

# Инженерная геодезия

Выполнил: Моисеенко Никита Сергеевич Б-21ГИД

## Содержание

### Введение

1. Охрана труда при проведении геодезической практики
  - .1 Основные правила при обращении с геодезическими инструментами
  - .2 Техника безопасности при проведении геодезических работ
  - . Геодезические работы по созданию плановой опорной сети простейшего вида
    - .1 Поверка теодолита
    - .2 Понятие о теодолитной съемке
      - .2.1 Полевые работы при проложении теодолитных ходов
      - .2.2 Определение неприступного расстояния
    - .3 Обработка замкнутого теодолитного хода
      - 2.3.1 Уравнивание углов в замкнутом теодолитном ходе
      - 2.3.2 Уравнение приращения координат точек теодолитного хода
  - . Геодезические работы по созданию высотной опорной сети простейшего вида
    - .1 Поверки нивелира
    - .2 Понятие продольного нивелирования
      - 3.2.1 Подготовка нивелирной трассы. Разбивка пикетажа
      - 3.2.2 Нивелирование трассы
    - .3 Управление превышений разомкнутого нивелирного хода
    - .4 Построение продольного профиля трассы
  - . Нивелирование поверхности по квадратам

### Заключение

### Список использованной литературы



## Введение

Целью геодезической практики является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами в процессе изучения предмета "Инженерная геодезия", а также приобретение практических навыков по работе с геодезическими приборами, обработке результатов геодезических измерений, составлению технической документации. Геодезическая практика является продолжением учебного процесса. Предварительно необходимо изучить каждую тему дисциплины, выполнить все лабораторные и практические работы, предусмотренные программой. Завершающий этап изучения - геодезическая практика. Значение учебной геодезической практики огромно: она расширяет, углубляет и закрепляет теоретические знания, учит самостоятельности при выполнении топографических и геодезических работ, дополняет знания по кругу вопросов, которые трудно освоить в стенах техникума. Задача практики - научить самостоятельно и правильно выполнять топографо-геодезические работы. Это не только приобретение навыков работы с геодезическими инструментами. Необходимо, чтобы студенты представили себе весь процесс работ, поняли важность соблюдения определенной последовательности, методики работы при выполнении всех видов работ, знали, какими приемами достигается требуемая инструкциями точность. Во время практики студенты должны научиться обращаться с инструментами: носить, устанавливать их в рабочее положение, выбирать место для установки инструмента, реек, правильно ставить и держать их, правильно вести записи в журналах и быстро производить в них необходимые вычисления, правильно распределять работу по времени и обязанности между членами бригады. Все расчетно-графические работы, предусмотренные программой практики, должны быть выполнены студентами самостоятельно и оформлены в полном соответствии с требованиями ГОСТ.

## 1. Охрана труда при проведении геодезической практики

К геодезической практике допускаются лица, прошедшие инструктаж по охране труда, медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья.

Лица, допущенные к геодезической практике должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, расписание учебных занятий, установленные режимы труда и отдыха. До начала работ руководитель практики проводит вводный инструктаж, на котором детально прорабатывает и изучает со всеми студентами в подгруппе правила безопасной работы, противопожарные мероприятия, требования по защите окружающей среды, внутренний распорядок, дисциплинарные требования и правила обращения с геодезическими приборами.

### .1 Основные правила при обращении с геодезическими инструментами

Все приборы и инструменты до начала работы подлежат тщательному осмотру:

топоры и молотки должны быть плотно насажены на рукоятки с расклиниванием металлическими клиньями;

деревянные рукоятки не должны иметь заусениц и трещин;

переносить топоры разрешается только в чехлах;

ручки ящичков, футляров геодезических приборов должны быть прочно закреплены на них.

Переносить вешки, штативы, шпильки следует, только держа их острыми концами вниз. Устанавливать вехи и штативы надо так, чтобы не поранить ноги остриём.

## 1.2 Техника безопасности при проведении геодезических работ

Разматывать и сматывать ленту надо вдвоём, соблюдая осторожность, чтобы не поранить ладонь стальной полосой ленты. Переносить при измерениях мерную ленту следует только за ручки.

Запрещается перебрасывать друг другу вешки и шпильки.

Геодезические приборы. Установленные на штативы, необходимо прочно укреплять на местности, во избежание их падения.

Запрещается оставлять геодезические приборы на проезжей части дороги. При перерывах в работе запрещается оставаться у подошвы насыпей автодорог.

В населённых пунктах следует соблюдать правила дорожного движения. Переносить геодезические приборы с одного места на другое можно только по краю тротуара, а не по проезжей части дороги.

Если приближается гроза, полевые работы необходимо прекратить и всем студентам перейти в закрытое помещение.

Во время грозы запрещается стоять под деревьями и быть близко от столбов, мачт, громоотводов.

Летом в солнечные дни запрещается работать с непокрытой головой. При работе на солнце без головного убора может произойти тепловой или солнечный удар. В наиболее жаркие часы дня следует прерывать работу и переносить её на ранние или предвечерние часы.

Запрещается при передвижении снимать обувь и ходить босиком во избежание травм и укусов пресмыкающихся и насекомых. Работать следует в лёгкой обуви с трудно прокалываемой подошвой.

Одежда каждого работающего должна быть удобной, свободной для работы и соответствовать сезону. Запрещается садиться или ложиться на сырую землю, камни, траву- это может вызвать простудные заболевания с тяжёлыми осложнениями.

Запрещается пить холодную воду из колодцев, будучи потным или разгорячённым.

Во избежание заражения желудочно-кишечными болезнями запрещается пить воду из открытых непроверенных водоёмов и случайных источников. Запрещается пробовать на вкус какие-либо растения, плоды или грибы.

