

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

*К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова*

**УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА ПО ПОЛУЧЕНИЮ  
ПЕРВИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Методические указания*

Красноярск 2017

## Рецензент

*С.А. Мамонтова, канд. экон. наук, доц. каф. землеустройства и кадастров Института землеустройства, кадастров и природообустройства Красноярского государственного аграрного университета*

*Шумаев, К.Н.*

**Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской деятельности: метод. указания / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 60 с.**

Методические указания разработаны в соответствии с утвержденной программой учебной практики «Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской деятельности». В указаниях подробно изложена методика выполнения проверок геодезических приборов и выполнения полевых работ при прохождении учебной практики по получению профессиональных умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

Предназначено для студентов очного и заочного отделений Института землеустройства, кадастров и природообустройства», обучающихся по направлению подготовки «Землеустройство и кадастры», при прохождении учебной практики.

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного аграрного университета

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 4  |
| Поверки и юстировки нивелиров.....   | 7  |
| Поверки и юстировки теодолита 4Т30П.....   | 12 |
| Поверки и юстировки электронного теодолита.....  | 17 |
| Отработка методики создания теодолитного хода и ходов<br>повышенной точности.....  | 24 |
| Отработка методики создания тахеометрического хода.....  | 31 |
| Отработка методики создания нивелирного хода техниче-<br>ской точности способами из середины и вперед.....                         | 34 |
| Отработка методики нивелирования поверхностей.....   | 39 |
| Результаты полевых работ.....  | 45 |
| Охрана труда и правила безопасного выполнения работ при<br>отработке методики ведения топографо-геодезических<br>работ.....        | 46 |
| Контрольные вопросы.....   | 50 |
| Литература.....  | 54 |
| Приложения.....  | 57 |
| Приложение А. Каталог координат и высот пунктов полиго-<br>нометрии 2-го разряда геодезического полигона<br>Красноярского ГАУ..... | 57 |
| Приложение Б. Образец оформления титульного листа<br>отчета.....   | 59 |

## ВВЕДЕНИЕ

Место учебной практики в структуре ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» (профили землеустройство, земельный кадастр, городской кадастр).

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской деятельности является одним из важнейших этапов практического обучения в высшем учебном заведении, организуется на первом курсе бакалавриата, когда студенты практически получили теоретические знания в области геодезии, но еще не приобрели умения и навыки на практике.

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской деятельности базируется на предметах и дисциплинах основной профессиональной образовательной программы бакалавриата. Студент, приступающий к прохождению учебной практики, должен обладать теоретическими знаниями, полученными в процессе изучения дисциплин.

Учебная практика призвана начать формирование профессиональной компетентности, высокой культуры и гражданской активности у студентов будущих бакалавров в области землеустройства и кадастров.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской деятельности», являются «Высшая математика», «Физика», «Информатика», «Инженерная графика», «Геодезия», «Топографическое черчение».

Дисциплина «Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской деятельности» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы строительного дела», «Организация и технология работ по природообустройству и водопользованию», «Инженерное обустройство территории», «Прикладная геодезия», практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, исполнительская практика.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

В методических указаниях подробно изложена методика работ. Даны рекомендации по охране труда и безопасному ведению работ в полевых условиях при выполнении топографо-геодезических работ.

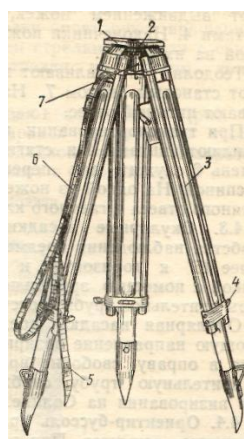
Для выполнения работ на бригаду выдается нивелирный, теодолитный или тахеометрический комплект. В зависимости от того, нивелир отечественный или импортный, оптический или цифровой, а также теодолит или тахеометр, в комплект подбираются штатив, рейки, вехи и отражатели. На рисунках 1 и 2 представлены возможные варианты комплектации нивелиров. Особое внимание необходимо уделить тому, что у импортных нивелиров, теодолитов, тахеометров, вешек и штативов соединительная резьба дюймовая, а у российских – метрическая. И они взаимно не заменяемы.

