

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емец Валерий Сергеевич
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 25.06.2025 16:31:20
Уникальный программный ключ:
f2b8a1573c931f1098cfe699d1debd94fcff35d7

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Рязанский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Московский политехнический университет»

Кафедра «Архитектура и градостроительство»

Л.В. Дедова, Л. В. Алексеенко

УЧЕБНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

Методические указания

Библиотека
Рязанского института (филиала)
Московского политехнического университета
390030, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, д. 26/53

Рязань
2017

УДК 528
ББК 26.12
Д 26

Д 26 Дедова Л.В. Учебная геодезическая практика: методические указания / Л.В. Дедова, Л.В. Алексеенко – Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2017. – 16 с.

Методические указания содержат рекомендации к выполнению геодезических работ при прохождении учебной геодезической практики по дисциплинам «Геодезия», «Инженерная геодезия».

Указания предназначены для направлений: 07.03.01 «Архитектура», 08.03.01 «Строительство», 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Печатается по решению методического совета Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.

УДК 528
ББК 26.12

© Дедова Л.В., Алексеенко Л.В., 2017
© Рязанский институт (филиал)
Московского политехнического
университета, 2017

1. ОБЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Цель практики – научить студентов самостоятельно и правильно выполнять топографические работы, необходимые при решении инженерных задач: выноске проектов в натуру, проведении топографических изысканий и т.д. Полевые работы прививают студентам навыки геодезических работ в объеме, необходимом для инженера – строителя, учат правильному обращению с геодезическими инструментами и их применению. Практика должна приучить студента понимать, что выполнение геодезических работ требует соблюдения определенной точности и систематического контроля и что все полевые документы должны четко и аккуратно заполняться.

Сроки и содержание учебной практики определяются учебным планом, рабочей программой и графиком проведения практики.

Перечень и сроки выполнения работ определяет преподаватель – руководитель практики. Он также формирует рабочие бригады из числа студентов в количестве 5 – 6 человек и назначает бригадира.

В обязанности бригадира входят: регистрация посещаемости студентов, получение и сдача приборов и оборудования, распределение обязанностей между членами бригады и ведение дневника практики.

Каждый студент должен выполнить все виды работ, предусмотренные программой практики.

Ответственность за сохранность приборов и оборудования несут все студенты бригады в равной мере.

2. ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ

Топографические съемки местности выполняются в масштабе 1: 2000 в такой последовательности:

- создание планового и высотного обоснований;
- тахеометрическая съемка местности;
- составление плана строительного участка.

Для производства съемки бригада должна иметь следующее оборудование и документы:

1. Теодолит со штативом.
2. Вехи – 3 шт.
3. Дальномерную рейку.
4. Полевую сумку (мешок).
5. Мерную ленту.
6. Топор.
7. Колья – 10 – 12 шт.
8. Журнал измерения углов.
9. Журнал тахеометрической съемки.
10. Круговые кроки.
11. Ведомость вычисления координат.

2.1. ПЛАНОВОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Плановое обоснование создать в виде теодолитного хода.

Последовательность выполнения полевых работ:

- рекогносцировка (обследование) участка с закреплением вершин теодолитного хода;
- измерение углов хода теодолитом способом отдельного угла;
- измерение базисной стороны хода в прямом и обратном направлениях с точностью 1: 2000;
- привязка теодолитного хода к пунктам опорной геодезической сети;

- камеральная обработка результатов измерений.

Полевые работы Измерение линий и ведение абриса

Линии измеряют 20 – метровой мерной лентой в прямом и обратном направлениях с относительной точностью 1/1500; 1/2000, т.е. 10-12 см на каждые 100 м. Перед измерением линии более 150 м провешивать. Если линия имеет отдельные участки с углом наклона более 2^0 , поправки вводить только в наклонные участки. Абрис измерений длин линий и съемки ситуации вести в журнале измерения углов на специально отведенных для этого местах – измерение углов.

Перед началом измерения углов на каждой стадии выполнять поверку теодолита: ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна оси вращения инструмента (описание выполнения поверки взять из учебника «Инженерная геодезия»). На каждой стадии измерение горизонтальных углов записывается в специальный журнал. Никаких исправлений и подтирок в журнале не делать! Цифры зачеркнуть, рядом записать верные.

В ходах измеряют правые по ходу углы (внутренние).

