

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «БУРЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



Методические рекомендации и указания по прохождению учебной практики  
по получению первичных профессиональных умений и навыков  
(геодезия, спутниковые измерения)

Направление подготовки / специальность  
05.03.01 Геология

Профиль подготовки / специализация  
Геология

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
Заочная

*Переработано для 2014 года поступления*

Улан-Удэ  
2016

## **ВВЕДЕНИЕ**

Методические указания предназначены для прохождения практики по получению первичных профессиональных умений и навыков по геодезии, спутниковые измерения.

Они составлены в соответствии с утвержденными программами и учетом времени, предусмотренного учебным планом. В методических указаниях даются рекомендации по работе с геодезическими инструментами, правилам ухода за ними, выполнению полевых поверок и юстировок, подготовке приборов к полевым измерениям, ведению камеральных работ.

При описании отдельных видов геодезических измерений и съемок, предусмотренных программами практики, изложены практические приемы и способы их выполнения в полевых условиях. Обращено внимание на соблюдение требований, предъявляемых к ведению полевых документов, обработке и оформлению результатов измерений, а также на их соответствие методике полевых и камеральных работ. В приложении даны инструкция по технике безопасности на практике и памятка по охране природы и архитектурных памятников.

При составлении методических указаний были использованы материалы по организации и проведению учебной геодезической практики, разработанные коллективом кафедры в предыдущие годы.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **1.1. *Цель и задачи практики***

Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (геодезия, спутниковые измерения) является продолжением учебного процесса в полевых условиях и основной ее целью является закрепление теоретического курса, а также приобретение навыков работы с геодезическими приборами, по выполнению крупномасштабных съемок местности, широко используемых в практике.

Усвоить методику простейших измерений на местности, приобрести навыки проектирования геодезических работ, рекогносцировки и закладки геодезических пунктов, познакомиться с организацией работ по созданию съемочного обоснования и выполнению наземной топографической съемки участка местности в масштабе 1:1000.

Практика проводится в соответствии с утвержденными программами.

### **1.2. *Организация и содержание практики***

Для прохождения практики каждая учебная группа делится на бригады по 5-7 человек во главе с бригадиром. Бригадир является ответственным за организацию работы в бригаде, дисциплину, сохранность инструментов и имущества. По указанию преподавателя бригадир получает в геокамере необходимые инструменты, распределяет обязанности среди членов бригады и следит за тем, чтобы каждый из них принимал участие во всех видах работ.

Учебно-методическое руководство осуществляется преподавателем, который выдает задание бригаде, контролирует ход его выполнения и принимает законченные работы. Общий контроль над

выполнением программы практики и и правил внутреннего распорядка возлагается на заведующего кафедрой геодезии.

Выделяемое на практику количество часов предусматривает время, необходимое на ознакомление с заданием, полевые поверки инструментов, производство всех видов работ и сдачу зачета по практике. Бригада приступает к выполнению каждого следующего вида работ лишь после завершения предыдущего задания и предъявления преподавателю всех требуемых материалов.

Зачет по практике принимается преподавателем по окончании всех полевых и камеральных работ, предусмотренных программой. Документация по практике брошюруется в папке, на лицевой стороне которой указывают номер и состав бригады, номер учебной группы, фамилию руководителя, место и дату исполнения. На обратной стороне составляют пронумерованный перечень документов по каждому виду работ.

Практика включает в себя три периода:

- 1) Подготовительный
- 2) Основной (непосредственно полевой)
- 3) Заключительный

Студенты должны строго соблюдать нормы поведения и правила внутреннего распорядка, установленные на учебной практике.

### ***1.3. Правила обращения с приборами и инструментами***

Каждая бригада получает на время практики необходимые приборы, инструменты, принадлежности и пособия, за которые она несет материальную ответственность.

Полученные приборы и инструменты должны быть внимательно осмотрены в целях определения их комплектности и пригодности к работе. При осмотре обращают внимание на плавность движения подъемных, зажимных и наводящих винтов. Тугое вращение подъёмных винтов, например, свидетельствует о чрезмерно затянутом становом винте, который следует несколько ослабить. Если наводящие винты имеют «мертвый ход», их следует установить в среднее положение, предварительно открепив зажимные винты.

При нарушении плавности хода подвижных частей геодезических приборов и инструментов не следует прилагать физических усилий, а выявив причину неисправности, устранить её под руководством преподавателя. Запрещается разбирать приборы и вращать юстировочные винты в отсутствие преподавателя. При обнаружении неисправностей бригадир ставит в известность преподавателя, и вместе с дефектной ведомостью инструмент передается в геокамеру для его замены или ремонта.

При пользовании геодезическими приборами и инструментами необходимо строго соблюдать следующие правила:

1. Приборы и инструменты должны содержаться в чистоте, храниться в футляре и быть надежно закреплены упаковочной арматурой и крепежными винтами.
2. Геодезические приборы необходимо оберегать от механических ударов и сотрясений.
3. Вынимая прибор из футляра или укладывая его обратно, запрещается брать инструмент за зрительную трубу и касаться пальцами оптических деталей.