Во избежание лесных пожаров и ожогов запрещается разводить костры.

## 2. Геодезические работы по созданию плановой опорной сети простейшего вида

Опорная геодезическая сеть - система определённым образом выбранных и закрепленных на местности точек, служащих опорными пунктами <<http://www.spbtgik.ru/book/1132.htm>> при топографической съёмке и геодезических измерениях <<http://www.spbtgik.ru/book/1111.htm>> на местности.

Различают плановую и высотную опорную геодезическую сеть.

Плановая опорная геодезическая сеть создается методами триангуляции <<http://www.spbtgik.ru/book/2352.htm>>, трилатерации <<http://www.spbtgik.ru/book/2353.htm>>, полигонометрии <<http://www.spbtgik.ru/book/2351.htm>>, построений линейно-угловых сетей, а также на основе использования спутниковых методов и их сочетанием, а взаимное положение её пунктов определяется геодезическими координатами <<http://www.spbtgik.ru/book/2117.htm>> или, чаще, прямоугольными координатами <<http://www.spbtgik.ru/book/3601.htm>>.

Высотная опорная геодезическая сеть развивается в виде сетей нивелирования <<http://www.spbtgik.ru/book/2601.htm>> I-IV классов точности, а также технического нивелирования в зависимости от площади и характера объекта строительства. Исходными для развития высотной опорной геодезической сети являются пункты государственной нивелирной сети <<http://www.spbtgik.ru/book/2621.htm>>.

Опорная геодезическая сеть имеет большое практическое значение для составления топографических карт <<http://www.spbtgik.ru/book/1010.htm>>, определения формы и размеров Земли.

### .1 Поверка теодолита

Поверками называют действия, связанные с регулированием (юстировкой) отдельных частей теодолита.

Поверки проводят перед началом работ, чтобы убедиться, отвечает ли теодолит основным геометрическим условиям, т. е. определённому взаимному положению его осей. К этим осям относятся:

I - I - ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга;

II - II - вертикальная ось вращения прибора;

III - III - ось вращения зрительной трубы;

IV - IV - визирная ось зрительной трубы.

Поверки выполняют в следующей последовательности:

. Поверка оси цилиндрического уровня. Ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к основной оси

вращения прибора.

Устанавливают уровень по направлению двух подъемных винтов и вращением их в разные стороны приводят пузырек уровня на середину. Затем поворачивают горизонтальный круг вокруг вертикальной оси на  $180^\circ$ . Если пузырек уровня остался на середине или отклонился не более чем на одно деление, условие выполнено.

При отклонении пузырька более чем на одно деление выполняют исправление положения оси уровня. Действуя исправительным винтом уровня, перемещают пузырек уровня на половину отклонения к середине. На вторую половину отклонения пузырек перемещают, выводя его на середину, действуя подъемными винтами, в направлении которых был поставлен уровень. Эту поверку выполняют до тех пор, пока при повороте горизонтального круга на  $180^\circ$  пузырек уровня не будет сходить больше чем на одно деление.

.Поверка визирной оси трубы. Визирной осью зрительной трубы называется линия, соединяющая центр объектива с центром сетки нитей. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси трубы. Несоблюдение этого условия вызывает коллимационную погрешность (ошибку), которая выражается углом между визирной осью и перпендикуляром к оси вращения трубы. Ее определяют в следующей последовательности:

1) Устанавливают теодолит в рабочее положение, наводят центр сетки нитей на удаленную точку, расположенную на уровне горизонтальной оси, и производят отсчет при КП по горизонтальному кругу.

2) Переводят трубу через зенит и после поворота горизонтального круга на вновь наводят центр сетки нитей на ту же точку. Производят отсчет по горизонтальному кругу при КЛ.

Коллимационная ошибка определяется по формуле:

$$C = \frac{КП + КЛ \pm 180^\circ}{2}$$

t - точность теодолита; величина C должна быть меньше 2t; для 4ТЗ0П t=1'.

В противном случае выполняется юстировка:

- . Вычисляем средний отсчет
- . Микрометренным винтом горизонтального круга устанавливают на горизонтальном круге этот отсчет.
- . Так как сетка нитей сойдет с точки, горизонтальными юстировочными



винтами сетки нитей возвращают ее на точку.

.Проверка горизонтальной оси трубы. Горизонтальная ось вращения трубы должна быть перпендикулярна к основной оси вращения прибора

Устанавливают теодолит на расстоянии 20-30 м от стены высокого здания. После установки теодолита в рабочее положение (круг право КП) наводят центр сетки нитей на высокую точку А здания. Закрепляют алидаду, опускают трубу объективом вниз и отмечают на стенке здания проекцию центра сетки нитей  $a_1$ . Переводят трубу через зенит и, открепив алидаду, наводят центр сетки нитей на ту же точку А при круге лево КЛ. После чего закрепляют алидаду. Затем опускают трубу до уровня, отмеченной ранее точки  $a_1$  и отмечают проекцию центра сетки нитей А  $a_2$ . Если точки  $a_1$  и  $a_2$  совпадают, условие выполнено. Данное условие гарантируется заводом и при его невыполнении погрешность устраняется в специальных оптико-механических мастерских

.Проверка положения сетки нитей зрительной трубы. Вертикальная нить сетки нитей должна быть отвесна, а горизонтальная - перпендикулярна к ней

Приводят ось теодолита в отвесное положение и наводят вертикальную нить сетки нитей на линию отвеса, подвешенного на расстоянии 10-15 м от теодолита. Если вертикальная нить сетки нитей совпадет с линией отвеса на всем своем протяжении, условие выполнено.