Работу на станции проводить в такой последовательности:

1. Установливают теодолит в рабочее положение, т.е. центрируют и приводят в горизонтальное положение.
2. Измерение горизонтального угла производят способом отдельного угла, т.е. наблюдают его при КП (круг право) и КЛ (круг лево). Расхождение между двумя значениями измеренного угла не должно превышать $2 t$ – двойной точности инструмента.
3. В конце измерений подсчитывают сумму углов замкнутого или разомкнутого хода и сравнивают его с теоретической: $\sum \beta_T = 180 \cdot (n - 2)$.

2.2. ВЫСОТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Точки высотного обоснования совместить с точками планового обоснования, т.е. проложить теодолитно-высотный ход. И тогда порядок работы на станции будет следующим:

1. Приводят теодолит в рабочее положение.
2. Измеряют высоту инструмента и высоту «V» над верхним срезом кола.
3. Измеряют горизонтальный угол.
4. Измеряют винтом зрительной трубы, совмещают среднюю нить сетки с верхом вехи, установленной в задней (правой точке), приводят пузырек уровня вертикального круга на середину и берут отсчет микроскопа шкалы вертикального круга.
5. В том же порядке проводят наблюдения на веху, установленную на передней (левой) точке хода.
6. Переводят зрительную трубу теодолита через зенит, на угол, равный (примерно) 90^0 , и в том же порядке ведут наблюдения, сначала на заднюю, а потом на переднюю точку хода, т.е. наблюдают угол вторично при другом положении вертикального круга.
7. Вычисление углов наклона производят по формуле

$$V = \frac{KL - KP}{2}$$

8. Место нуля (МО) на каждой станции вычисляют дважды по формуле:

$$MO = \frac{KL + KP}{2}$$

Расхождение между значениями не должно превышать $2 t$.

2.3. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

В качестве съемочного обоснования для производства тахеометрической съемки принять теодолитно-высотный ход. При выполнении тахеометрической съемки плановое положение точек определить способом полярных координат, отметки – тригонометрическим способом.

Снимают все характерные точки контуров с рельефа, т.е. линии поворота или пересечения контуров и точки перегибов склонов, бровки, вершины, дно впадины и т.д., все эти точки носят название речных. Число речных точек зависит от сложности контуров, характера рельефа и масштаба съемки.

Порядок работы на станции:

1. Установить место нуля.
2. Установить теодолит над опорной точкой и привести его в рабочее положение.
3. Ориентировать горизонтальный круг в замкнутом ходе по задней точке. В разомкнутом по передней.

Для ориентирования устанавливают на лимбе отсчет, равный $0^{\circ}00'$. Лимб открепляют, и наводят трубу на точку, по которой производится ориентирование. Лимб закрепляют. Далее при наборе речных точек работают алидадой. Все записи наблюдений ведут в тахеометрическом журнале. В журнале перед началом съемки записать:

- номер ситуации;
- номер точки ориентирования;
- номер точки стояния;
- высоту инструмента (до сотых долей метра, от оси вращения трубы до верхнего среза кола);
- коэффициент дальномера;
- место нуля;
- круг (КП или КЛ).

4. На рейке отметить высоту в порядке, указанном в журнале:

- определить расстояние до речной точки по нитяному дальномеру с точностью 0,5 м. Расстояние точек не должно превышать 100 м;
- микрометрным винтом трубы навести центр сетки нитей на метку на рейке;
- взять отсчет по горизонтальному кругу;
- взять отсчет по вертикальному кругу (перед взятием отсчета пузырек вертикального круга вывести на середину).

Ведение кроки

Параллельно с журналом речных точек на каждой станции на отдельном листе ведут кроки. Точку, обозначающую станцию, располагают в центре листа. Вокруг точки следует вычертить концентрические окружности через 1 см и считать, что это расстояние соответствует 10 м местности. Окружность разбить на 36 частей, провести радиусы и оцифровать их через 10° . Руководствуясь отсчетами по горизонтальному кругу и расстояниям по дальномеру, наносить все снимаемые точки. Необходимо внимательно следить за тем, чтобы номер точки в журнале совпадал с номером кроки. Точки одного контура необходимо соединить сплошной или пунктирной линией так, чтобы получилось изображение, подобное натуре: дороги, овраг, ручей, озеро и т.д.

Для съемки рельефа точку следует располагать по всем основным линиям рельефа: по водоразделам, тальвегам, по линии скатов. Для этого необходимо использовать не только точки ситуации, но и брать точки, характеризующие только рельеф. Направление склонов указывать стрелками.

2.4. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Камеральная обработка результатов измерений:

1. Вычисление координат точек съемочного обоснования.

