

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный лесотехнический университет имени  
Г.Ф.Морозова»

## **ГЕОДЕЗИЯ**

Методические указания по организации и прохождению учебной практики  
для студентов по направлению подготовки 35.03.01- Лесное дело и  
35.03.10 Ландшафтная архитектура

Воронеж 2018

УДК 528

Морковин, В. А. Геодезия [Текст] : методические указания по организации и прохождению учебной практики для студентов по направлению подготовки 35.03.01- Лесное дело и 35.03.10 Ландшафтная архитектура / В. А. Морковин, С.И. Сушков ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2018. – 44 с.

Печатается по решению учебно-методического совета  
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»

Рецензент канд. с.-х. наук, доц. кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии Воронежского ГАУ С.А. Макаренко

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **1.1. Цель и задачи практики**

Учебная геодезическая практика является завершающим этапом изучения курса геодезии и ставит целью расширение и закрепление знаний, полученных студентами на лекциях, лабораторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. В процессе практики студенты должны приобрести навыки работы с геодезическими инструментами, овладеть основными методами измерений, вычислений и графических построений, используемых при проведении лесоустроительных мероприятий, проектировании объектов благоустройства населенных пунктов и производственных учреждений.

К прохождению практики допускаются студенты, сдавшие зачеты и экзамены по курсу геодезия. Практика проводится в соответствии с утвержденной программой.

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

Для прохождения практики каждая учебная группа делится на бригады по 7-12 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 правил внутреннего распорядка возлагается на заведующего кафедрой промышленного транспорта, строительства и 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. Продолжительность рабочего дня – 6 часов (по условиям погоды рабочий день может быть увеличен).

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 состав бригады, номер учебной группы, фамилию руководителя, место и дату исполнения. На обратной стороне составляют пронумерованный перечень документов по каждому виду работ.

Содержание практики:

теодолитная съёмка;

тахеометрическая съёмка;

разбивка пикетажа и нивелирование трассы;

нивелирование поверхности по квадратам;

оформление материалов и приём зачетов.

Студенты должны строго соблюдать нормы поведения и правила внутреннего распорядка, установленные на учебной практике. Студенты, пропустившие по неуважительным причинам более двух учебных дней, отчисляются с практики распоряжением заведующего кафедрой.

### **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 в геокамере 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 подъемных 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 закрепительными 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.

9. Необходимо оберегать рейки от сырости, ударов, стирания делений; пятки реек должны быть всегда чистыми.

10. К сдаче зачета бригада допускается только при наличии справки из геокамеры о сданных в исправности инструментах, приборах и пособиях.

#### **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 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.

## **1.6. Инструкция по технике безопасности**

1. Для предотвращения несчастных случаев и травматизма на практике следует строго соблюдать трудовую дисциплину и правила техники безопасности:

- тщательно проверять крепление ручек и ремней на футлярах инструментов при их переноске;
- складные и раздвижные рейки должны быть прочно закреплены в местах соединения;
- топоры, молотки, кувалды должны быть плотно насажены на ручках и надежно заклинены;
- осторожно обращаться с треногами и вехами, имеющими металлические наконечники;
- запрещается использовать рейки, вехи для переноски инструментов, а также перебрасывать друг другу шпильки и вехи;
- проявлять осторожность при сматывании и разматывании мерной ленты;
- по возможности сводить к минимуму работу на проезжей части улиц и дорог.

2. Соблюдение требований санитарии и личной гигиены:

- на ногах иметь легкую, прочную обувь, а в дождливую погоду – резиновую обувь;
- в солнечную погоду работать с покрытой головой;
- не ложиться на землю и не садиться на ящики и футляры от приборов;
- забивать колья на проезжей части дорог и тропках.
- не пить воду из неизвестных источников, прудов;
- во время грозы не находиться на открытых и возвышенных участках местности, у высоких деревьев, столбов и др.;
- запрещено купание в рабочее время;
- при несчастных случаях пострадавшему необходимо оказать первую помощь и сообщить руководителю практики.

3. При перевозке оборудования и инструментов в общественном транспорте соблюдать установленные правила проезда.

## 2. ПОЛЕВЫЕ ПОВЕРКИ ПРИБОРОВ

### 2.1. Полевые поверки 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).



Рис. 1. Устройство теодолита 2 Т 30

(1 – Подъемные винты, 2 – Зрительная труба, 3 – Цилиндрический уровень, 4 – Закрепительный винт зрительной трубы, 5 – Закрепительный винт горизонтального круга, 6 – Наводящий винт зрительной трубы, 7 – Наводящий винт горизонтального круга, 8 – Кремальера)

Затем поворачивают алидаду с уровнем на  $180^\circ$ . 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 поло-

жениях 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  $180^\circ$ .

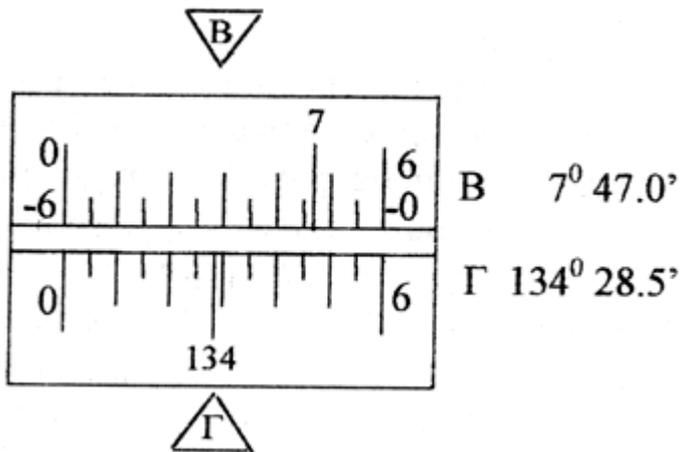


Рис. 2. Поле зрения микроскопа теодолита 2 Т 30.

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  $c$  находят по формуле:

$$c = \frac{(КП1 - КЛ1 \pm 180^\circ) + (КП2 - КЛ2 \pm 180^\circ)}{4}, \quad (1)$$

Если  $c < 2t$ , где  $t$  – точность отсчётного приспособления, то проверяемое условие соблюдается (для теодолита типа Т30 принимают  $t = 30$ ). В противном случае выполняют исправление коллимационной ошибки. Для юстировки наводящим винтом алидады устанавливают по горизонтальному кругу отсчёт, свободный от влияния коллимационной ошибки:

$$a0 = КП2 - c \quad \text{или} \quad a0 = КЛ2 + c.$$

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 поверку.