4. Установку на станции штатива следует производить при незакрепленных барашках, плавно вдавливая ножки штатива в грунт. После установки прибора на головке штатива следует немедленно закрепить становой винт.
5. Необходимо предохранять геодезические приборы от пыли, грязи и влаги. В дождливую погоду приборы защищают зонтом или полиэтиленовым пакетом. При необходимости прибор следует просушить при комнатной температуре перед установкой его в футляр.
6. Переносят прибор со станции на станцию в вертикальном положении, на штативе со сложенными ножками. Труба при этом должна быть повернута объективом вниз, а все зажимные винты - закреплены.
7. Запрещается оставлять инструмент без присмотра, прислонять его к стенкам домов, заборам, стволам деревьев.
8. При работе с мерной лентой и рулеткой необходимо следить за тем, чтобы они не скручивались и не образовывали «петель». Нельзя ленту и рулетку волочить по земле, оставлять на проезжей части дорог. После работы ленту и стальную рулетку протирают сухой тряпкой или бумагой, по окончании работ смазывают. Ленты и рулетки сдаются в геокамеру только в развернутом виде.
9. Необходимо оберегать рейки от сырости, ударов, стирания делений; пятки реек должны быть всегда чистыми.
10. Работая с приборами, не следует прикладывать силу при закреплении закрепительных винтов, так как можно легко сорвать резьбу.
11. Нельзя оставлять приборы без присмотра.

#### ***1.4. Ведение полевых документов***

Результаты геодезических измерений и съемок оформляют в полевых журналах, абрисах и т. д. простым карандашом марки ТМ. Все записи и зарисовки

В полевых документах записи должны быть четкими и аккуратными. Категорически запрещается переписывать полевые журналы, подчищать или стирать резинкой записи, выполненные в поле. Ошибочные результаты аккуратно зачеркивают и сверху записывают новые данные. Все страницы полевого журнала должны быть пронумерованы с указанием в конце общего числа страниц за подписью бригадира. На обложке журнала указывают номер и состав бригады, тип и номер инструмента, даты начала и конца измерений. На страницах журнала должны быть указаны дата наблюдений, состояние погоды, фамилия исполнителя. Записи цифр в полевых журналах должны располагаться строго под цифрами соответствующих разделов (градусы и минуты). Результаты измерений, выполненные с одинаковой точностью, нужно записывать с тем же числом десятичных знаков.

При ведении абриса и схем необходимо добиваться наибольшей полноты и выразительности.

#### ***1.5. Правила вычислительных работ***

При обработке полевых материалов необходимо обеспечить соответствие точности полевых измерений и вычислений. Вычисления, выполненные с меньшей точностью, чем точность исходных данных, снижают точность полевых измерений, а сохранение лишних разрядов чисел усложняет вычисления. Например, при вычислении приращений координат и их поправок в ведомости теодолитного хода сохраняют два знака после запятой, так как линейные измерения выполнены с ошибкой 0,01 м. При округлении чисел с большим количеством знаков до необходимого числа знаков, если отбрасываемая часть числа меньше пяти, сохраняемая цифра остается без изменения, если больше пяти, то сохраняемая

цифра увеличится на единицу. В тех же случаях, когда отбрасываемая часть числа равна пяти, то по правилу К. Ф. Гаусса число округляют в сторону четной цифры. Например, 3,45 округляют до 3,4, а 3,55 - до 3,6. Все полевые вычисления проверяют «во вторую руку», о чем делается запись в полевых журналах. Вычисления в камеральных условиях ведут «в две руки», то есть независимо двумя исполнителями.

## **2. ПОЛЕВЫЕ ПОВЕРКИ ПРИБОРОВ**

### **2.1. Полевые проверки теодолита 2Т-30**

**1.** Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна оси вращения инструмента. Устанавливают поверяемый уровень по направлению двух подъемных винтов и, вращая их в противоположные стороны, приводят пузырёк уровня на середину (в нуль-пункт). Затем поворачивают алидаду с уровнем на 180 °. Если пузырёк уровня отойдет от нуль-пункта не более чем на одно деление, то условие выполнено. В противном случае выполняют юстировку уровня. Для этого приводят пузырёк к нуль-пункту на половину дуги отклонения подъемными винтами, а на вторую половину - юстировочными винтами уровня.

**2.** Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси вращения трубы (определение коллимационной ошибки).

С помощью подъёмных винтов горизонтируют прибор и визируют на удалённую точку, находящуюся примерно на высоте прибора. При двух положениях вертикального круга (КЛ и КП) производят отчеты КП1, КЛ1 по горизонтальному кругу. После этого при зажатом закрепительном винте алидады отпускают закрепительный винт лимба и поворачивают алидаду приблизительно на 180 °. Затем закрепляют лимб, открепив алидаду, вновь визируют на ту же самую точку и при двух положениях вертикального круга производят отчеты КЛ2, КП2 по горизонтальному кругу. Величину коллимационной ошибки с находят по формуле:

$$C=(КЛ-КП+180^{\circ})/2$$

Если  $c < 2t$ , где  $t$  - точность отсчётного приспособления, то поверяемое условие соблюдается (для теодолита типа ТЗ0 принимают  $t = 0,5''$ ). В противном случае выполняют исправление коллимационной ошибки. Для юстировки наводящим винтом алидады устанавливают по горизонтальному кругу отсчёт, свободный от влияния коллимационной ошибки:

$$a_0 = КП2 - c \text{ или } a_0 = КЛ2 + c.$$

Горизонтальными (боковыми) исправительными винтами сетки нитей, слегка ослабив вертикальные исправительные винты, перекрестие сетки нитей совмещают с точкой наводки.

Закрепляют вертикальные исправительные винты сетки нитей и повторяют проверку.