Юстировка. Отвинчивают колпачок трубы, закрывающий исправительные винты сетки нитей (1, 2, 3 и 4) и с помощью отвертки отпускают четыре закрепительных винта диафрагмы и поворачивают сеточное кольцо до совпадения вертикальной оси с линией отвеса, затем винты вновь закрепляют. Проверку повторяют.

## .2 Понятие о теодолитной съемке

Для производства теодолитной съемки каждый студент должен создать индивидуальное съемочное обоснование в виде полигона, включающего в себя 3-4 точки общей съемочной геодезической сети, выполненной всей бригадой. Полигоны необходимо создавать так, чтобы они охватывали весь снимаемый участок.

Способ прямоугольных координат целесообразно применить при съемке ручьев, извилистых контуров угодий и отдельных точек ситуации, расположенных вблизи от линий теодолитного хода.

При измерении линий лентой в абрисе записывают расстояния (абсциссы) от начала линии хода до основания перпендикуляров, опускаемых экером из снимаемых характерных точек на линию, и длины перпендикуляров (ординат), измеренных рулеткой Р

Полярный способ. Отложение каждой из характерных точек контуров ситуации I, II, III и т.д. определяют парой полярных координат: направлением на точку и расстоянием до точки. Направление можно определить по углу, измеряемому теодолитом между линией теодолитного хода и направлением на снимаемую точку. При составлении плана углы строят транспортиром. Чтобы не вычислять их и чтобы они были равны отсчетам по лимбу, поступают так. Нулевой штрих алидады совмещают с нулевым штрихом лимба и, вращая лимб, визируют на точку 2. Для съемки точки 1 вращают алидаду и визируют на эту точку, после чего записывают отсчет по лимбу, равный углу  $\beta_1$ . Затем визируют на точку с, записывают отсчет по лимбу, равный углу  $\beta_2$  и т.д. После съемки всех точек наводят на начальную точку 2, чтобы убедиться в неподвижности лимба во время съемки. Изменение отсчета на эту точку на 2-3' значения не имеет, так как построение угла транспортиром при составлении плана сопровождается ошибкой  $\pm 7''$  [1, 2].

Расстояние до снимаемых точек I-V определяют по нитяному дальномеру в соответствии с точностью масштаба плана. Предельные расстояния, определяемые по дальномеру при съемке ситуации этим способом, равны 10 м при съемке в масштабе 1:2000.

Чтобы не загружать абрис надписями, результаты измерения направлений и расстояний записывают в специальную таблицу.

Точки пересечения контуров с линиями теодолитных ходов снимают в процессе измерения линий теодолитных ходов и в абрисе записывают расстояния от начала линии до этих точек.

Метод угловой засечки состоит в том, что на снимаемую точку местности измеряют направления с двух-трех точек теодолитного хода. Чаще всего измеряют горизонтальные углы между направлениями на снимаемую точку и линиями теодолитных ходов (рис.7-в).

Угол при определяемой точке должен быть больше 40° и меньше 140°. Если вместо углов измерены расстояния до снимаемой точки, то такая засечка называется линейной.

Способ створов заключается в следующем. При наличии взаимной

видимости между точками теодолитного хода, например, 2 и 6 достаточно измерить расстояние по створу (рис.7-г) до вспомогательной точки А.

После выполнения всех полевых работ и вычислительной обработки каждый студент строит свой план теодолитной съемки в масштабе 1:2000.

### .2.1 Полевые работы при проложении теодолитных ходов

Полевые работы при проложении теодолитных ходов включают в себя:

1. Измерение горизонтальных углов одним полным приемом.
2. Измерение длин сторон теодолитного хода в прямом и обратном направлении.

При проложении теодолитных ходов измерение горизонтальных углов производится способом приемов. Рассмотрим последовательность работы на станции при измерении правых по ходу углов.

### 2.2.2 Измерение горизонтальных углов

Измерение угла при одном положении вертикального круга (только при круге право или только при круге лево называется полуприемом). Углы измеряются полным приемом. Рассмотрим последовательность работы на станции.

. Теодолит устанавливают над вершиной измеряемого угла, приводят в рабочее положение.

. Вращением горизонтального круга наводят трубу теодолита на правую точку 1 и производят отчет по оптическому микрометру при первом положении вертикального круга. Измерения записывают в журнал.

. Открепив горизонтальный круг, наводят трубу теодолита на левую точку 3 и производят отчет при положении вертикального. На этом заканчивается первый полуприем.

. Переводят зрительную трубу через зенит и начинают второй полуприем при положении вертикального круга с права, т. е. при КП. Наводят трубу теодолита на правую точку 1 и берут отчет по оптическому микрометру:

Наводят трубу теодолита на левую точку 3 и берут отсчет. Значение угла в каждом полуприеме вычисляется следующим образом: отсчет на правую точку минус отсчет на левую точку. В результате получают два значения угла:

Максимальное расхождение между значениями углов, полученных из двух полуприемов, не должно превышать двойной точности теодолита. Для теодолита 4Т30П расхождение не более 2 минут.

### 2.3 Обработка замкнутого теодолитного хода

Теодолитные ходы - геодезические построения в виде ломаных линий, в которых углы измеряют полным приемом теодолита, а длины сторон землемерными лентами, рулетками или дальномерами.

Теодолитные ходы, как правило, прокладывают между пунктами государственных геодезических сетей или сетей сгущения.

Различают теодолитные ходы разомкнутые, замкнутые, висячие и системы ходов.