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 проекции 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 ( $MO$ ) вертикального круга должно быть равным нулю или не превышать двойной точности отчетного микроскопа теодолита  $2t$ . Для определения ( $MO$ ) 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 по формуле:

$$MO = \frac{П + Л}{2}, \quad (2)$$

Если ( $MO$ ) 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:

$$d = K \cdot n + c, \quad (3)$$

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

При съёмке в масштабе 1:1000 и мельче постоянной слагаемой дальномера  $c$  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.

Отсчет по рейке-1240

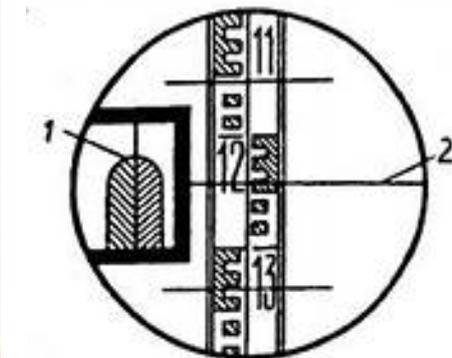


Рис. 3-Нивелир Н-3.( а- устройство: 1-элевационный винт;2-цилиндрический уровень; 3-наводящий винт; 4-кремальера; 5-коллимационный визир. б- поле зрения зрительной трубы)

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.

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  $a1$  - по рейке А и  $b1$  – по рейке В, определяют превышение  $h1$ . 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  $h2$  нивелированием вперед. Для этого как можно точнее измеряют рулеткой высоту инструмента  $i$  от вершины кола до визирной оси инструмента и берут отсчёт  $b2$  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:

$$h2 = i - b2 \quad (4)$$

Если  $h1=h2$  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  $h1$ , определяют отсчёт по дальней рейке, соответствующий горизонтальному положению визирной оси:

$$b02 = i + h1 \quad (5)$$

Визируя на рейку в точке В, вращают элевационный винт и устанавливают среднюю горизонтальную нить на вычисленный отсчёт  $b02$ . Затем, действуя вертикальными исправительными винтами цилиндрического уровня, совмещают изображения концов пузырька уровня. Для контроля поверку повторяют.

### 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:

- топорик;
- теодолит со штативом;
- мерную ленту со шпильками или стальную рулетку;
- эккер;
- 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 съемки местных предметов. Закрепление вершин теодолитных ходов производят кольями, которые забивают вровень с землей.

Измерение горизонтальных углов 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 основании вех, отвесно устанавливаемых на вершинах углов полигона. Открыв 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 карандашом в полевой журнал теодолитной съемки (табл. 1).

Таблица 1

## Полевой журнал теодолитной съемки (фрагмент)

№№ точек стояния	№№ точек наблюдения	Отсчеты по верньерам		Среднее из отчетов		Величина угла		Среднее из углов		Прямые и обратные азимуты или румбы	Мера линий	Угол наклона
		град.	мин.	град.	мин.	град.	мин.	град.	мин.			
		Круг лево										
1	4	28	48									
	2	305	25			83	23			145°26'	245,03	
		Круг право									<u>245,11</u>	
	4	205	11					83	23		245,07	
	2	121	48			83	23					
		КЛ										
2	1	314	27									
	3	223	41			90	46				319,93	
		КП									<u>320,05</u>	
	1	81	35					90	46		320,99	5°30'
	3	350	49			90	46					

АБРИС

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  $2t$ . 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 длины линий. Линейные измерения производятся мерной лентой (рулеткой) по шпилькам в прямом и обратном направлении.

Перед измерением линия должна быть провешена. Лента (рулетка) укладывается в створе с ошибкой не более 0,5 м. Результаты измерения расстояний записывают в журнал. Разность между измерениями длины линии в прямом и обратном направлениях не должна превышать  $1:2000$  её длины.

За окончательную длину стороны хода принимают среднее арифметическое из результатов измерений «прямо» и «обратно». Для каждой стороны хода определяют угол её наклона к горизонту, если угол наклона ( $\nu$ ) более двух градусов, то вводят поправку за наклон линии. Измерение углов наклона производится теодолитом при КЛ. Прибор 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.

### **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);
- б) полярных координат;
- в) угловых засечек;
- г) линейных засечек (биполярных координат).

#### **Способ прямоугольных координат (рис. 4).**

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 ( $x$ ).

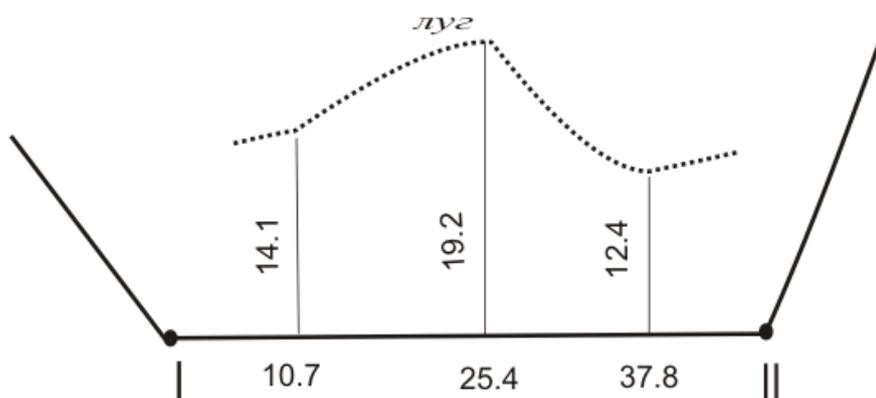


Рис. 4. Абрис съемки контура луга способом прямоугольных координат

Затем рулеткой измеряют длину перпендикуляра от его основания до точки контура ( $y$ ). 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 эккером или «на глаз»; в последнем случае длина перпендикуляра не должна превышать 8 м.

**Способ полярных координат** (рис. 5). Он состоит в том, что положение контурной точки определяют горизонтальным углом от стороны хода и измеренным расстоянием от вершины угла.