**3.** Горизонтальная ось вращения трубы должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения теодолита.

Устанавливают теодолит в 20-30 м от стены здания и наводят зрительную трубу на высоко расположенную точку. Закрепив алидаду, приводят трубу в горизонтальное положение и отмечают карандашом на стене здания проекцию перекрестия сетки нитей; повторяют эти действия при КП. Если

проекция перекрестия сетки нитей при двух положениях круга не совпадают, то прибор должен быть исправлен в мастерской.

**4.** Вертикальная нить сетки нитей должна быть параллельна вертикальной оси вращения теодолита.

Устанавливают теодолит и наводят зрительную трубу на четкую, хорошо видимую точку. Вращением наводящего винта медленно наклоняют трубу и следят за положением наблюдаемой точки относительно вертикальной нити. Если при таком перемещении наблюдаемая точка сойдет с вертикальной нити, то, ослабив исправительные винты сетки нитей, поворачивают диафрагму с сеткой до соблюдения поставленного условия. После юстировки необходимо повторить поверку по п. 2 (определение с).

**5.** Место нуля (МО) вертикального круга должно быть равным нулю или не превышать двойной точности отчетного микроскопа теодолита  $2t$ . Для определения МО вертикального круга наводят перекрестие сетки нитей на удаленную, хорошо видимую точку. Производят отсчёт по вертикальному кругу при КЛ. Переводят трубу через зенит и при КП выполняют те же действия.

Вычисляют место нуля и угол наклона по формуле. Если МО превышает двойную точность отсчётного приспособления, то производят его исправление, для чего наводят трубу на точку наблюдения при КП. Наводящим винтом вертикального круга устанавливают вычисленное значение угла наклона.

Сместившееся перекрестие сетки нитей наводят на точку визирования исправительными винтами сетки нитей.

**6. Исследование нитяного дальномера.**  
Для исследования нитяного дальномера на одном конце линии предварительно измеренной рулеткой устанавливают теодолит, а на другом - рейку с сантиметровыми делениями. Расстояние, измеренное дальномером, находят по формуле  $d = K D n + c$ ,

где  $K$  - коэффициент дальномера;  $c$  - его постоянная слагаемая;  $n$  - число делений.

При съёмке в масштабе 1:1000 и мельче постоянной слагаемой дальномера с пренебрегают из-за малости. Поэтому, принимая коэффициент дальномера

$K = 100$ , число сантиметровых делений по рейке между верхней и нижней нитями должно выражать расстояние в метрах.

## **2.2. Полевые проверки нивелира**

**1.** Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира. Вращением подъёмных винтов приводят пузырёк уровня в нуль-пункт и поворачивают зрительную трубу нивелира на  $180^\circ$ . Если пузырёк уровня остается в нуль-пункте, то условие выполнено. В противном случае, действуя исправительными винтами уровня, его перемещают в направлении нуль-пункта на половину дуги отклонения, а затем подъёмными винтами выводят пузырёк в нуль-пункт. Поверку для контроля повторяют.

**2.** Средняя горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна к оси нивелира. Поверка производится взятием трёх отсчётов по рейке: перекрестием сетки нитей, левым и правым краем горизонтальной нити. Отсчёты должны отличаться не более чем на 1 мм. Если условие не выполнено, вращают сетку нитей.

**3.** Визирная ось зрительной трубы и ось цилиндрического уровня должны быть параллельны  
Первый способ. Выбирают на местности две точки А и В на расстоянии 60-80 м и закрепляют их кольями. Устанавливают нивелир посередине между ними и, взяв отсчёты  $a_1$  по рейке А и  $b_1$  - по рейке В, определяют превышение  $h_1$ . В этом случае даже при негоризонтальном положении визирной оси

превышение будет определено правильно, так как нивелирование производилось при равных плечах. Затем переносят инструмент к точке А и определяют превышение  $h_2$  нивелированием вперед. Для этого как можно точнее измеряют рулеткой высоту инструмента  $i$  от вершины кола до визирной оси инструмента и берут отсчёт  $b_2$  по рейке В.

Высоту инструмента можно измерить по рейке, установленной у окуляра нивелира, отсчитывая деления рейки через объектив зрительной трубы, закрытой крышкой с отверстием в центре. Превышение точки В над точкой А будет

$$h_2 = i - b_2.$$

Если  $h_1 = h_2$  или отличается не более чем на 4 мм, это свидетельствует о параллельности визирной оси трубы оси цилиндрического уровня. В противном случае, зная правильное значение превышения  $h_1$ , определяют отсчёт по дальней рейке, соответствующий горизонтальному положению визирной оси:

$$b_{02} = i + h_1.$$

Визируя на рейку в точке В, вращают элевационный винт и устанавливают среднюю горизонтальную нить на вычисленный отсчёт  $b_{02}$ . Затем, действуя вертикальными исправительными винтами цилиндрического уровня, совмещают изображения концов пузырька уровня. Для контроля поверку повторяют.