Теодолитные ходы создают методом полигонометрии, но точность измерений в теодолитном ходе существенно ниже, чем в полигонометрии 2 разряда. Теодолитные ходы в качестве съемочного обоснования нередко используют в закрытой местности для съемок вдоль рек, каналов, дорог, по просекам и для съемок других линейных объектов.

При съемках объектов, занимающих относительно большие площади (мостовых переходов, аэродромов, площадок под гражданские и промышленные сооружения, здания и другие инженерные объекты), обычно вблизи границ съемки прокладывают замкнутые теодолитные ходы - полигоны. Для работы в общей системе государственных координат полигоны привязывают к пунктам государственной геодезической сети. Точки теодолитных ходов и полигонов выбирают, как правило, на возвышенных

местах таким образом, чтобы между ними была обеспечена прямая видимость и чтобы с них был обеспечен максимальный обзор снимаемой территории.

Полигоны могут опираться на стороны геодезических сетей более высоких классов. При съемках мостовых переходов в составе титульной автомобильной дороги полигоны опираются на трассу автомобильной дороги.

Если с точек замкнутого теодолитного хода - полигона не представляется возможным снять все подробности местности, то внутри него могут быть созданы один или несколько диагональных ходов.

Разомкнутые теодолитные ходы используют чаще всего для обоснования съемок линейных инженерных сооружений, при этом они, как правило, в своих начальных и конечных точках опираются на пункты государственной геодезической сети. Точки разомкнутых теодолитных ходов обычно совпадают с вершинами углов поворота трассы линейного сооружения. При прокладке теодолитных ходов большой длины (например, при изысканиях автомобильных дорог), во избежание накопления ошибки измерений последние периодически привязывают к ближайшим пунктам геодезических сетей более высокой точности.

Если разомкнутый теодолитный ход опирается на более точное обоснование только одним своим концом, то его называют висячим. Такие ходы часто используют при необходимости съемки подробностей или объектов местности, расположенных на некотором удалении от границ основной съемки. Во избежание накопления недопустимых ошибок число сторон висячего хода допускают не более трех.

### 3.1 Уравнивание углов в замкнутом теодолитном ходе

Выписываем в ведомость из полевых журналов измеренные в поле углы  $\beta$  (правые или левые);

складывая эти углы, находим практическую сумму углов  $\sum \beta_{\text{прак}}$ ; вычисляем теоретическую сумму углов в замкнутом теодолитном ходе по

формуле

$$\sum \beta_{\text{прак}} = 180^\circ (n - 2);$$

вычисляем угловую невязку теодолитного хода

$$f\beta = \sum \beta_{\text{прак}} - \sum \beta_{\text{теор}};$$

вычисляем допустимую угловую невязку

$$f\beta_{\text{доп}} = \pm 1,5t\sqrt{n};$$

где:  $t$  - точность теодолита; количество углов;  
в случае допустимой угловой невязки вычисляются поправки в измеренные углы

$$v_{\beta} = -\frac{f\beta}{n} \quad \text{контроль: } \sum v_{\beta} = -f\beta;$$

вычисляем исправленные углы  $\beta_{\text{испр}} = \beta + v_{\beta}$ ; контроль:  $\sum \beta_{\text{испр}} = \sum \beta_{\text{теор}}$

вычисляем дирекционные углы и румбы сторон теодолитного хода для правых по ходу углов :

$$\alpha_{\text{посл}} = \alpha_{\text{пред}} - \beta_{\text{прав}} \pm 180$$

Румбы линий вычисляются по формулам:

Величина $\alpha$	Название румба	Формулы
$0^\circ - 90^\circ$	СВ	$r = \alpha$
$90^\circ - 180^\circ$	ЮВ	$r = 180^\circ - \alpha$
$180^\circ - 270^\circ$	ЮЗ	$r = \alpha - 180^\circ$
$270^\circ - 360^\circ$	СЗ	$r = 360^\circ - \alpha$

### 3.2 Уравнение приращения координат точек теодолитного хода

#### 1. Вычисляем приращения координат сторон теодолитного хода

$$\Delta X = D \cos \alpha$$

$$\Delta Y = D \sin \alpha$$

Знаки приращений координат зависят от того, в какой четверти находится линия

Величина $\alpha$	Название румба	$\Delta X$	$\Delta Y$
$0^\circ - 90^\circ$	СВ	+	+
$90^\circ - 180^\circ$	ЮВ	-	+
$180^\circ - 270^\circ$	ЮЗ	-	-
$270^\circ - 360^\circ$	СЗ	+	-

В замкнутом теодолитном ходе практическая сумма приращений координат равна невязкам приращений координат т. е.:

$$f_{\Delta X} = \sum \Delta X$$

$$f_{\Delta Y} = \sum \Delta Y$$

#### 3. Производим оценку точности теодолитного хода:

а) вычисляем абсолютную невязку теодолитного хода

$$f_P = \sqrt{f_{\Delta X}^2 + f_{\Delta Y}^2}$$

б) Вычисляем относительную погрешность теодолитного хода

$$\frac{f_p}{P} = \frac{1}{N}$$

Относительная погрешность теодолитного хода не должна превышать  $\frac{1}{2000}$ .

. Распределяем невязки приращений координат в вычисленные приращения координат. Поправки в приращения координат распределяются пропорционально длинам сторон теодолитного хода. Знак поправки противоположен знаку невязки.

Контроль распределения поправок: сумма поправок должна быть равна невязке с противоположным знаком.

. Вычисляем исправленные приращения координат: вычисленные приращения координат плюс поправки в приращения координат.

Контроль: сумма исправленных приращений координат должна быть равна нулю.