Станция III

Наименование точек	Отсчет $\beta$	Расстояние $S$
IV	0°00'	-
1	22°30'	25,5
2	46°50'	36,0
3	71°40'	21,5

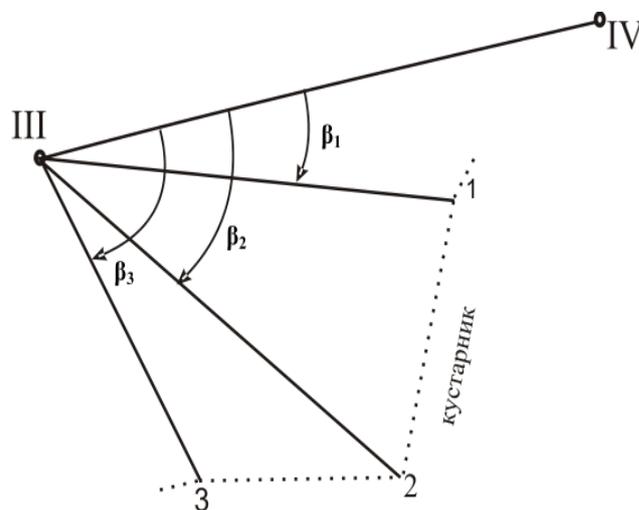


Рис. 5. Абрис съемки способом полярных координат

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. 6).

Этот способ применяют на открытой местности, когда положение местных предметов определяют измерением горизонтальных углов теодолитом с двух опорных точек между стороной хода и контурной точкой.

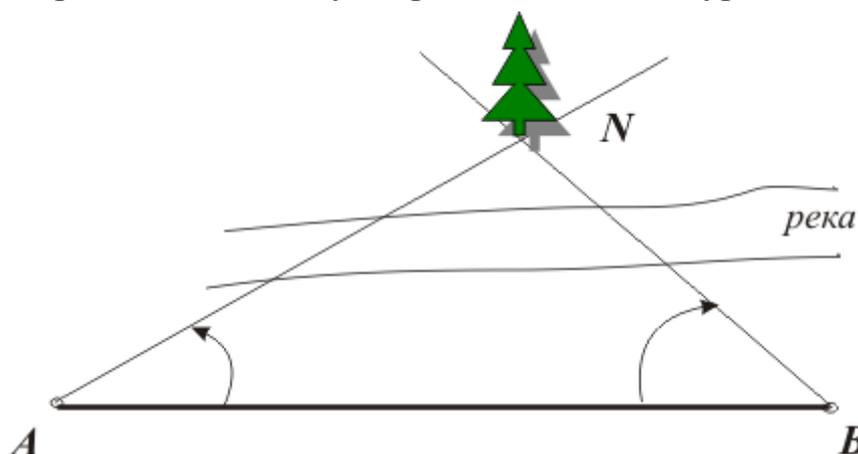


Рис. 6. Абрис съемки способом угловой засечки

Углы засечек должны быть не менее 30 градусов и не более 150 градусов. Для контроля выполняют засечку с третьей опорной точкой хода.

**Способ линейных засечек (рис. 7).** Его используют, в частности, при съемке застроенных территорий.

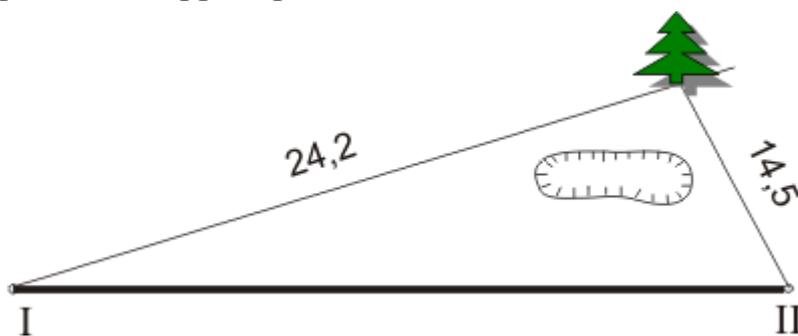


Рис. 7. Абрис съемки способом линейной засечки

Положение контурной точки определяют измерением до нее расстояний от двух или трех известных точек на линии теодолитного хода. Длины засечек не должны превышать 10–30 м. При любом способе съемки производится обмер по периметру рулеткой всех снимаемых зданий.

В ходе съёмки ведут абрис, представляющий собой глазомерный чертеж участка местности в произвольном масштабе. В абрисе указывают вершины углов и стороны теодолитных ходов, с которых производится съёмка, а также результаты выполненных измерений с необходимой характеристикой местных предметов (характер построек, этажность зданий, тип покрытия дорог, их ширина, порода леса, средняя высота, диаметр ствола деревьев и т. п.) (рис. 8).