1.1. В ведомости координат записывают название вершин хода, средние значения измеренных горизонтальных углов, дирекционный угол начальной стороны, горизонтальное проложение всех сторон хода, координаты начальной и конечной точек хода.

1.2. Подсчитывают сумму измеренных углов, а теоретическую сумму измеренных углов определяют по формулам:

$$\sum \beta_T = 180 \cdot (n - 2) \text{ - замкнутый ход;}$$

$$\sum \beta_T = \alpha_H - \alpha_R + 180 \cdot m \text{ - разомкнутый ход.}$$

1.3. Подсчитывают угловую невязку в полигоне по формуле: $f\beta = \sum \beta_{\text{изм.}} - \sum \beta_{\text{теор.}}$

1.4. Вычисляют допустимость угловой невязки по формуле: $f\beta \text{don} = \pm 2t \cdot \sqrt{n}$.

1.5. Если полученная невязка допустима, то ее распределяют между углами с обратным знаком: сначала в углы дробными долями минут, а затем в углы, образованные наиболее короткими сторонами. Сумма исправленных углов должна быть равна их теоретической сумме.

1.6. По дирекционному углу начальной стороны с исправленным углом вычисляют дирекционные углы всех сторон хода по формуле: $\alpha_{n+1} = \alpha_n + 180^\circ - \beta_{np}$. Контролем вычисления дирекционных углов является получение первоначального значения в конце вычислений.

1.7. По полученным дирекционным углам вычисляют румбы сторон по одной из формул:

$$r_1 = \alpha_1, \quad \text{если } 0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ.$$

$$r_2 = 180^\circ - \alpha_2, \quad \text{если } 90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ.$$

$$r_3 = \alpha_3 - 180^\circ, \quad \text{если } 180^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ.$$

$$r_4 = 360^\circ - \alpha_4, \quad \text{если } 270^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ.$$

1.8. Вычисляют приращение прямоугольных координат по формулам:

$$x = S \cdot \cos r;$$

$$y = S \cdot \sin r.$$

Знаки приращений определяют по названиям румбов. Вычисленные приращения координат округляют до сотых долей метра и записывают в ведомость координат. Подсчитывают суммы вычисленных приращений по каждой оси: $\sum \Delta x_{np}$ и $\sum \Delta y_{np}$, так как теоретическая сумма приращений по каждой оси равна:

$$\sum \Delta x_T = 0; \sum \Delta y_T = 0 \text{ - в замкнутом ходе}$$

и

$$\sum \Delta x_T = x_k - x_n; \sum \Delta y_T = y_k - y_n \text{ - в разомкнутом ходе.}$$

Невязки в приращениях равны: $f\Delta x = \sum \Delta x_{np} - \sum \Delta x_T$,

$$f\Delta y = \sum \Delta y_{np} - \sum \Delta y_T.$$

1.9. Подсчитывают абсолютные и относительные невязки в приращениях координат по формулам:

$$f_{abs} = \sqrt{f\Delta x^2 + f\Delta y^2};$$

$$f_{relative} = \frac{f_{abs}}{P}.$$

В теодолитных ходах относительная ошибка не должна превышать от 1:1500 до 1:2000.

1.10. Допустимые невязки в приращениях координат распределяют пропорционально длинам сторон хода со знаком, обратным знаку невязки. Абсолютные значения суммы поправок должны равняться невязке.

1.11. Вычисляют исправленные значения приращений координат, для чего прибавляют поправки к вычисленным значениям приращений. Алгебраическая сумма исправленных приращений должна быть равна теоретической.

1.12. Вычисляют координаты всех точек хода по формулам:

$$x_{n+1} = x_n + \Delta x; \quad y_{n+1} = y_n + \Delta y.$$

1.13. Обработка результатов съемки рельефа:

-вычисляют угол наклона по одной из формул: $v = KЛ-МО$, $v = МО-КП$;
-вычисляют горизонтальное проложение S по формулам:

$$S = K \cdot n \cdot \cos^2 v \text{ или } S = \frac{k \cdot n}{2} + \frac{k \cdot n}{2} \cdot \cos^2 v,$$

где k – коэффициент дальномера;

n – количество делений на дальномерной рейке.

Если угол наклона меньше 2^0 , считать расстояния, измеренные дальномером (Kn), за горизонтальное положение.

Вычисляют превышения по формуле: $h = \frac{S}{2} \cdot \sin 2v$.

Вычисляют отметки речных точек $H_{rech} = H_{cm} + h$.