Второй способ. Поверка главного условия нивелира может быть выполнена также способом, не требующим измерения высоты инструмента. Мерной лентой разбивают линию АВ на три равных отрезка по 20-30 м, концы которых закрепляют кольями. Устанавливают нивелир на одном из концов линии, в точке А, и приведя пузырёк на середину, берут отсчёты  $a_1$  и  $b_1$  по отвесно стоящим рейкам в точках 1 и 2. При непараллельности визирной оси и оси цилиндрического уровня превышение между точками 1 и 2 следующее:

$$h = (a_1 - x) - (b_1 - 2x).$$

Переносят инструмент на вторую станцию, в точку В, и подобным образом производят отсчёты  $a_2$  и  $b_2$  по рейкам 1 и 2. Превышение  $h$  на второй станции определится из равенства

$$h = (a_2 - 2x) - (b_2 - x).$$

Для определения отсчёта  $a_{02} = a_2 - 2x$ , соответствующего горизонтальному положению визирной оси трубы, приравнивают правые части уравнений

$$a_1 - x - b_1 + 2x = a_2 - 2x - b_2 + x.$$

Вычисленный отсчёт  $a_{02}$  устанавливают по рейке 1 элевационным винтом с последующим совмещением концов пузырька уровня его вертикальными исправительными винтами.

Результаты поверок приборов заносят в соответствующие полевые журналы.

Поверку нивелиров с компенсатором проводят аналогично. Юстировка по п. 3 осуществляется перемещением сетки нитей исправительными винтами окуляра, закрытых защитным колпачком. Предварительно проверяют компенсатор, снимая отсчёты по рейке при смещении пузырька круглого уровня на одно деление; измерение отсчёта по рейке не должно превышать 1 мм.

### **3. ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЁМКА**

#### **3.1. Содержание работ, инструменты**

Теодолитную съёмку необходимо выполнять в масштабе 1:1000 на участке, указанном преподавателем. В результате теодолитной съёмки получают контурный план местности с изображением ситуации без рельефа. Обоснованием теодолитной съёмки служит замкнутый теодолитный ход из нескольких вершин в виде многоугольника. Теодолитный ход прокладывают по периметру участка местности и привязывают к пунктам опорной сети. Если опорная сеть отсутствует, то определяют магнитный азимут первой стороны хода, а координаты начальной точки принимают равными нулю.

Для производства съёмки необходимо иметь следующие инструменты и принадлежности:

теодолит;

мерную ленту со шпильками или стальную рулетку; экер;

тесьмянную 10-метровую рулетку; вешки (2 шт.);

журнал измерения углов, тетрадь для абрисов, колья.

Теодолитная съёмка состоит из полевых и камеральных работ. В состав полевых работ входят:

рекогносцировка участка, выбор и закрепление вершин теодолитного хода; измерение горизонтальных углов и сторон хода; привязка хода;

съёмка местных предметов (съёмка ситуации).

Камеральные работы состоят из обработки результатов полевых измерений и составления плана.

#### **3.2. Полевые работы**

В ходе рекогносцировки определяют границы участка, положение вершин полигона, направление сторон теодолитного хода, условия привязки к пунктам опорной сети. Теодолитные ходы прокладываются по периметру участка в виде замкнутого многоугольника в местах, удобных для производства линейных измерений (вдоль обочин дорог, улиц, аллей, проездов, просек и т. п.). Вершины углов теодолитных ходов выбирают в местах, удобных для установки теодолита, так, чтобы с них обеспечивалась взаимная видимость, создавались благоприятные условия для съёмки местных предметов. Закрепление вершин теодолитных ходов производят кольями, которые забивают вровень с землей. Измерение горизонтальных углов. Угловые измерения производят 30-секундными теодолитами типа Т-30 способом приемов. Подготовка прибора к измерению углов на станции состоит из следующих действий:

- а) установки теодолита над вершиной измеряемого угла (центрирование);
- б) приведение плоскости лимба в горизонтальное положение (горизонтирование);
- в) установки зрительной трубы для наблюдений.

Центрирование теодолита производится с помощью нитяного отвеса или зрительной трубой через отверстие горизонтального круга в теодолитах Т-30. Центрирование инструмента выполняют с точностью 0,5 см. Закрепив инструмент на головке штатива, приводят плоскость лимба в горизонтальное положение с помощью уровня при алидаде горизонтального круга, действуя подъемными винтами теодолита в двух взаимноперпендикулярных плоскостях. При вращении прибора вокруг оси пузырёк уровня не должен отклоняться более чем на одно деление. Подготовка зрительной трубы для наблюдений состоит в установке трубы по глазу и по предмету. С этой целью вращением окулярного кольца добиваются четкой видимости сетки нитей, а действуя кремальерой фокусируют трубу, добиваясь резкости изображения предмета наблюдения. Измерение горизонтальных углов в теодолитных ходах производят способом

приемов, последовательно перемещаясь с точки на точку по ходу часовой стрелки. Измеряют правые по ходу внутренние углы полигона.

Визирование производят на основания вех, отвесно устанавливаемых на вершинах углов полигона. Открепив алидаду при КЛ, визируют на основание задней вехи (по ходу движения), производят отсчёт по горизонтальному кругу. Затем при том же положении круга (КЛ) визируют на переднюю веху и производят второй отсчёт по горизонтальному кругу. Результаты наблюдений записывают в журнал наблюдений (табл.1). Разность отсчётов на задние и передние вехи определяет значение горизонтального угла в полуприеме. Аналогично измерение угла выполняют при другом положении круга (КП). Разность в значениях измеренного угла между полуприемами не должна превышать  $2D$ . Среднее значение угла из двух полуприемов записывают в журнал, округляя до десятых долей минуты.

Закончив измерение и вычисление угла на станции, прибор переносят на следующую вершину, где общий порядок наблюдений повторяется.

Измерение углов наклона производится теодолитом при КЛ. Устанавливают теодолит на одном из концов линии и визируют на веху, установленную на другом конце линии, на высоту, равную высоте прибора, после чего производят отсчёт по вертикальному кругу, который и принимают за угол наклона.