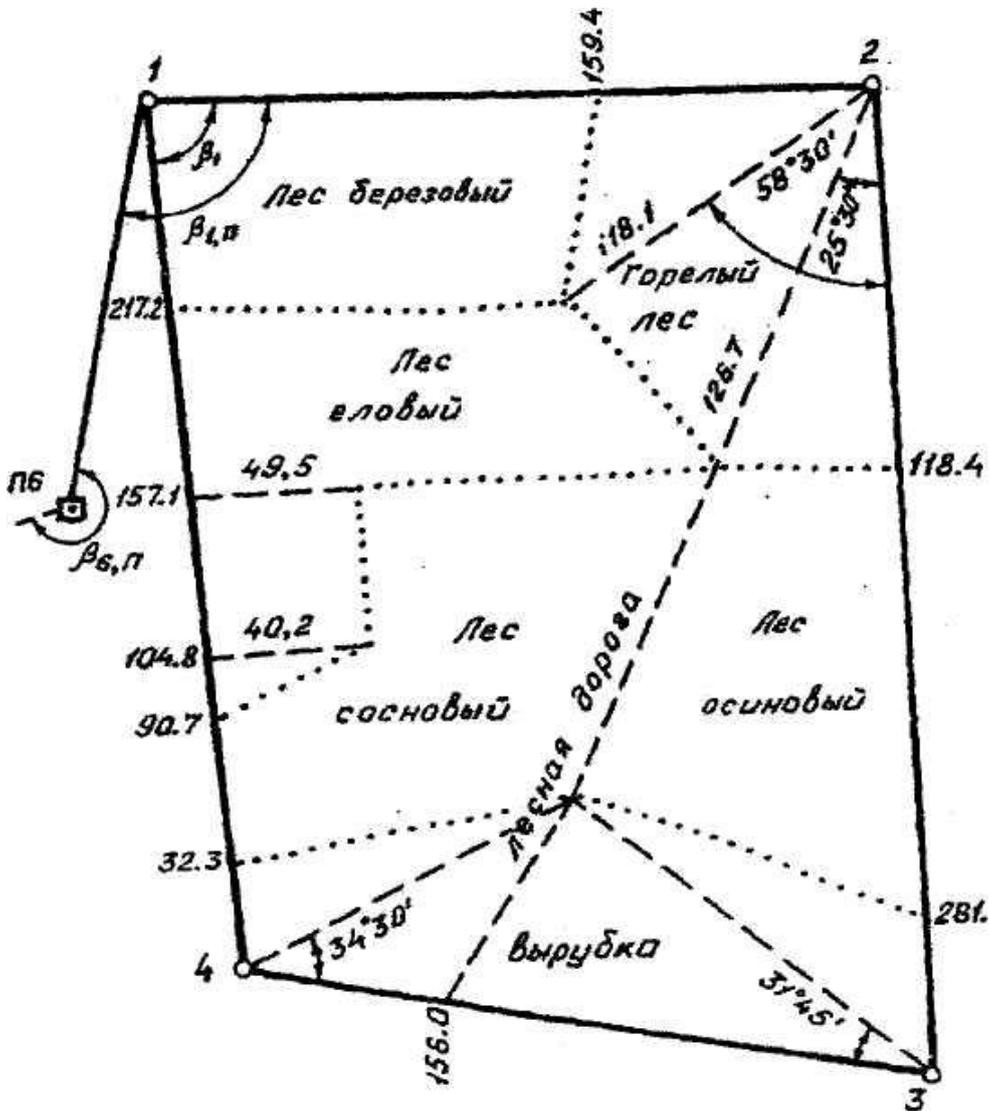


Рис. 8. Абрис

Абрисы ведут в полевом журнале или специальной тетради простым карандашом, все записи и числовые данные выполняют четко и аккуратно. Абрис составляют для каждой стороны теодолитного хода с указанием местных предметов.

### 3.4. Камеральная обработка полевых материалов

По окончании полевых работ производят камеральную обработку полевых материалов. Для этого предварительно проверяют все записи в полевых журналах и абрисах. Одновременно вычисляют горизонтальные проложения сторон хода (при углах наклона более 2 градусов).

При обнаружении ошибок в полевых материалах необходимо выполнить контрольные измерения в поле и новые результаты записать в тех же полевых документах.

Вычисление координат вершин теодолитного хода выполняют в специальной ведомости в следующем порядке (табл. 2):

1. Из полевого журнала выписывают номера вершин и значения измеренных углов (графы 1 и 2), горизонтальные проложения сторон (графа 6).

В графе 4 указывают дирекционный угол (магнитный азимут) исходной стороны и условные координаты первой вершины (графы 11 и 12).

2. Вычисляют угловую невязку хода  $f_\beta$  и сравнивают её с допустимой  $f_{\beta доп}$  по формулам в замкнутом ходе:

$$f_\beta = \sum \beta_{\Pi} - 180^\circ \cdot (n - 2), \quad (5)$$

где  $n$  – число углов.

В разомкнутом (диагональном) ходе:

$$f_\beta = \sum \beta_{\Pi} - (\alpha_n - \alpha_k + n \cdot 180^\circ), \quad (6)$$

Допустимая невязка рассчитывается по формуле:

$$f_{\beta доп} = \pm 2t\sqrt{n} \quad (7)$$

Если  $f_\beta \leq f_{\beta доп}$ , поправки вводят в измеренные углы со знаком, обратным знаку невязки, т. е. в графе 3 записывают значения исправленных углов.

3. По исправленным углам вычисляют дирекционные углы сторон хода (графа 4) по формуле:

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + 180^\circ - \beta_n \quad (8)$$

Контролем вычислений служит получение дирекционного угла исходной стороны в замкнутом ходе или конечной стороны в разомкнутом ходе.

Таблица 2

Ведомость вычисления координат

№№ то- чек	Внутренние углы		Дирекци- онные углы, α (азимуты)	Румбы линий, r	Длина линий, d горизонтальное проложение	Приращения вычисленные		Приращения исправленные		Координаты	
	измерен- ные	исправлен- ные				ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Замкнутый ход											
1	83°23′	83°23′								0,00	0,00
	-0°01′		145°26′	ЮВ34°34′	245,07	-201,72	139,05	....	....		
2	90°46′	90°45′								.....	.....
	-0°01′		234°41′	ЮЗ 54°41′	320,99	.....	.....	....	...		
3	78°36′	78°35′								.....	.....
			336°06′	СЗ 23°54′	221,67	....	....	.....	....		
4	107°17′	107°17′								....	.....
			48°49′	СВ 48°49′	280,85	.....	.....	....	....		
1										0,00	0,00
	Σ=360°02′				P=1068,58	$f_x = \sum \Delta X;$	$f_y = \sum \Delta Y;$				
$f_\beta = \sum \beta_{\Pi} - 180^\circ \cdot (n - 2)$					$f_{\beta_{oon}} = \pm 2t\sqrt{n}$		$f_{\alpha oc} = \pm \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$		$f_{omn} = \frac{f_{oc}}{P} \leq \frac{1}{1000}$		

4. Переводят дирекционные углы в румбы (графа 5). Зависимость между дирекционными углами и румбами, а также знаки приращений координат приведены в табл. 3.

Таблица 3

Знаки приращения координат

Номер четверти	Название румба	Дирекционные углы, $\alpha$	Румбы, $r$	Знаки	
				$\Delta X$	$\Delta Y$
I	СВ	$0^\circ-90^\circ$	$r=\alpha$	+	+
II	ЮВ	$90^\circ-180^\circ$	$r=180^\circ-\alpha$	-	+
III	ЮЗ	$180^\circ-270^\circ$	$r=\alpha-180^\circ$	-	-
IV	СЗ	$270^\circ-360^\circ$	$r=360^\circ-\alpha$	+	-

5. По дирекционным углам и горизонтальным проложениям сторон вычисляют приращения координат (графа 7 и 8) по формулам:

$$\Delta X = \cos \alpha \cdot S; \quad \Delta Y = \sin \alpha \cdot S \quad (9)$$

Вычисление выполняют с помощью калькулятора. Определяют невязки в приращениях координат  $f_x, f_y$ .

а) для замкнутого хода:

$$f_x = \sum \Delta X; \quad f_y = \sum \Delta Y; \quad (10)$$

б) для разомкнутого хода :

$$f_x = \sum \Delta X - (X_k - X_n); \quad f_y = \sum \Delta Y - (Y_k - Y_n); \quad (11)$$

где  $X_n$  и  $Y_n$  – координаты начальной точки хода;

$X_k$  и  $Y_k$  – координаты конечной точки хода.

