2	16
Решение прикладных задач	16
Практическая работа № 3	24
Установка теодолита в створ.	24
Лабораторная работа № 3	25
Построение перпендикуляра к базовой линии	25
Практическая работа № 4	26
Построение направления, параллельного базовой линии	26
Библиографический список.....	29

Прикладная геодезия

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Прикладная геодезия» для студентов специальности 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» профиль «Геодезическое обеспечение геоинформационных систем» всех форм обучения

Составитель:
Попов Борис Алексеевич,
Нестеренко Ирина Васильевна

Отпечатано в авторской редакции

Подписано к изданию _____.
Объем данных 739 Кб

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14