#### Журнал измерения расстояний

Привязка теодолитного хода к опорным пунктам выполняется в целях вычисления координат вершин хода в принятой системе координат. На рис. 1 показан один из способов привязки, когда инструмент можно установить на опорном пункте 1 с известными координатами; в этом случае измеряют примычный угол  $\square 0$ . По известному дирекционному углу  $\square A-1$  и горизонтальному углу  $\square 0$  вычисляют дирекционный угол стороны  $\square 1-2$ , а затем - координаты вершин замкнутого теодолитного хода 1, 2, 3, 4, 5.

### 3.3. Съёмка местных предметов (съёмка ситуации)

Выполнить съёмку местных предметов - значит определить их положение в плане относительно вершин и сторон теодолитного хода. При съёмке местных предметов пользуются следующими основными способами:

- а) прямоугольных координат (перпендикуляров) или ординат;
- б) полярных координат;
- в) угловых засечек;
- г) линейных засечек (биполярных координат).

Способ прямоугольных координат (рис. 2). При этом способе съёмки от вершины угла теодолитного хода, принимаемой за начало координат, протягивают ленту вдоль стороны хода (ось абсцисс), измеряют расстояние до основания перпендикуляра, опущенного из контурной точки (х). Затем тесьмяной рулеткой измеряют длину перпендикуляра от его основания до точки контура (у). Измерение абсцисс и ординат выполняют до 0,01 м. Съёмку контуров, имеющих криволинейное очертание, выполняют по характерным точкам изгиба контура. Прямые углы для построения перпендикуляров разбивают экером или «на глаз»; в последнем случае длина перпендикуляра не должна превышать 8 м. Способ полярных координат (рис. 3). Он состоит в том, что положение контурной точки определяют горизонтальным углом от стороны хода и измеренным расстоянием от вершины угла. Установив теодолит на точке хода, совмещают нули лимба и

алидады при КЛ, а затем направляют трубу на веху, установленную в конце стороны хода, принимая это направление за начальное. Открепив зажимной винт алидады, измеряют горизонтальный угол от этого направления до контурной точки и расстояние (мерной лентой, рулеткой или нитяным дальномером). Способ угловых засечек (рис. 4). Этот способ применяют на открытой

## **4. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЁМКА**

### **4.1 Содержание работ**

При выполнении работы студенты должны получить навыки в проложении тахеометрического хода и съёмки подробностей на станции методом полярных координат с использованием нитяного дальномера. Поскольку в условиях летней геодезической практики в качестве плановой основы тахеометрической съёмки используют точки теодолитного хода, проложенного бригадой, в состав полевых работ входят: поверка теодолита, определение и исправление места нуля вертикального круга; проложение высотного хода; съёмка контуров и рельефа. Для производства работ необходимо иметь: теодолит со штативом; отвес для центрирования теодолита над точкой; нивелирную рейку; вехи (2 шт.); полевые журналы и кроки.

### **4.2 Полевые работы при продолжении высотного хода**

Высотный ход прокладывают по точкам теодолитного хода, при этом для каждой стороны превышение определяют прямо и обратно методом тригонометрического нивелирования. Начинать высотный ход следует с первой точки замкнутого теодолитного хода, на эту же точку осуществляют и замыкание хода.

На каждой из точек хода устанавливают теодолит, горизонтируют и центрируют с ошибкой не более 5 мм, измеряют высоту прибора  $i$ . Визируют при круге лево (КЛ) на веху, установленную на заднюю точку, и снимают отсчёт Л по вертикальному кругу. Измеряют и записывают высоту визирования  $v$ . Визируют на веху, установленную на переднюю точку, повторяют действия по измерению вертикального угла при круге КЛ и высоты визирования  $v$ . Переводят трубу через зенит, визируют на координаты всех вершин теодолитного хода.

Все записи в ведомости вычисления координат выполняют чернилами с указанием на её лицевой стороне номера и состава бригады, даты и фамилии вычислителей (первой и второй руки).

### **4.3 Составление плана. Отчетные документы**

Составление плана начинают с разбивки прямоугольной координатной сетки на квадраты со сторонами 5 или 10 см.

Построение координатной сетки выполняют на листе плотной чертёжной бумаги. При оформлении плана небольших участков местности сетку квадратов можно разбить следующим простым способом. С угла на угол листа бумаги тонко очиненным карандашом проводят две диагонали. Из точки пересечения диагоналей откладывают циркулем-измерителем четыре равных отрезка. Соединив концы отрезков

прямыми линиями, получают прямоугольник, который служит основой для последующей разбивки координатной сетки. На сторонах прямоугольника при помощи циркуля-измерителя откладывают отрезки (5 или 10 см). Соединив линиями соответствующие точки противоположных сторон прямоугольника, получают сетку квадратов. Правильность построения сетки проверяют сравнением диагоналей квадратов и длин их сторон. При построении координатной сетки на листах формата А3 используют линейку ЛБЛ.

Расхождения не должны превышать  $\pm 0,2$  мм. Линии координатной сетки, кратные 100 м, оцифровывают в километрах и подписывают в соответствии со значениями координат вершин. Накладка теодолитного хода производится по вычисленным значениям координат. Правильность нанесения контролируют по измеренным длинам сторон между соответствующими точками хода, которые выбирают из графы 6 ведомости.