Построение плана

1. Построить координатную сетку.
2. Построить план по координатам.
3. Накладку речных точек производить по транспортиру, совмещая нуль его с направлением, принятым на данной станции за начальное. После этого отмечают все направления на речные точки и на них в масштабе расстояния от станции до соответствующей речной точки. Рядом с наклоном точки ставят в числителя ее номер, а в знаменателе – отметку точки, округленную до 0,1 м. Точки, принадлежащие одному контуру, соединяют точечным пунктиром.
4. Провести горизонтали.
5. Вычертить план в горизонталях (см. топографическое черчение).
6. На плане запроектировать прямоугольное сооружение и подготовить разбивочный чертеж.

Перенести проект в натуре.

Документация

1. План участка в масштабе 1: 2000.
2. Журнал угломерной и тахеометрической съемки и крохи.
3. Схема сети точек съемочного обоснования.
4. Ведомость координат.

5. Схема увязки превышений точек съемочного обоснования.
6. Ведомость вычисления высот точек съемочного обоснования.
7. Калька высот.
8. Разбивочный чертеж.

По окончании работ студенты обязаны вычистить все инструменты и принадлежности, после чего сдать их по описи.

3. НИВЕЛИРНЫЕ РАБОТЫ

Для работы необходимы:

1. Нивелир со штативом.
2. Рейки – 2 шт.
3. Лента или рулетка – 1 шт.
4. Вехи – 3 шт.
5. Топор – 1 шт.
6. Деревянные колья – 50 шт.
7. Пикетажная книжка.
8. Журнал инженерно-технического нивелирования.
9. Журнал нивелирования III класса.
10. Таблица для разбивки круговых кривых.

Перед началом нивелирных работ необходимо выполнить следующие поверки для нивелира:

1. Ось круглого уровня должна быть параллельна вертикальной оси инструмента;
2. Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна вертикальной оси инструмента;
3. Визирная ось зрительной трубы должна быть параллельна оси цилиндрического уровня.

3.1.ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ

Задание: протрассировать дорогу длиной 2,5 км. На 3-х углах поворота разбить главные точки кривой. На одном из углов поворота произвести детальную разбивку кривой. Произвести нивелирование трассы и 6 поперечников. Обработать полевой журнал. Составить продольный и поперечный профиль. Нанести на профиль проектную линию. Вычислить рабочие отметки и положения точек нулевых работ. Вычислить объем земляных работ по линейному сооружению. Составить разбивочный чертеж по детальной разбивке кривой и чертеж выноса пикетов на кривую.

Разбивочные работы на трассе

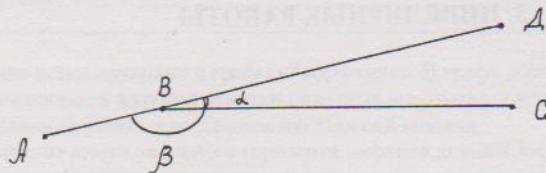
Направление трассы задает руководитель практики. Закрепив на прямолинейном участке начало трассы и промежуточную точку, устанавливают в начале трассы нивелир, а в промежуточную точку - веху и вешат трассу «на себя». Определив, таким образом, положение трассы, разбивают ее на 100 м, стровые отрезки, называемые пикетами. Концы пикетов закрепляют кольшками, которые забивают вровень с землей, рядом забивают сторожок, на котором ставят номер пикета. Между пикетами на наиболее характерных перегибах местности в углах поворота трассы закрепляют промежуточные и плюсовые точки. Номера этих точек подписывают на сторожках. Название промежуточных точек складываются из номера предыдущего пикета и расстояния от этого пикета до плюсовой точки (ПК – 8 + 64).

Для характеристики рельефа по полосе будущего сооружения на трассе разбивают 6 поперечников длиной 20 м. Как правило, поперечники разбивают на таком расстоянии друг от друга, чтобы поверхность полосы между смежными поперечниками по обе стороны трассы имела одинаковый уклон.

Обозначение точек поперечника складывается из номера предыдущего пикета и плюсовой точки, через которую он проходит, и расстояния от плюсовой точки, лежащей на поперечнике, с указанием положения точки по отношению к трассе (ПК-8+64 лев. 20). Правые по ходу углы трассы измеряют теодолитом одним полным приемом.