. Определяем координаты вершин теодолитного хода:

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

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

Контроль: в конце вычислений должны получиться координаты исходной точки.



### 3. Геодезические работы по созданию высотной опорной сети простейшего вида

Опорная геодезическая сеть - это геодезическая сеть заданного класса (разряда) точности, которая создается в процессе инженерных изысканий и служит геодезической основой для обоснования проектной подготовки строительства, выполнения топографических съемок и аналитических определений положения точек местности и сооружений. Кроме того, для планировки местности, создания разбивочной основы для строительства, обеспечения других видов изысканий, а также выполнения стационарных геодезических работ и исследований.

Геодезические работы по созданию опорных геодезических сетей встречаются достаточно часто. Такие сети создаются для последующей топографической съемки территории (съемочное обоснование), для наблюдения за деформациями различных сооружений и для выполнения землеустроительных (опорные межевые сети) или геодезических разбивочных работ. При строительстве крупных промышленных предприятий опорные геодезические сети могут создаваться в виде сетки квадратов со сторонами в 100 и 200 метров.

Геодезические сети могут создаваться как в результате проведения спутниковых геодезических работ, так и проложением полигонометрических ходов, в которых измеряются углы и расстояния. Отметки пунктов геодезических сетей определяются, как правило, методами геометрического и тригонометрического нивелирования.

Опорная геодезическая сеть должна проектироваться и создаваться с учетом ее последующего использования при геодезическом обеспечении строительства и эксплуатации объекта. В геодезии плотность пунктов опорной сети при производстве инженерных изысканий устанавливается в программе

изысканий из расчета не менее четырех пунктов на один квадратный километр на застроенных территориях или один пункт на один квадратный километр на незастроенных территориях. Точки геодезической опорной сети надежно закрепляются на местности.

В геодезии плановое положение пунктов опорной сети при инженерных изысканиях для строительства определяется методами триангуляции, полигонометрии, трилатерации, построения линейно-угловых сетей, а также на основе использования спутниковой геодезической аппаратуры и их сочетанием.

Высотная опорная геодезическая сеть на территории проведения инженерно-геодезических изысканий развивается в виде сетей нивелирования II, III и IV классов, а также технического нивелирования в зависимости от площади и характера объекта строительства. Исходными пунктами в геодезии для развития высотной опорной сети являются пункты государственной нивелирной сети.

По результатам геодезических измерений производят расчёт плановых координат точек сети и их высотных отметок. Предельная погрешность взаимного планового положения смежных пунктов опорной геодезической сети после выполнения полевых геодезических работ и ее уравнивания не должна превышать заданных значений. Создаются каталоги координат и высот пунктов сети для дальнейшего использования. Геодезические услуги по созданию сетей специального назначения требуют высокой квалификации персонала. Расценки на геодезические работы по созданию опорных сетей зависят от размеров создаваемой геодезической сети, местоположения объекта и режима его работы.

#### .1 Поверки нивелира

. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.

Установив круглый уровень между двумя подъемными винтами I и II и

вращая их в противоположные стороны, приводят пузырек уровня на середину. Затем третьим винтом приводят пузырек уровня в центр ампулы. Если после поворота верхней части нивелира на  $180^\circ$  пузырек остался в центре, условие выполнено. При смещении пузырька с центра на половину его отклонения а перемещают пузырек исправительными винтами уровня, расположенными по направлению трубы 1 и 2 и выводят его в центр вращением подъемных винтов. Повернув нивелир на  $90^\circ$ , повторяют поверку, перемещая пузырек на половину отклонения в третьим исправительным винтом 3, и вращением подъемных винтов вновь устанавливают пузырек в центр ампулы.

Поверку выполняют несколько раз, добиваясь, чтобы пузырек оставался в центре при вращении нивелира вокруг оси.

2. Вертикальная нить сетки нитей должна быть параллельна оси вращения нивелира.

Эту поверку выполняют несколькими способами. Рассмотрим один из них. Устанавливают нивелир в рабочее положение. Наводят зрительную трубу на отвес, укрепленный за 20-30 м от нивелира, и совмещают вертикальную нить с нитью отвеса. Если на всем своем протяжении вертикальная нить сетки совпадает с линией отвеса, условие выполнено; при несовпадении производят юстировку. Для этого снимают колпачок диафрагмы со стороны окуляра, отвинтив три закрепительных винта. Ослабив винты диафрагмы 1,2,3, поворачивают пластину 4 с сеткой нитей до совмещения вертикальной нити сетки с нитью отвеса. После исправления винты 1,2,3 закрепляют.

3. Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси трубы.

Это основное условие поверяется двойным нивелированием. На слегка наклонной местности выбирают линию длиной 70-75 м, концы которой закрепляют кольшками А и В. Над точкой А устанавливают нивелир, который приводят в рабочее положение, а в точке В ставят рейку. Измеряют рейку

высоту нивелира  $i_1$  и производят передний отсчет  $b$  по рейке, установленной в точку В нивелир переносят в точку А и приводят его в рабочее положение, измеряют высоту нивелира  $i_2$ . Производят отсчет  $a$  по рейке, установленной в точке А. При непараллельности визирной оси и оси уровня возникает ошибка  $x$ , которую вычисляют по формуле:

$$x = \frac{a + b}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}$$

Если ошибка  $x$  окажется менее 4 мм, условие выполнено. При ошибке более 4 мм производят юстировку. Для этого находят верный отсчет  $a_1 = a - x$  и вращением элевационного винта устанавливают среднюю нить сетки на исправленный (верхний) отсчет  $a_1$ . Сняв крышку в торцевой части коробки цилиндрического уровня, совмещают изображение половинок концов пузырька его, действуя исправительными вертикальными винтами уровня 1 и 2, при этом слегка открепляют два горизонтальных исправительных винта 3 и 4.