Абсолютную величину линейной невязки хода подсчитывают по формуле

$$f_{\text{обс}} = \pm \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (12)$$

Относительная ошибка вычисляется по формуле:

$$f_{\text{оти}} = \frac{f_{\text{обс}}}{P} \quad (13)$$

Если относительная ошибка хода:

$$f_{\text{отн}} = \frac{f_{\text{ооc}}}{P} \leq \frac{1}{1000} \quad , \quad (14)$$

то производят исправление вычисленных значений приращений координат.

Поправки приращений вносят в приращения координат со знаками противоположным знакам невязки.

Исправленные значения приращений координат записывают в графы 9 и 10 ведомости.

6. По исправленным приращениям и последовательно вычисляют координаты точек теодолитного хода.

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

## **5. 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 сторон квадратов не должны превышать  $\pm 0,2$  мм. Линии координатной сетки, кратные 100 м, оцифровывают 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 линий 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 – синим, линии теодолитного хода – красным, толщина линий – 0,1–0,2 мм. Зарамочное оформление плана выполняют в соответствии с образцами, рекомендуемыми кафедрой.

В результате выполненной работы бригада предъявляет к сдаче следующие отчетные документы:

полевой журнал теодолитной съёмки;

абрисы;

ведомость вычисления координат;

план участка местности в масштабе 1:1000 или 1:2000.

## 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 проложении высотного хода

Высотный ход прокладывают по точкам теодолитного хода, при этом для каждой стороны превышение определяют прямо и обратно методом тригонометрического нивелирования (рис. 9). 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 его с ошибкой не более 5 мм, измеряют высоту прибора  $i$ .

Визируют при круге лево (КЛ) на рейку, установленную на заднюю точку, и снимают отсчёт  $L$  по вертикальному кругу. Измеряют и записывают высоту визирования  $g$ .

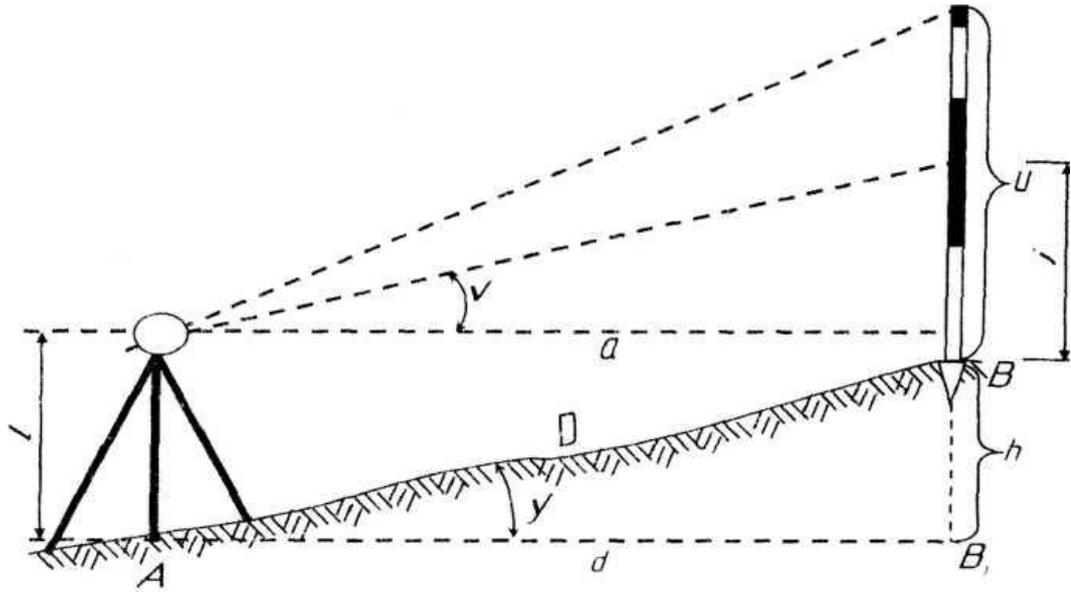


Рис. 9. Схема тригонометрического нивелирования

Затем визируют на рейку, установленную на переднюю точку, повторяют действия по измерению вертикального угла при круге КЛ и высоты визирования  $\vartheta$ . Переводят трубу через зенит, визируют на заднюю точку при круге право (КП), снимают отсчёт  $\Pi$  по вертикальному кругу, затем при КП визируют на переднюю точку и т. д. Отсчёты по вертикальному кругу записывают в соответствующие графы полевого журнала тахеометрической съёмки (см. табл. 4).

Непосредственно на станции вычисляют место нуля  $МО$  по формуле:

$$МО = \frac{Л + \Pi}{2}, \quad (15)$$

где  $Л, \Pi$  - отсчеты по вертикальному кругу прибора.

Величина  $МО$  может колебаться в пределах  $2t$  для всего хода.

Для повышения удобства измерений и камеральной обработки при проложении высотного хода рекомендуется визировать на высоту прибора  $i$  на станции так, чтобы обеспечить условие  $i = \vartheta$ .

Тогда вертикальные углы, измеренные по каждой стороне хода прямо и обратно, должны отличаться не более чем на  $2t$ .

#### 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 речных точек должно быть достаточным для правильного изображения рельефа и ситуации.

Расстояния от теодолита до речных точек не должны превышать 100 м. При выборе речных 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 (табл. 4).

Одновременно со съёмкой на каждой станции ведут абрис (кроки) с зарисовкой ситуации и рельефа (см. рис. 5).

Составлять кроки начинают с проведения начального направления (направления на одну из соседних станций), от которого ведут съёмку речных точек.

Нумерация речных 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.

Съёмку речных точек начинают с ориентирования лимба на соседнюю станцию, например на IV (см. рис. 5).

Для этого, установив при КЛ отсчёт по горизонтальному кругу, равный  $0^\circ$ , закрепляют алидаду трубы на веху 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 нижней дальномерной нити, равный целому числу метров (например, 1000 мм). Затем снимают отсчёт по верхней дальномерной нити. Расстояние находят по формуле (3). Затем, действуя микрометрическим винтом зрительной трубы, наводят среднюю нить сетки нитей на высоту теодолита, берут отсчёт по вертикальному кругу.

Результаты наблюдений на речную точку записывают в соответствующие графы журнала (см. табл. 4).