Углы поворота трассы вычисляют по измеренным правым по ходу углом β по формуле:

$$\alpha_{np} = 180^\circ - \beta; \alpha_{ne} = \beta - 180^\circ.$$



Разбивку главных точек кривых производят одновременно с разбивкой пикетажа. Для определения главных точек кривой НК, КК и СК определяют элементы кривой: $T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}$;

$$B = R \cdot (\sec \frac{\varphi}{2} - 1); \quad K = \frac{nR}{180^\circ} \cdot \alpha^\circ; \quad D = 2T - K.$$

Радиус круговой кривой принять равным 100 м. Вычисленные тангенсы отложить по направлению А и С, в полученных точках забить колышки и поставить сторожки, подписав на них название этих точек. С помощью теодолита разделить угол β пополам и на направлении отложить значение биссектрисы Б. Полученную точку середины кривой закрепить. Пикетажное наименование главных точек кривой вычисляют по ведомости.

Основные вычисления		Контрольные вычисления	
название главных точек и элементов кривой	пикетажное наименование главных точек и элементов кривой	название главных точек и элементов кривой	пикетажное наименование главных точек и элементов кривой
$\frac{BY}{-T}$		$\frac{BY}{+T}$	
НК $\frac{K}{+}$ $\frac{2}{2}$		ВУ+Т -Д	
СК НК $+K$		КК -К/2	
КК		СК	

Во время разбивки пикетажа производить съемку ситуации узкой полосы шириной по 20 м по обе стороны от трассы, а результаты съемок заносить в пикетажную книжку. В пикетажной книжке по середине листа прочертить прямую линию и на ней в масштабе 1:2000 нанести пикеты и плюсовые точки и указать румбы направлений трассы.

Порядок работы на станции

- Устанавливают нивелир по середине между связующими точками и приводят его в рабочее положение.
- Наводят трубу на заднюю рейку, приводят пузырек цилиндрического уровня на середину и берут отсчет вначале по черной стороне рейки a_r , затем по красной стороне рейки a_k .
- Поворачивают трубу нивелира на переднюю рейку и берут отсчеты b_r и b_k .
- Выполняют контроль нивелирования связующих точек, разность отсчетов по задней и передней рейкам не должна превышать $\pm 5\text{мм}$, т. е. $(a_r - b_r) = (a_k - b_k)$.
- После выполнения контроля с этой же станции производят нивелирование промежуточных точек (плюсовых и точек поперечников). Для этого задний реечник устанавливает свою рейку последовательно на все промежуточные точки, расположенные между связующими точками. Отсчет на каждую точку берут один раз по черной стороне рейки.
- Закончив работу на данной станции, нивелир переносят в середину следующего пикетажного расстояния. На новой станции передняя точка предыдущей станции станет задней, а задний реечник перейдет на следующую точку новой станции, т. е. станет передним. Все наблюдения на новой станции проводят так же, как на первой.
- В тех случаях, когда превышение между пикетами больше высоты рейки (нивелир бьет в землю), нивелирование производят с помощью «х» точки, они нивелируются, как связующим способом «из середины», т. е. отсчеты берутся по черной и красной стороне рейки.
- Все наблюдения на станциях заносятся в нивелирный журнал.

Камеральные работы

- Вычисляют превышение как разность соответствующих задних и передних отсчетов. Расхождение между этими превышениями не должно быть больше 5 мм.
- Вычисляют средние превышения. Правильность их вычислений контролируется постранично:

$$\sum z - \sum \Pi = \sum h_{hab} = 2 \sum h_{cp}.$$

- Невязку определяют как разность: $fh = \sum h_{np} - \sum h_r$; $\sum h_{np} = \sum h_{cp}$;

$$\sum h_r = H_k - H_n.$$

- Допустимость невязки определить по формуле:

$$fh_{\text{don}} = \pm 50\text{мм} \cdot \sqrt{L},$$

где L – длина хода, км.

- Допустимую невязку распределяют поровну на все превышения с обратным знаком.

- Вычисляют отметки связующих точек по формуле: $H_{\text{посл}} = H_{\text{пред}} + (\pm h)$.

- Отметки промежуточных точек вычисляют через горизонт инструмента: $ГИ = H_a + a$,
тогда $H_b = ГИ - b$, где a – отсчет по черной стороне задней рейки (на задний пикет),
 b – отсчет по черной стороне передней рейки.