Нанесение ситуации осуществляется по данным абриса от линии и вершин теодолитного хода в соответствии с условными знаками, принятыми для планов масштаба 1:1000. Способы построения контуров на плане соответствуют способам съёмки в поле. Указанные в абрисе расстояния откладывают с помощью циркуля-измерителя, угольника и масштабной линейки, а горизонтальные углы - транспортиром. Составленный в карандаше план корректируется в поле и после проверки его преподавателем вычерчивается тушью: линии координатной сетки, местные предметы и зарамочное оформление - черным цветом, вода - зеленым, линии теодолитного хода - красным, толщина линий - 0,1-0,2 мм. Зарамочное оформление плана выполняют в соответствии

#### 4.3. Съёмка местности

После проложения и увязки высотного хода приступают к съёмке местности. Устанавливают теодолит на станции и ориентируют  $0^\circ$  лимба горизонтального круга на соседнюю станцию хода. Реечными (пикетными) точками служат четко выраженные изломы контуров и характерные точки рельефа. Число реечных точек должно быть достаточным для правильного изображения рельефа и ситуации.

Расстояния от теодолита до реечных точек не должны превышать 100 м. При выборе реечных точек необходимо следить за тем, чтобы они равномерно располагались вокруг станции и обеспечивали сплошную съёмку участка. Результаты всех измерений на станции заносят в журнал тахеометрической съёмки. Одновременно со съёмкой на каждой станции ведут абрис (кроки) с зарисовкой ситуации. Составлять кроки начинают с проведения начального направления (направления на одну из соседних станций), от которого ведут съёмку реечных точек. Нумерация реечных точек принимается сквозная по всей съёмке и должна соответствовать нумерации в журнале тахеометрической съёмки. Рельеф изображают стрелками, указывающими направление скатов, ситуацию - точками контуров с пояснительным текстом. Кроки и журнал тахеометрической съёмки являются основными документами при составлении топографического плана.

Допустимая высотная невязка хода определяется по формуле  $f_h = 0,12 \sqrt{P}$ , где  $P$  - периметр хода в сотнях метров;  $n$  - число сторон хода. Табл. 6 содержит номера станций и расстояния между ними, взятые из ведомости вычисления теодолитного хода. В графы записывают вычисленные прямые и обратные превышения точек хода, и средние из них. При этом среднему превышению присваивается знак прямого превышения.

Определяют высотную невязку  $f_h$  в замкнутом или в разомкнутом ходах по формулам:

- а) в замкнутом ходе  $f_h = \sum \Delta h$  ;
- б) в разомкнутом ходе  $f_h = H_n - H_1$ .

Допустимую невязку высотного хода вычисляют по формуле, расположенной под табл. 6. Если фактическая невязка высотного хода меньше или равна допустимой, то в средние превышения пропорционально длине сторон со знаком, обратным знаку невязки, вводят поправки и получают увязанные превышения, которые используются затем для вычисления высотных отметок станций. После этого приступают к обработке журнала тахеометрической съёмки по станциям. Формулы для вычислений представлены под табл. 5. Составление плана начинают с построения координатной сетки и нанесения вершин опорного хода по их координатам. После проверки правильности накладки точки рабочего обоснования соединяют сплошными линиями и у каждой вершины подписывают её номер (в числителе) и отметку, округленную до 0,01 м (в знаменателе). По данным полевого журнала и кроков наносят реечные точки вокруг станции в следующей последовательности. Совмещают центр транспортира с направлением, например I—II. От начального направления по транспортиру отмечают горизонтальный угол на реечную точку, указанную в журнале. Вдоль этого направления с помощью линейки и циркуля-измерителя откладывают расстояние в масштабе плана и накалывают точку. Рядом с ней наносят номер и отметку, округленную до 0,1 м. Подобным образом наносят все реечные точки и по ним вычерчивают ситуацию и рельеф согласно крокам. При рисовке рельефа горизонталями с характерных точек местности

Съёмку реечных точек начинают с ориентирования лимба на соседнюю станцию, например на II. Для этого, установив при КЛ отсчёт по горизонтальному кругу, равный  $0^\circ$ , закрепляют алидаду и наводят трубу на вежу станции II, после чего закрепляют лимб. Затем, открепив алидаду, наводят трубу на рейку, производят отсчёты по горизонтальному кругу и по дальномеру. При этом рекомендуется устанавливать меньший отсчёт по дальномерной нити, равный целому числу метров (например, 1000 мм). Затем, действуя микрометрическим винтом зрительной трубы, наводят среднюю нить сетки нитей на высоту теодолита, берут отсчёт по вертикальному кругу. Результаты измерений на реечную точку записывают в соответствующие графы журнала. Если средняя нить сетки нитей при измерении вертикального угла наводилась на произвольную высоту, то её записывают в соответствующей графе этой же строки.

По сигналу наблюдателя реечник переходит на следующую характерную точку местности, на которой выполняют аналогичные измерения, и т. д. Закончив наблюдения на все реечные точки (обычно по ходу часовой стрелки), трубу вновь наводят на вежу, установленную на точке II, чтобы убедиться в неизменном положении лимба во время работы. Если повторный отсчёт отличается от начального более чем на 5, съёмку на данной станции повторяют. По завершении работ переходят к съёмке на следующей станции.

#### **4.4. Камеральная обработка материалов полевых измерений**

Камеральную обработку высотного хода начинают с тщательной проверки результатов измерений в полевых журналах. Используя длину стороны теодолитного хода и измеренные вертикальные углы, а также высоты инструмента  $i$  и визирования  $v$  вычисляют превышение на заднюю и переднюю точки.