Таблица 4

## Полевой журнал тахеометрической съемки (фрагмент)

№№ станций высота: I отметка точки H	№№ точек наблюдения	Высота визирова- вания. S	Отсчеты по гори- зонтальному кругу	Горизонтальные углы	Расстояния по дальномеру	Отсчеты по вертикальному кругу		M.O.	Угол наклона	Горизонтал. продолжение ли- нии	Превышение таб- личное	Превышение	Отметки точек
						Л	П						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I  <i>i</i> = 1,44 H =41,78													41,78
	II		0°00′	0°00′	164,2	-0°23′	0°25′	+0°01′	-0°24′	164,2	-1,14	-1,14	40,64
	1			54°40′	117,8	-2°35′			-2°36′	116,84	-5,27	-5,27	36,51
	2			116°13′	68,3	-1°46′			-1°47′	68,3	....	....	.....
	3			218°47′	86,1	-1°45′			-1°46′	86,1	....	....	....
	4			295°08′	98,9	-2°34′			-2°35′	97,84	...	....	.....
	IV			83°23′	280,85	-0°35′	0°37′		-0°36′	280,85	-2,91	-2,91	....
II  <i>i</i> =1,50 H =40,65	III		0°00′	0°00′	320,99	-1°09′	1°11′	+0°01′	-1°10′	320,99	-4,18	-4,18	....
	5			17°13′	50,8	-1°55′			-1°56′	50,8	....	....	....
	6	2,50		99°25′	94,2	-2°29′			....	93,8	-4,03	-3,03	....
	7			140°55′	82,4	-1°41′			....	82,4	....	....	.....
	8			255°31′	90,2	1°13′			....	90,2	....	....	...
	9			294°11′	103,6	-0°51′			....	103,6	....	....	....
	I			90°45′	164,2	0°22′	-0°24′	+0°01′	0°23	164,2	1,12	1,12	....

КРОКИ

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.

Вычисление вертикальных углов производят по формулам:

$$v_{cm} = \frac{Л - П}{2} ; \quad v_{пик} = Л - МО , \quad (16)$$

где  $v_{cm}$ ,  $v_{пик}$  - углы наклона между станциями и пикетными точками;

$Л, П$  - отсчеты по вертикальному кругу прибора.

Значение  $МО$  берут из графы 9 журнала.

Используя длину стороны теодолитного хода и измеренные вертикальные углы, а также высоты инструмента  $i$  и визирования  $g$  вычисляют превышение на заднюю и переднюю точки по формуле:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} v + i - g . \quad (17)$$

Если  $i = g$ , то  $h = d \cdot \operatorname{tg} v$ . Допустимое расхождение при определении прямого и обратного превышений с разными знаками должно быть не более 4 см на каждые 100 м расстояния между точками. Полученные значения записывают в графы 12, 13 журнала.

Затем выполняют увязку превышений и вычисление отметок станций в специальной ведомости (табл. 5).

Невязку в превышениях замкнутого хода определяют по формуле:

$$f_h = \sum h_{cp} , \quad (18)$$

где  $f_h$  - невязка в превышениях;

$\sum h_{cp}$  - алгебраическая сумма средних превышений.

Таблица 5

## Ведомость увязывания превышений и вычисления высот точек

Номер станции	Длина линии, м	Превышения, м				Высоты точек, м
		Прямые	Обратные	Средние	Исправленные	
1	2	3	4	5	6	7
I				-0,01		41,78
	245,07	-1,14	1,12	-1,13	-1,14	
II				-0,01		40,64
	320,99	-4,18	4,14	-4,16	-4,17	
III				-0,01		36,47
	221,67	2,38	-2,40	2,39	2,38	
IV						38,85
	280,85	2,95	-2,91	2,93	2,93	
I						41,78

P=1068,58

-5,29

+5,32  $f_h = +0,03$ 

Допустимая высотная невязка хода определяется по формуле:

$$f_{h\text{ доп}} = \pm \frac{0,04 \cdot P}{100\sqrt{n}}, \quad (19)$$

где  $f_{h\text{ доп}}$  допустимая невязка в метрах;

$P$  – периметр хода, выраженный в метрах;

$n$  - число превышений хода.

Табл. 5 содержит номера станций (графа 1) и расстояния между ними (графа 2), взятые из ведомости вычисления теодолитного хода. В графы 3 и 4 записывают вычисленные прямые и обратные превышения точек хода, а в графу 5 – средние из них. При этом среднему превышению присваивается знак прямого превышения.

Если фактическая невязка высотного хода меньше или равна допустимой, то в средние превышения пропорционально длине сторон со знаком, обратным знаку невязки, вводят поправки (графа 5) и получают увязанные превышения

(графа 6), которые используются затем для вычисления высотных отметок станций (графа 7).

После этого вычисляют отметки пикетных точек (графа 14, табл. 4) по формуле

$$H_{пик} = H_{ст} + h \quad . \quad (20)$$

Составление плана начинают с построения координатной сетки и нанесения вершин опорного хода по их координатам. После проверки правильности накладки точки рабочего обоснования соединяют точки станций 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.

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 реечных 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 синим 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 рельефа местности.

В результате тахеометрической съёмки бригада предоставляет следующие отчетные документы:

- полевой журнал тахеометрической съёмки;
- ведомость увязывания превышений и вычисления высот точек;
- кроки на каждой станции;
- 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.

Все записи полевых измерений ведут в журнале технического нивелирования (табл. 6).

При нивелировании на крутых скатах, когда невозможно пронивелировать 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:

$$f_{\text{доп}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L} \quad , \quad (21)$$

где  $L$  – длина хода в км.

В состав полевых работ по нивелированию трассы входят:

- проверка 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;
- нивелир со штативом;
- рейки нивелирные (2 шт.);
- мерная лента или рулетка;
- вехи и колья;
- топорик;
- полевые журналы.

## 5.2. Рекогносцировка участка трассы

Начало и конец трассы, а также её направление указываются преподавателем непосредственно на местности. В процессе рекогносцировки бригада обязана детально изучить местность и уточнить положение трассы в натуре. Углы поворота выбирают в местах, удобных для установки теодолита. Обязательным условием является наличие прямой видимости с каждой вершины угла на предыдущую и последующую поворотные точки.

Выбранные углы поворота трассы закрепляют кольями. Для обозначения линии на местности над кольями устанавливают вехи.

## 5.3. 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 накладной 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.