- Построение профиля. Горизонтальный масштаб 1:2000. Вертикальный масштаб 1:100 по данным нивелирования, пикетажной книжки составляют профиль трассы. Составление профиля осуществляется в приведенной ниже последовательности:

Построение профильной сетки

Уклоны	0,5 см
Расстояния	0,5 см
Пикеты	0,5 см
Отметки поверхности земли (черные)	1,5 см
Проектные отметки (красные)	1,5 см
Характеристика кривых	3 см
План	2 см

Заполнение сетки начинают с графы «Расстояния». В графу «Отметки поверхности земли» вписывают вычисленные в журнале отметки пикетных и промежуточных точек, округляя их до 0,01м. Графу «План» заполняют по данным пикетажной книжки.

Построение: от линии условного горизонта (верхняя линия профильной сетки) в вертикальном масштабе откладывают высоты связующих и промежуточных точек. Полученные точки соединяют ломаной линией.

Нанесение проектной линии: спроектировать на продольном и поперечном профиле дороги.

Принять начальную красную отметку проектной линии на 0,3 м выше, отметить.

Отметки всех связующих и промежуточных точек вычислить по формуле:

$$H_{nos} = H_{pred} + (\pm id).$$

где H_{nos} и H_{pred} – красные отметки последующей и предыдущей точек,

i – уклон (принять $i = +0,002$),

d – расстояние между точками.

Рабочие отметки вычисляют как разность красных и черных отметок. Положительные рабочие отметки записывают на профиле над насыпью, отрицательные – под выемкой. Точки пересечения проектной линии с линией профиля называют точками нулевых работ. Эти точки переносят с проекта в натуре по расстоянию от ближайшей к ним пикетной или промежуточной точки по вычисленному по формуле расстоянию:

$$d = a \cdot \frac{D}{a + b},$$

где a и b – задняя и передняя рабочие высоты

D – расстояние, внутри которого лежит точка нулевых работ.

Синие отметки – это отметки точек нулевых работ. Отметки вычисляют по формуле:

$$H_c = H_{nk} + id.$$

Вычисленную отметку выписывают в графу «проектные отметки» синим цветом.

9. Производят подсчет объема земляных работ по линейному сооружению.

Детальная разбивка кривой

Детальную разбивку кривой производят через 5 м способом перпендикуляров от касательной. Для построения точки на кривой вычисляют ее координаты. За ось « x » принимают касательную T , за ось « y » – перпендикуляр к ней. Разбивку производят от точек НК и КК,

прямоугольные координаты вычисляют по формулам: $x = R \cdot \sin \alpha$; $y = 2R \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2}$.

Для наиболее распространенных радиусов значения x и y выбирают из специальных таблиц.

Детальная разбивка кривой производится в присутствии руководителя практики.

Построение выполняется следующим образом. Обозначить на местности положение точек НК, СК и КК. Откладывать от НК значение x_1 и перпендикулярно к точке x_1 отрезок равный, y_1 , получаем положение точки k_1 . Аналогично получают положение других точек.

Документация

1. Журнал инженерно-технического нивелирования.
2. Пикетажные книжки.
3. Чертеж и расчет элементов кривой.
4. Продольный профиль трассы и поперечников.
5. Ведомость подсчета объема земляных работ по линейному сооружению.

3.2. НИВЕЛИРОВАНИЕ III КЛАССА

Нивелирование III класса производят для создания высотного обоснования топографических съемок масштаба 1:5000 и крупнее и для решения различных инженерных задач.

Задание: проложить ход между двумя закрепленными точками (реперами) протяженностью 2,5 км. Произвести компарирование метровых подразделений реек, пронивелировать ход в прямом и обратном направлении и определить превышение между реперами.

Проверки реек

Рейки, используемые при нивелировании, подлежат исследованию и проверке.

1. Определение разности высот нулей реек.
2. Определение ошибок дециметровых делений рейки.
3. Определение средней длины метра пары реек.

Полевые работы при производстве нивелирования III класса

Для производства нивелирования III класса используют нивелиры с 30-кратным увеличением трубы и с ценой деления цилиндрического уровня не более 15 на 2 мм дуги. Рейки должны быть

3-метровые двухсторонние с сантиметровыми делениями.

Нивелирование III класса выполняется в прямом и обратном направлении. Превышение определяют по средней нити и контролируют по двум дальномерным нитям. В обработку принимают превышение, полученное по средним нитям. Расстояние от нивелира до реек измеряют тонким стальным тросом или просмоленной бечевкой. Контролируют отсчетами по дальномерным нитям. Длину визирного луча допускают 75 м. Неравенство плеч (расстояний) может быть не более 2 м, а накопление в секции - не более 5 м. Высота визирного луча над почвой должна быть не ниже - 0,3 м.