Допустимое расхождение при определении прямого и обратного превышений с разными знаками должно быть не более 4 см на каждые 100 м расстояния между точками.

Затем выполняют увязку превышений и вычисление отметок станций. В состав полевых работ по нивелированию трассы входят:

поверка инструментов;

рекогносцировка участка трассы;

разбивка пикетажа и съёмка местных предметов;  
измерение углов поворота;  
разбивка круговых кривых на повороте трассы; продольное и поперечное  
нивелирование трассы.

Все этапы полевых работ бригада выполняет в соответствии с заданием руководителя практики.

Для производства работ требуются следующие инструменты и оборудование: теодолит со штативом;

нивелир;

рейки нивелирные (2 шт.);

мерная лента или рулетка; вехи и колья; полевые журналы.

#### **4.5 Разбивка пикетажа и ведение пикетажного журнала**

Разбивка пикетажа включает: вешение и измерение линий; расстановку пикетов и плюсовых точек; съёмку местных предметов и ведение пикетажного журнала. Вешение линий производят теодолитом, начиная от исходной точки. Прямолинейные участки провешивают через каждые 100 м. Горизонтальные углы (правые), необходимые для вычисления углов поворота трассы, измеряют одним приемом. С помощью буссоли определяют азимут первого прямолинейного участка. Нумерацию 100-метровых участков (пикетов) начинают с нулевого (ПК0, ПК1, ПК2 и т. д.). В точках излома местности (характерных точках рельефа) выбирают плюсовые точки, которые нумеруют по предыдущему (высот, дна котловин, седловин) на плане проводят водораздельные линии, тальвеги и между точками с известными отметками выполняют интерполирование. Полученные точки с одинаковыми отметками соединяют плавными линиями - горизонталями. На замкнутых горизонталях, обозначающих холмы или котловины, а также в местах, где чтение рельефа затруднено, указывают бергштрихи. Горизонтали не проводят через контуры зданий, искусственных сооружений, реки, озера и т. п.

Выполненный в карандаше план сверяют с местностью, и после устранения недостатков, указанных преподавателем, подготавливают его к вычерчиванию тушью.

С плана снимают кальку высот, на которой указывают нумерацию и отметки всех станций и речных точек. Из большого количества высотных точек на плане оставляют лишь 8-12 отметок характерных точек местности, облегчающих чтение рельефа. Все вспомогательные построения и надписи убирают мягкой резинкой.

Вычерчивание плана производят в строгом соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500». Гидрографию вычерчивают зеленым цветом, рельеф - коричневым (жженой сиеной); надписи, цифры и координатную сетку, а также зарамочное оформление - черным цветом.

Толщина горизонталей 0,1 мм, каждая четвертая горизонталь при высоте сечения 0,5 м и каждая пятая горизонталь при высоте сечения 1 м утолщаются до 0,2-0,3 мм. В разрывах утолщенных горизонталей подписывают их отметки так, чтобы верх цифры был обращен в сторону повышения ската местности.

В результате тахеометрической съёмки бригада предоставляет следующие отчетные документы:

журнал измерения вертикальных углов высотного хода;

ведомость высотного хода;

журнал тахеометрической съёмки;

кроки на каждой станции;

калька высот;

план в масштабе 1:1000.

## **5. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ СООРУЖЕНИЙ ЛИНЕЙНОГО ТИПА**

### **5.1. Содержание работ**

При выполнении работы студенты должны получить навыки в нивелировании сооружений линейного типа - дорог, водопроводов, канализации и др.

Если  $h_{\text{ч}} - h_{\text{к}} \leq 5$  мм, то выполняют п. 5 и т. д. Следует учитывать, что пятки красных сторон реек могут иметь разность 100 мм. Все записи ведут в журнале технического нивелирования.

При нивелировании на крутых скатах, когда невозможно прониивелировать задний и передний пикеты одновременно с одной станции, назначают дополнительные (иксовые) точки.

Нивелирование заканчивают на репере в конце трассы. Отметку этого репера сравнивают с вычисленной. Допустимую невязку определяют по формуле.

### **5.5. Камеральные работы**

Камеральные работы состоят из следующих этапов:

-вычисление отметок нивелирного хода;

-составление и вычерчивание профиля трассы и поперечников.

Вычисление отметок нивелирного хода начинают с вычисления отметок связующих точек и постраничного контроля журнала. Отметки плюсовых точек и пикетов вычисляют после уравнивания хода.

Если невязка хода меньше допустимой, её распределяют равномерно на каждую станцию с обратным знаком.

Отметки промежуточных точек вычисляют через горизонт прибора. Продольный профиль трассы строится на миллиметровой бумаге по нивелирному и пикетажному журналам. Масштаб горизонтальных расстояний выбирают 1:2000, а вертикальных - 1:200. Составление профиля начинают с построения сетки, содержание которой представлено на рис. 7. Последовательно заполняют строки «расстояния» и «пикеты», «фактические отметки», а также «план трассы» и «ситуация». На основании фактических отметок строят профиль трассы, откладывая значения в вертикальном масштабе и соединяя полученные точки прямыми отрезками.