Разбитые пикеты должны иметь стометровую длину в горизонтальной плоскости. Поэтому при наличии уклона местности более  $2^\circ$  измеряют угол наклона и вычисляют горизонтальное проложение линии. 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:  $НК = ВУ - T$  ;  $КК = ВУ + T - Д$  .

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.

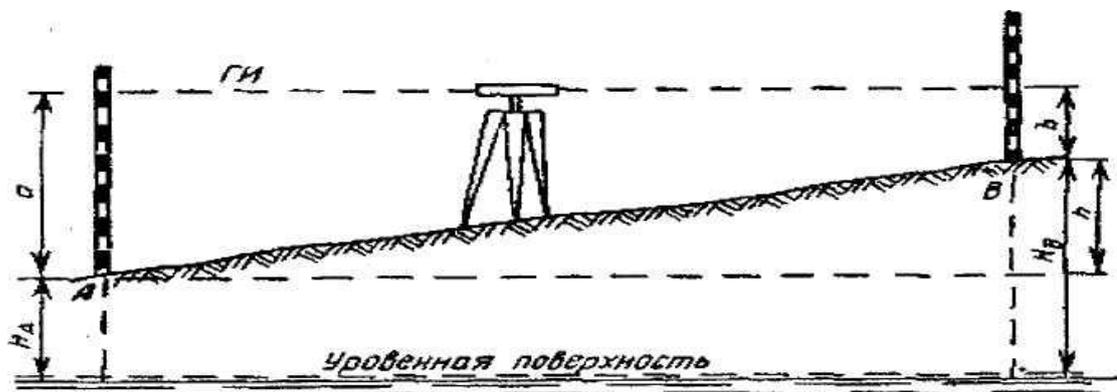


Рис. 10. Геометрическое нивелирование способом «из середины»

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 ач;
- отсчёт по черной стороне передней рейки бч;
- отсчёт по красной стороне передней рейки вк;

- отсчёт по красной стороне задней рейки ак;
- отсчёт по черной стороне реек, устанавливаемых на промежуточные точки с.

После снятия отсчетов вычисляют превышения на станции по черной и красной сторонам реек (графы 6 и 7 табл. 6).

### 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 (табл. 6). Отметки плюсовых точек и пикетов вычисляют после уравнивания хода.

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

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. 11. 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),

$$i = \frac{H_k - H_n}{S}; \quad (22)$$

где  $H_n$  - начальная отметка однородного участка (секции),

$H_k$  - отметка конца секции, определяется графическим построением.

Вычисленное значение уклона округляют до 1 ‰. Проектные отметки пикетных точек рассчитывают по формуле:

$$H_{n+1} = H_n \pm \frac{d \cdot i}{1000}. \quad (23)$$



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.

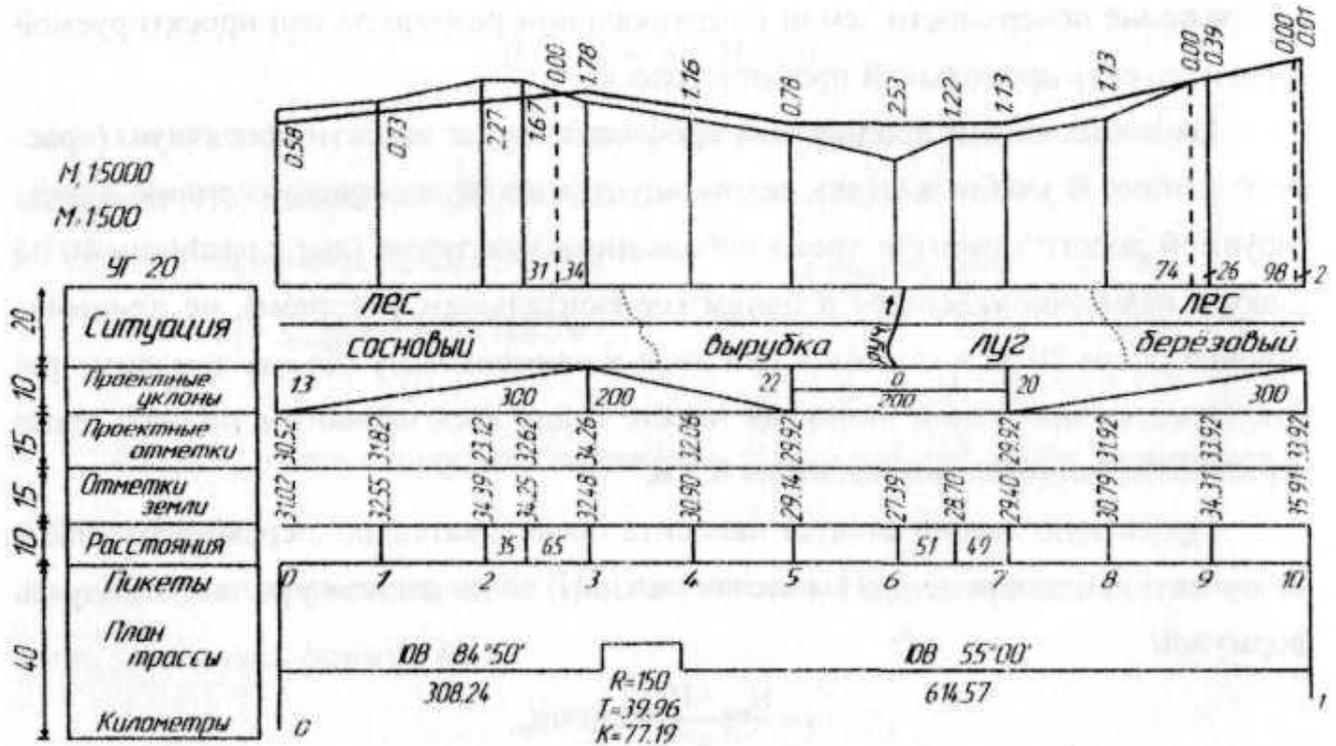


Рис. 11. Продольный профиль трассы автомобильной дороги

Нахождение 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.

При сдаче и защите задания по нивелированию трассы представляют:

- журнал нивелирования;
- пикетажный журнал;
- продольный профиль трассы;
- профили по поперечникам;
- расчёты основных элементов кривой.