Журнал нивелирования III класса

Наблюдения по дальномерным нитям			Наблюдения по средним нитям			Средние превышения
задняя рейка	передняя рейка	контрольные превышения	задняя рейка	передняя рейка	превышен ия	
2	5	11	4	1	4	14
3	6	12	к	8	7	15
9	10	13		16	17	18
(2-3)	(5-6)	(9-10)	(1-8)	(4-7)		x
20	21	22	23	24	25	26
Контрольные превышения		20=21=2мм 22:2=27 25:2=29	23-24=28 22-25=26			

Порядок работы на станции

1. Нивелир приводят в рабочее положение. Трубу наводят на заднюю рейку, приводят пузырек уровня на середину и по черной стороне рейки берут отсчет по средней нити (1) и по дальномерным (2 и 3). Затем по черной стороне передней рейки берут отсчеты по средней нити (4) и по дальномерным (5 и 6). Полусуммы отсчетов по дальномерным нитям $\frac{2+3}{2} = 1$ $\frac{5+6}{2} = 4$ равны отсчетам по средним или отличаются от них не более чем на 3 мм.
2. Повернув рейку красной стороной по средней нити, берут отсчет на переднюю точку (7), затем на заднюю (8). На этом работу на станции заканчивают.

Камеральные работы

Обработку результатов начинают с поверки журнала. Вычисления ведут в такой последовательности:

1. По разностям (2-3=9) определяют расстояние до задней и передней (5-6=10) реек, которые не должны отличаться на более чем на 2 м;
2. Вычисляют превышения по дальномерным нитям (2-5=11 и 3-6=12) и по средним (1-4=14 и 8-7=15). Величины (16=8-1 и 17=7-4) составляют контроль разности пяток реек и должны быть равны (14-15=17-16=18) или могут иметь значение в пределах 100 ± 3 мм. Расхождение в превышениях по средним нитям также не должно превышать эту величину;
3. Подсчет постраничного контроля: подсчитывают суммы расстояний по дальномерным нитям от инструмента до задних и передних реек (и). Контроль ($20=21$ 2 м). Двойная сумма превышений по дальномерным нитям ($22=11+12$) и одинарное превышение будут равны ($22:2=27$). Суммы отсчетов по средней нити по красной и черной сторонам реек на заднюю и переднюю рейки ($1+8=23$ $4+7=24$) и их разность ($23-24=28$). Сумма средних превышений контролируется ($25:2=29$). Величины 28 и 25, а также 26 и 29 должны быть попарно равными между собой, величины 25 и 26 на 3 мм на каждой станции, до 7 мм. Сумма наблюдаемых двойных превышений ($25=14+15$) должна быть равна 28.
4. Невязку между прямым и обратным ходом определяют по формуле:

$$fh = \sum h_{np} - \sum h_{obr},$$

допустимость невязки: $fh_{don} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{L \cdot km}$ Если невязка допустима, определяют среднее превышение между прямым и обратным ходом. Сумму средних превышений сравнивают с теоретической: $fh_t = H_k - H_n$. Допустимость невязки определяют по формуле:

$$fh_{don} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{4km}.$$

Полученную невязку, если она допустима, распределяют пропорционально по длинам секций с обратным знаком, а на участках с различными уклонами пропорционально числу штативов.

5. Высоты вычисляются по исправленным средним превышениям по формуле:

$$H_{nosa} = H_{pred} + (\pm h).$$

Все вычисления ведут в ведомости превышений отметок марок и реперов нивелирования III класса.

Если необходимо прервать наблюдения в секции, устанавливают временные нивелирные знаки, для этого на последних 2-х станциях башмаки или костили забивают на дно ямы (0,3 м) закрывают травой и засыпают землей. После перерыва повторно нивелируют временные знаки и устанавливают, изменилось ли превышения. Если расхождение между

превышениями составляет на более чем 3 мм, то берут их среднее значение и нивелировку продолжают.

Документация

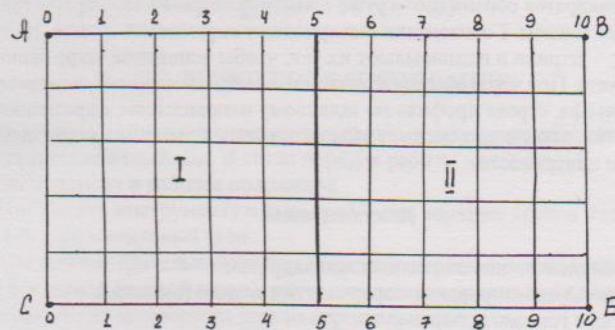
1. Полевой журнал.
2. Ведомость превышений и предварительных марок и отметок.