## .2 Понятие продольного нивелирования

Строительству комплексов линейных сооружений, как известно, предшествует составление проекта. Для этого необходимо иметь данные об относительных высотах точек местности как по оси трассы и в пределах полосы, занимаемой линейным сооружением так и на площадках, отводимых под строительство сооружений проектируемого комплекса. Эти данные характеризуют естественный рельеф местности, который, как правило, не удовлетворяет требованиям рационального размещения сооружений и эксплуатации безнапорных трубопроводов. Уклоны естественного рельефа могут превышать требуемые допуски по осям сооружения. При наличии плоского рельефа могут возникнуть затруднения в организации стока ливневых

вод и канализации.

Линейные сооружения на них занимают по ширине сравнительно узкую полосу. В связи с этим нивелирование вдоль трассы таких линейных сооружений называют продольными. На каждом объекте строительства необходимо с требуемой детальностью и точностью получить отметки заемной поверхности на расстоянии одна от другой 100 м и менее по оси трассы. По полученным отметкам точек и расстояниям между ними составляют продольный профиль трассы, необходимый для проектирования линейного сооружения.

Ходы продольного нивелирования привязывают к реперам и пунктам государственной нивелирной сети. Это необходимо для того, чтобы, во-первых, на строительной площадке и по трассе проектируемого трубопровода получить отметки реперов и пунктов сгущения в единой государственной системе высот и, во-вторых, произвести контроль и оценку точности полученных результатов. Продольное нивелирование при строительстве ведут по особой программе, хотя и обычным методом геометрического нивелирования.

## .2.1 Подготовка нивелирной трассы. Разбивка пикетажа

Продольное нивелирование включает следующие этапы работ: получение задания; рекогносцировка трассы; разбивка пикетажа; нивелирование трассы; увязка превышений и вычисление отметок точек; составление профиля трассы. Получив задание на продольное нивелирование, подбирают необходимый плановый и высотный материал для района производства работ. По высотному материалу выбирают те из ближайших пунктов и реперов государственной высотной основы, к которым ближайшим путем и с требуемой точностью будут привязаны концы ходов продольного нивелирования.

Рекогносцировку трассы выполняют на местности для уточнения выбранного направления, выбора углов поворота трассы, проверки наличия и

сохранности реперов, привязки ходов с учетом технической и экономической целесообразности при проведении строительства. Перед нивелированием трассы проводят подготовительные работы. Для чего по оси будущего сооружения, по кольям и столбам, закрепляющим вершины углов поворота трассы, прокладывают теодолитный ход. Углы  $\beta$  поворота хода измеряют теодолитом, длины  $D$  линий - стальной мерной лентой. Вершины углов поворота обозначают  $BУ_1, BУ_2$  и т.д.

Разбивка пикетажа по трассе состоит в откладывании по оси будущего сооружения отрезков, горизонтальные положения которых равны 100 м (иногда 60 и 40 м). Эти отрезки называют пикетами.

Конец каждого пикета, закрепленного деревянным кольшком длиной 15-25 см, забитым вровень с землей, называют пикетной точкой (или пикетом). Рядом с пикетным кольшком забивают второй - сторожек, несколько выступающий над землей; на сторожке обозначают номер пикета. Начало трассы обозначают ПК0 (пикет нуль), последующие - ПК1, ПК2,... и т.д. Поэтому по номеру каждого пикета легко определяется число сотен метров трассы от ее начала. Характерные точки излома рельефа местности между пикетами, а также пересечения трассой границ угодий, ручьев, рек, озер, надземных сооружений, подземных коммуникаций и т.п. тоже отмечают кольшками. Эти точки называют плюсовыми (или промежуточными), так как их местоположение на трассе определяется расстоянием от пройденного заднего пикета. Например  $ПК_3+48$  означает, что данная плюсовая точка находится между  $ПК_3$  и  $ПК_4$  на трассе в 48 м от  $ПК_3$ .

При разбивке пикетажа результаты всех измерений заносят в пикетажную книжку, в которой указывают значения углов поворота трассы, номера всех пикетов и плюсовых точек, а также зарисовывают абрис глазомерной съемки и полосы земной поверхности вдоль трассы. В местах, где будут построены сооружения, или через определенные расстояния вдоль трассы, а также на углах

ее поворота устанавливают временные реперы, размещения их за пределами будущих земляных работ.

### 3.2.2 Нивелирование трассы

По результатам нивелирования вдоль трассы получают отметки всех точек: пикетных, плюсовых, временных реперов и столбцов, установленных в углах трассы. В процессе нивелирования по трассе рейки устанавливаются на пикетные плюсовые точки (но не на сторожки), на временные реперы и столбцы в вершинах углов поворота трассы. Нивелирование по трассе выполняют с отдельных станций. На каждой станции нивелируемыми точками бывают: задняя, передняя и промежуточные. Задняя и передняя точки определяются направлением движения по трассе. Передняя точка на предыдущей станции становится задней точкой на следующей станции. Промежуточные - характерные точки трассы (точки перегиба рельефа), отметки которых определяют только на данной станции.

Через пикетные точки происходит передача отметок с предыдущей станции на последующую, поэтому они называются связующими точками. В сильно пересеченной местности, когда превышение между смежными пикетами больше длины нивелирной рейки, в качестве связующих точек служат так называемые исковые точки, обозначенные в журнале буквой х .