## 6. НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ

### 6.1. Содержание работы. Инструменты

Нивелирование поверхности участков земли по квадратам выполняют при крупномасштабных съемках (1:1000 – 1:5000) с малой высотой сечения рельефа (0,25 – 0,5 м) с целью составления проектов вертикальной планировки. Такую работу выполняют при проектировании лесозаготовительных предприятий, жилых поселков, лесных складов, при лесомелиоративных работах.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- |                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| 1. Нивелир          | 5. Плотная бумага             |
| 2. Теодолит         | 6. Линейка                    |
| 3. Нивелирные рейки | 7. Мерная лента               |
| 4. Карандаши        | 8. Колышки (15-20см) – 20 шт. |

### 6.2. Подготовительные работы

Поверхность участка разбить на квадраты размером 10 x 10 м. Вершины квадратов закрепить колышками с указанием номера квадрата. Если на сторонах квадратов имеются точки перегиба, то их отмечают как плюсовые точки.

Составить схему квадратов, на которой указать номера квадратов и порядок перемещения реечника.

Схема составляется в 2-х экземплярах, для реечника и для наблюдателя. Схема наблюдателя является полевым журналом для записи наблюдений.

### 6.3. Полевые работы

Нивелирование выполняют с точки (станции), расположенной примерно в центре участка.

Установив нивелир на станции в рабочее положение, наблюдатель определяет с точностью до 1мм горизонт нивелира:

$$ГИ = H_i + a_i \quad (24)$$

$H_i$  – абсолютная высота  $i$  точки;

$a_i$  – отсчет по черной стороне нивелирной рейки, установленной над точкой  $i$ , высота которой известна.

Рейки последовательно устанавливают в вершины квадратов, берут по черным сторонам отсчеты  $a_i$  с точностью до 1 мм и заносят в журнал. В журнале указывают также направления скатов, если они совпадают с направлением диагонали. Отметки вершин сетки квадратов вычисляют с точностью до 0,01 м по формуле:

$$H_i = ГИ - a_i \quad (25)$$

	72.00	72.22	72.64	72.75	
1	1280	1060	0640	0530	4
	↙	↙			
8	71.32	71.78	72.16	72.12	5
	1960	1500	1120	1154	
		ст.1 ⊙		↗	
9	71.72	ГИ=73.276	72.74	72.34	12
	1560		0540	0934	

Рис. 12. Журнал нивелирования по квадратам

(Условные обозначения: 1560 –отсчет по черной стороне рейки; 71,72 – отметка девятой речной точки)

#### 6.4. Камеральные работы

На чертежной бумаге построить сетку квадратов в заданном масштабе. Наложить ситуацию и дополнительные высотные точки и подписать высоты нивелирных точек с точностью до 0,01 м.

Для проведения на плане горизонталей на сторонах квадратов и на некоторых диагоналях интерполированием определить следы горизонталей. Горизонталю надо начинать проводить с той части плана, где рельеф выражен наиболее четко.

После проведения горизонталей план участка вычерчивается тушью в условных топографических (лесных) условных знаках.

Сетка квадратов на плане не показывается. К отчету прилагается журнал нивелирования и план участка, вычерченный в карандаше.

## 7. СОСТАВЛЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Все отчетные документы подшиваются в папку в порядке, определенном программой практики, причем полевые материалы должны предшествовать материалам камеральной обработки. Состав прилагаемых материалов приведен в соответствующих разделах настоящих указаний.

На лицевую сторону папки наклеивается титульный лист.

### Образец оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ВОРОНЕЖСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра промышленного транспорта, строительства и геодезии

### МАТЕРИАЛЫ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ

Группа №

Бригада №

Состав бригады

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Бригадир \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

Воронеж 2018

## Библиографический список

### Основная литература

1. Инженерная геодезия [Текст] : учеб. пособие / В. А. Морковин, В. П. Поляков, Е. В. Кондрашова, А. В. Скрипников. – Воронеж, 2007. – 176 с.

### Дополнительная литература

2. Булгаков, Н. П. Прикладная геодезия [Текст] / Н. П. Булгаков, Е. И. Рывина. – М. : Недра, 1990. – 416 с.

3. Инженерная геодезия [Текст] : учеб. / под ред. Д. Ш. Михелева. – М. : Высш. шк., 2001. – 464 с.

4. Курошев, Г. Д. Геодезия и топография [Текст] : учеб. / Г. Д. Курошев, Л. Е. Смирнов. – М., 2006. – 176 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
1.1. Цель и задачи практики.....	3
1.2. Организация и содержание практики.....	3
1.3. Правила обращения с приборами и инструментами.....	4
1.4. Ведение полевых документов.....	6
1.5. Правила вычислительных работ .....	6
1.6. Инструкция по технике безопасности.....	7
2. ПОЛЕВЫЕ ПОВЕРКИ ПРИБОРОВ.....	8
2.1. Полевые поверки теодолита 2Т-30.....	8
2.2. Полевые поверки нивелира.....	11
3. ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЁМКА.....	13
3.1. Содержание работ, инструменты.....	13
3.2. Полевые работы.....	13
3.3. Съёмка местных предметов (съёмка ситуации).....	16
3.4. Камеральная обработка полевых материалов.....	20
3.5. Составление плана. Отчетные документы.....	23
4. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЁМКА.....	25
4.1. Содержание работ.....	25
4.2. Полевые работы при проложении высотного хода.....	25
4.3. Съёмка местности.....	26
4.4. Камеральная обработка материалов полевых измерений.....	29
5. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ СООРУЖЕНИЙ ЛИНЕЙНОГО ТИПА.....	33
5.1. Содержание работ.....	33
5.2. Рекогносцировка участка трассы.....	34
5.3. Разбивка пикетажа и ведение пикетажного журнала.....	34
5.4. Нивелирование трассы.....	35
5.5. Камеральные работы.....	36
6. НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ.....	39
6.1. Содержание работы. Инструменты .....	39
6.2. Подготовительные работы.....	39
6.3. Полевые работы.....	39
6.4. Камеральные работы.....	40
7. СОСТАВЛЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА.....	41
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	42

Владимир Александрович **Морковин**  
Сергей Иванович **Сушков**

## ГЕОДЕЗИЯ

Методические указания по организации и прохождению учебной практики  
для студентов по направлению подготовки 35.03.01- Лесное дело и  
35.03.10 Ландшафтная архитектура

Редактор

Подписано в печать. Формат 60×90 /16. Объем 2,75 п. л.

Усл. печ. л. 2,75. Уч.-изд. л. 2,7. Тираж экз. Заказ

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

РИО ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

Отпечатано в УОП ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»

394087, г. Воронеж, ул. Докучаева, 10