Далее приступают к проектированию, для чего намечают будущую трассу и рассчитывают проектные уклоны и отметки полотна дороги. Уклоны рассчитывают по участкам (секциям). Где - отметка конца секции, определяется графическим построением;

пикету плюс расстояние от него до данной точки (ПК1 + 30). Разбитые пикеты должны иметь стометровую длину в горизонтальной плоскости. Поэтому при наличии уклона местности более  $2^\circ$  измеряют угол наклона и вводят поправку в измеренную линию. Величину поправки определяют по формуле . В характерных местах трассы разбивают поперечники на 20 м влево и вправо от трассы. Одновременно с разбивкой пикетажа производят съёмку местных предметов вдоль трассы на ширину до 50 м. Съёмку предметов выполняют способом перпендикуляров, 20 м - инструментальным, далее - глазомерно.

В пикетажном журнале ось трассы изображают в выпрямленном виде, повороты обозначают стрелками с указанием значения угла. Элементы кривых рассчитывают на основании угла поворота и радиуса по формулам:

- тангенс кривой;
- биссектриса кривой;
- длина кривой.

Пикетное значение начала и конца кривой рассчитывают по зависимостям: ; и контролируют .

Зарисовка плана местности в масштабе 1:2000 ведется на миллиметровой бумаге.

#### **5.4. Нивелирование трассы**

Нивелирование трассы производят в целях определения отметок всех закрепленных на местности точек (пикетов, плюсовых точек, главных точек кривых). Нивелирование выполняют способом «из середины» и начинают его

с точек, высота которых известна, - реперов. В процессе нивелирования различают связующие (общие для двух станций наблюдения) и промежуточные точки. Отсчёты на связующие точки снимают по чёрной и красной сторонам рейки, на промежуточные точки - только по чёрной стороне.

Порядок взятия отсчётов на станции: отсчёт по черной стороне задней рейки; отсчёт по черной стороне передней рейки; отсчёт по красной стороне передней рейки; отсчёт по красной стороне задней рейки;

По выполнении пп. 1-4 вычисляют превышения на станции по черной и красной сторонам реек:

сторон сетки квадратов, а также места установки приборов. На местности строят сетку квадратов с длиной стороны 10 м. Площадь разбивки указывает руководитель практики. Прямолинейность сторон и перпендикулярность вершин обеспечивают с помощью теодолита и экера. Вычерчивают абрис и присваивают вершинам квадратов номера. Нивелирование начинают с точки, которую принимают за условный репер с отметкой, указанной руководителем практики. Наблюдения производят нивелиром способом из середины по возможности с одной станции. Отсчёты по рейкам снимают только по черной стороне. Результаты измерений заносят в журнал технического нивелирования. Если нивелирование участка выполняется с нескольких станций, то прокладывают замкнутый ход с отсчитыванием по двум сторонам рек.

### **6.3. Камеральные работы**

Обрабатывают результаты наблюдений, для чего рассчитывают высотные отметки вершин квадратов через горизонт прибора по зависимости, где - горизонт прибора; - отметка условного репера и - отсчёт по рейке, установленной на репере; - отсчёты по рейкам на вершинах квадратов. Если проложен нивелирный ход, то вычисляют  $fh_{доп} = (мм)$ . Вычерчивают топографический план в виде сетки квадратов в масштабе 1:2000, где надписывают отметки вершин. По имеющимся данным вычерчивают рельеф горизонталями с высотой сечения 0,2 м по известной методике.

Рассчитывают объёмы насыпей и выемок для каждого квадрата и их - отметка начала секции; d - длина секции.

Рабочие отметки должны указывать глубину выемки или высоту насыпи в данной точке. Значение рабочей отметки рассчитывается как разность между фактической и проектной отметками. При необходимости устройства насыпи рабочую отметку надписывают выше графика, при устройстве выемки - ниже линии профиля.

Отыскание положения точек нулевых работ производят по изменению знака рабочих отметок с выемки на насыпь и наоборот. Для точки нулевых работ рассчитывают её положение относительно ближайших пикетов. Поперечники составляют в масштабе 1:100.

Отчёт об учебной практике входит в перечень обязательных документов, предъявляемых бригадой студентов при сдаче зачёта.

Обязательные разделы отчёта:

введение;

геолого-географическая характеристика района работ: климат, гидрография, растительность, почвы и грунты, населённые пункты, дорожная сеть и т. д.

топографо-геодезическая изученность района работ;

съёмочное обоснование: выбор метода создания съёмочного обоснования, выбор измерительных приборов, поверки и исследования приборов и оборудования, методики измерений, контроля и допуски при измерениях, оценка качества выполненных измерений;

заключение.

При написании отчёта следует пользоваться учебной, нормативной и справочной литературой.

Отчет выполняется в текстовом редакторе MSWord 2003 и выше. Шрифт TimesNewRoman (Сур), 14 кегль, межстрочный интервал полуторный, абзацный отступ – 1,25 см; автоматический перенос слов; выравнивание – по ширине. Используемый размер бумаги А4, формат набора 165 × 252 мм (параметры полосы: верхнее поле – 20 мм; нижнее – 25; левое – 30; правое – 15).

Методические рекомендации и указания составлены в соответствии с требованиями ФГОС ВО / ФГОС СПО.

Автор ст. преподаватель Малышев А.В.

Программа одобрена на заседании кафедры геологии  
зав. каф. АНТЗ (Иванов)  
 от 29.02.16 года, протокол № 3.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «БУРЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ОТЧЕТ по

практике по получению первичных профессиональных умений и навыков  
(геодезия, спутниковые измерения)

Выполнили: студенты  
Проверил:

Улан-Удэ  
20 \_\_