Станции должны быть выбраны так, чтобы обеспечивалась видимость реек и визирный луч проходил выше поверхности земли не меньше чем на 0,2 м. Нивелир следует устанавливать на станции так, чтобы расстояние до задней и передней реек было по возможности одинаковым. Становой винт не должен быть туго затянут, а головка штатива должна быть примерно горизонтальна. Нивелирование уровнем нивелиром с двусторонними рейками по пикетажу трассы выполняют в такой последовательности

Порядок нивелирования на станции:

1. Нивелир устанавливают в рабочее положение, а рейки - на прочно вбитые в землю колья или костыли (башмаки);
2. Наводят трубу нивелира на черную шкалу задней рейки и



устанавливают трубу по глазу наблюдателя;

. Действуя элевационным винтом, приводят пузырек уровня на нуль-пункт, берут отчет (1415) по средней нити сетки нитей и записывают его в графу 3 полевого журнала, где в скобках показана нумерация последовательности записей и контрольных вычислений. В момент отчета пузырек уровня должен быть строго на нуль-пункте;

. Поворачивают трубу нивелира вокруг его основной оси и наводят ее на черную шкалу передней рейки; действуя элевационным винтом, устанавливают пузырек уровня на нуль-пункте; берут отчет по средней нити сетки нитей и записывают его в гр. 4 журнала;

. оставляя трубу нивелира наведенной на переднюю рейку, наблюдатель дает команду речникам, которые осторожно поворачивают рейки красными шкалами в сторону нивелира, после этого наблюдатель вновь устанавливает пузырек уровня на нуль-пункт и берет отчет по средней нити сетки нитей;

. повернув трубу, наводят ее на красную шкалу задней рейки и после приведения пузырька уровня на нуль-пункт берут отчет по средней нити сетки нитей;

. не снимая прибора, вычисляют превышение.

$$=Z_{\text{ч}}-П_{\text{ч}}$$

по отсчетам  $Z_{\text{ч}}$ ,  $П_{\text{ч}}$  черных шкал и превышение

$h_{\text{к}}=Z_{\text{к}}-П_{\text{к}}$  по отсчетам  $Z_{\text{к}}$ ,  $П_{\text{к}}$  красных шкал реек. Так как превышения  $h_{\text{ч}}$  и  $h_{\text{к}}$  оказались со знаком плюс (+), их следует записать в графу 6. Если вычисляемые превышения  $h_{\text{ч}}$  и  $h_{\text{к}}$  окажутся со знаком минус (-), то их записывают в графу 7. Полученные превышения сравнивают между собой. Если разность  $d= h_{\text{к}}- h_{\text{ч}}$  (с учетом разности высот нулей шкал) не превышает 5 мм, то вычисляют среднее превышение



$$h_{cp} = \frac{1}{2}[h_v + (h_x \pm 100)]$$

и записывают его с учетом знака (+ или -) в графу 8 и 9; в противном случае наблюдения на станции повторяют. Ошибочные отсчеты зачеркивают так, чтобы при необходимости они могли быть прочитаны; 8) устанавливают заднюю рейку поочередно на плюсовые точки трассы и на точки поперечников (см. рис. 76,в), берут отсчеты только по черной шкале рейки и записывают их в графу 5; 9) по окончании работы на станции нивелир переносят на очередную по ходу станцию, задний реечник переходит со своей рейкой на переднюю связующую (пикетную или исковую) точку следующей станции, а передний реечник остается на месте со своей рейкой. При перерывах в работе нивелирование заканчивают на постоянном или временном репере - вкопанных в землю столбах, прочно забитых костылями, на бордюрных камнях и т.п.

### 3.3 Управление превышений разомкнутого нивелирного хода

Нивелирные ходы служат высотной основой съемочных работ, разбивочных работ, исполнительных съемок строительно-монтажных работ. В строительстве нивелирные ходы прокладываются либо техническим нивелированием с применением нивелиров Н-3 или Н-10 и реек РН-3 или РН-10, или нивелированием 1У класса нивелирами Н-3 и рейками РН-3. Методика нивелирования практически одинакова.

Нивелирные ходы, как и теодолитные, строятся в виде полигонов (замкнутых ходов) или в виде разомкнутых ходов, опирающихся на реперы в начале и конце хода. Они могут прокладываться автономно или совмещаться с точками теодолитных ходов. В последнем случае они называются теодолитно-нивелирными ходами. Схемы построений будут соответствовать, только к

заданным координатам точек 1 и n задаются отметки этих точек Н1 и Н2 .

Невязку в сумме превышений замкнутого нивелирного хода вычисляют по формуле

$$f_h = \sum h_{np} .$$

В разомкнутом нивелирном ходе по формуле

$$f_h = \sum h_{np} - (H_K - H_H) .$$

Допустимые невязки в нивелирных ходах (замкнутом и разомкнутом) определяются по формуле

$$f_{h_{дон}} = 50 \text{ мм} \sqrt{L_{\text{км}}}, \text{ мм} ,$$

где L - длина хода (периметр) в километрах.

Если число станций на 1 км хода превышает 25, то допустимую невязку подсчитывают по формуле

$$f_{h_{дон}} = 10 \sqrt{n} , \text{ мм} ,$$

где n - число станций в ходе (полигоне).

Поправки в превышения вычисляют по формуле

$$v_h = \frac{-f_h}{n} ,$$

где  $n$  - число превышений в журнале нивелирования.