3.3. НИВЕЛИРОВАНИЕ ПЛОЩАДИ ПО КВАДРАТАМ

Задание: пронивелировать по квадратам участок площадью 2,0 га. Стороны квадратов принять 20 м. Вычислить отметки вершин квадратов, составить план в горизонталях, решить основные задачи на квадрате с горизонталями, составить проект вертикальной планировки поверхности.

Разбивочные работы

Вдоль длинной стороны участка вешают линию АВ и разбивают ее на нужное число 20-метровых отрезков. В точке А и В последовательно устанавливают теодолит, строят прямые углы и на полученных направлениях АС и ВЕ откладывают нужное количество 20-ти метровых отрезков, закрепляя их кольшками. Затем вешают линию СЕ и разбивают ее на отрезки по 20 м. Затем, пользуясь вешками, поставленными последовательно в точках 1-1; 2-2 и т.д., производят разбивку вершин квадратов внутри прямоугольника АВЕС.



Полевые работы

1. Нивелирование производят из середины больших квадратов I и II. Установив нивелир в центре I квадрата, наблюдают точки А 55 с, а затем устанавливают рейку последовательно во все вершины малых квадратов. Изменив высоту инструмента, повторно получают отсчеты для каждой точки вершины квадрата, при втором положении инструмента, полученные превышения не должны отличаться более чем на 4 мм.
2. Установив нивелир на середину II квадрата, производят нивелирование связующих (5 ВЕ 5) и промежуточных точек в той же последовательности, как и в I квадрате.

- Полученные в результате нивелирования отсчеты записывают на схеме квадратов около соответствующих вершин.

Контрольные работы

- Вычислить превышения между связующими точками по обычному правилу нивелирования «из середины» ($h=a-b$). Из двух значений превышений, если они отличаются друг от друга не более чем на 4 мм, взять среднее и записать на схему квадратов.
- Вычислить невязку в превышениях между связующими точками, обходя участок по наружному замкнутому ходу, проверить ее допустимость и ввести поправки в средние превышения.
- Вычислить отметки связующих точек. Исходная отметка связующих точки берется условно. Отметки остальных связующих точек вычисляют по формуле:
$$H_{\text{нов}} = H_{\text{пред}} + (\pm h)$$
- Вычислить отметки промежуточных точек. Для этого вычисляют горизонт инструмента для станции I и II по четырем связующим точкам. Если полученные значения отличаются между собой не более чем на 10 мм, то из них берут среднее. Вычисленные высоты записывают против соответствующих вершин квадратов.
- На листе чертежной бумаги в масштабе 1:500 строят сетку квадратов и подписывают отметки вершин, округленные до 0,01 м.
- С помощью палетки или миллиметровки находят отметки горизонталей на всех сторонах квадратов и полученные точки с одинаковыми высотами соединяют плавными линиями – горизонталами.
- Вершины квадратов обозначают кружочками диаметром 1 мм черной тушью, рядом записывают высоты. Горизонтали вычерчивают коричневой тушью. На горизонталах ставят берг – штрихи и подписывают их так, чтобы основание цифр было обращено к подошве ската. Под чертежом вычерчивают линейный масштаб, подписывают высоту сечения рельефа, строят профиль по заданному направлению, определяют средний уклон участка, производят подсчет объема земляных работ для вертикальной планировки поверхности.

Документация

- Журнал продольного нивелирования по квадратам.
- Журнал (схема) нивелирования поверхности с подсчетом высот.
- План участка с горизонталами.
- Ведомость подсчета объема земляных работ.

4. РАЗБИВОЧНЫЕ РАБОТЫ

- Разбивка прямоугольного сооружения
- Детальная разбивка кривой.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общее положение	4
2. Топографические съемки	4
2.1. Плановое обоснование	4
2.2. Высотное обоснование	5
2.3. Тахеометрическая съемка	6
2.4. Камеральные работы	7
3. Нивелирные работы	9
3.1. Инженерно-техническое нивелирование	9
3.2. Нивелирование III класса	13
3.3. Нивелирование площади по квадратам	15
4. Разбивочные работы	16

Учебное издание

Дедова Лилия Васильевна

Алексеенко Лидия Викторовна

УЧЕБНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

Методические указания

Подписано в печать _____ Тираж 25 экз.
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53