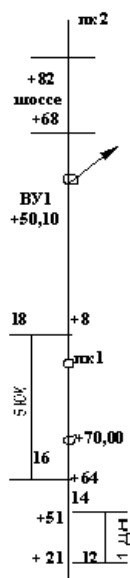
По исправленным превышениям вычисляют высоты точек по формуле

$$H_{i+1} = H_i + h_{i,i+1}^{исп}$$

### 3.4 Построение продольного профиля трассы

Построение продольного профиля трассы при проектировании подъездных путей, подземных коммуникаций и других сооружений линейного типа необходимо по заданному направлению (оси трассы) иметь профиль (вертикальный разрез местности). По продольной оси прокладывают нивелирный ход и вычисляют отметки всех точек трассы.

Профиль трассы строят на листе миллиметровой бумаги по отметкам точек, выбранным из журнала нивелирования трассы и по данным пикетажного журнала. Масштабы профиля зависят от вида линейного сооружения и характера местности. Для строительных объектов используют горизонтальные масштабы от 1: 500 до 1: 5000, а вертикальные в 10 раз крупнее, т. е. от 1: 50 до 1: 500.



#### 4. Нивелирование поверхности по квадратам

Нивелирование поверхности - это съемка рельефа на небольшом участке местности, выполняемая с помощью нивелира и рейки; в этой съемке пикеты фиксируют колышками в вершинах квадратов или прямоугольников, разбиваемых на местности с нужной степенью точности.

Создание плана по результатам нивелирования по квадратам начинают с разбивки в заданном масштабе сетки квадратов, у каждой выписывают округленную до сантиметра высоту. Согласно абрису наносят и вычерчивают в условных знаках ситуацию, а затем путем интерполирования горизонталями изображают рельеф.

Топографическую съемку небольших участков равнинной местности с небольшим количеством контуров при высоте сечения рельефа через 0,1; 0,25; 0,5 м выполняют нивелированием поверхности по квадратам, прямоугольникам, характерным линиям рельефа и т. п. Отметки пикетов во всех способа определяют точек.

При нивелировании по квадратам геометрическим нивелированием, различие состоит в методе определения планового положения и мерным прибором на местности разбивают сетку квадратов, в вершинах квадратов забивают колышки. Сначала строят квадраты со сторонами 100, 200 или 400 м, а затем получая более мелкие квадраты со сторонами 40 м при съемке в масштабе 1:2000, 20 м - при съемке в масштабе 1:1000 и 1:500. При разбивке квадратов выполняют съемку ситуации. Результаты съемки фиксируют в абрисе

## Заключение

Нашей бригадой выполнено следующие виды работ:

- . Получение инструментов, ознакомление с программой практики;
- . Поверки инструментов: теодолита, нивелира, осмотр мерной ленты, реек, штативов, поверки выполнены индивидуально каждым членом бригады;
- . Создана геодезическая съемочная основа в виде замкнутого полигона, состоящая из девяти точек;
- . Выполнена теодолитная и тахеометрическая съемки местности, площадью м<sup>2</sup>;
- . По результатам съемки составлен топографический план участка местности в масштабе 1:500;
- . Выполнены разбивочные работы для одной стороны квадрата, размером 20x20 м;
- . Мы ознакомились с методикой выполнения камерального и полевого трассирования автодороги;
- . Мы ознакомились с методом решения следующих инженерно - геодезических задач:
  - . Построение на местности угла заданной величины;
  - . Построение на местности проектного расстояния или линии заданной длины;

При прохождении практики мы приобрели опыт работы с теодолитом и нивелиром и убедились в необходимости точности измерений, измеряли горизонтальные и вертикальные углы с использованием натянутого дальномера и рулетки и превышения с помощью нивелира.

Данная работа выполнена в условных координатах, но в реальных высотах. Линии теодолитного хода были ориентированы по магнитному азимуту.

Результатом работы являются план нивелирной съемки и картограмма земляных масс, входящие в проект вертикальной планировки, план теодолитной и тахеометрической съемок, а также 2 профиля трассы дороги: продольный и поперечный



## Список использованных источников

- 1 Кушнин И.Ф. Геодезия/Учебно-практическое пособие-М: Издательство ПРИОР, 2001.
- 2 Инженерная геодезия/Учебник для ВУЗов. Е.Б. Ключин и др.-М  
Новак В.Г., Лукьянов В.Ф. и др. урс инженерной геодезии, М., Недра  
Маслов А.В. и др. Геодезия. - М.: Недра, 1993  
Родионов В.И. "Геодезия"-М, Недра, 1987  
Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. "Основы инженерной геодезии"-М,  
Высшая школа, 1988.  
Пискунов М.Е., Крылов В.Н. Геодезия при строительстве газовых,  
водопроводных и канализационных сетей и сооружений. -М.: Стройиздат  
СниП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве  
ГОСТ Р 21.1701-97 Правила выполнения рабочей документации  
автомобильных дорог.  
ГОСТ 21.508-13 Правила выполнения рабочей документации генеральных  
планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов.  
Обучающая программа- урок "Геодезия" (6 модулей) Desoft LTD/  
12 Дьяков Б.Н. Геодезия. Общий курс: Учеб. пособие для вузов. -  
Новосибирск: Изд-во Новосиб ун-та, 1993.- 171 С.  
13 Борщ-Компониец В.И. Геодезия. Маркшейдерское дело: Учеб. для вузов. -  
М.: Недра, 1989. - 512 с.: ил.  
Букринский В.А., Орлов Г.В., Самошкин Е.И. и др. Основы геодезии и  
маркшейдерского дела. Учеб. для иностр. студ. - М.:Недра, 1989. - 382 с.: ил.  
Селиханович В.Г. Геодезия: Учебник для вузов, Ч.II. - М.: Недра, 1981  
Данилов В.В., Хренов Л.С., Кожевников Н.П. и др. Геодезия. Изд. 2-е,  
перераб. - М.: Недра, 1976. - 488 с.: ил.