На первоначальном этапе для освоения методики угломерных измерений удобны современные электронные теодолиты, имеющие стабильные осевые системы, высокотехнологичное электронное оборудование на основе микросхем и компьютерных технологий.

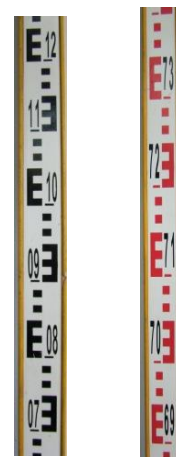
Методические указания составлены в соответствии с действующим стандартом и рабочей программой для студентов направления подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».



а



б



в

Рисунок 1 – Комплект к нивелиру Уральского ОМЗ:  
а – нивелир ЗНЗКЛ; б – штатив ШР-140; в – рейка РН-3-3000СП



а



б



в

*Рисунок 2 – Комплект к нивелиру SOKKIA:  
а – нивелир SDL 50; б – штатив T2N-L; в – рейка ND345124–103*

## ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКИ НИВЕЛИРОВ

Единство и требуемая точность измерений определяются метрологическим обеспечением измерительных средств. Это достигается установлением и применением научно-методических приемов, технических средств, правил и норм контроля приборов, применяемых в производстве.

Одно из важнейших понятий в системе метрологического обслуживания геодезических приборов – поверка. Под поверкой геодезических приборов понимают контроль метрологической исправности и определение конкретных значений метрологических характеристик, нормированных в технической документации.

Для геодезических приборов выполняют следующие поверки: периодическую, межсезонную, контрольную, эксплуатационную, внеочередную. Объем поверочных работ устанавливается в зависимости от типа прибора. Применяемые методы и средства поверки выбирают с учетом специфических особенностей и назначения прибора. Для обеспечения нормальных условий проведения испытаний или поверки необходимо соблюдение целого ряда требований по предохранению геодезического прибора от внешних влияний в рабочем пространстве.

При внешнем осмотре нивелира проверяют плавность вращения зрительной трубы, наводящего и подъемных винтов, фокусирования сетки и зрительной трубы, исправность уровня, юстировочных винтов, работу элевационного винта.

Нивелир НЗ поверяется на следующие геометрические условия.

*Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.*

Действуя подъемными винтами подставки, пузырек круглого уровня приводят в нуль-пункт, затем верхнюю часть нивелира поворачивают на  $180^\circ$  вокруг оси. Если пузырек остался в нуль-пункте, то условие выполнено. Если же пузырек отклонился, вращением юстировочных винтов его возвращают к центру ампулы на половину дуги отклонения, а окончательно совмещают с нуль-пунктом подъемными винтами подставки. После этого поверку повторяют.

*Горизонтальный штрих сетки нитей должен быть перпендикулярен оси вращения нивелира.*

Зрительной трубой визируют на рейку, установленную в 50–60 м от нивелира. Вращая зрительную трубу вокруг вертикальной оси, следят, изменяется ли отсчет при перемещении изображения рейки от одного края поля зрения к другому. Если отсчет изменяется больше чем на 1 мм, диафрагму с сеткой поворачивают в требуемое положение, ослабив крепящие ее винты. Необходимо отметить, что юстировка для данной поверки выполняется в мастерской.

*Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна оси зрительной трубы.*

Это условие, называемое главным, проверяют разными способами.

*Способ 1.* Нивелирование одной и той же линии способом «вперед» и «из середины». Поверку выполняют в следующем порядке. На местности с помощью кольев или костылей закрепляют линию длиной 70–80 м (рис. 3).

Прибор устанавливают на одинаковом расстоянии от концов линии, тщательно приводят пузырек цилиндрического уровня на середину и делают отсчеты  $a_1$  и  $b_1$  по двум противоположно стоящим рейкам.

Затем определяют превышение  $h$  по формуле

$$h = a_1 - b_1 \quad (1)$$

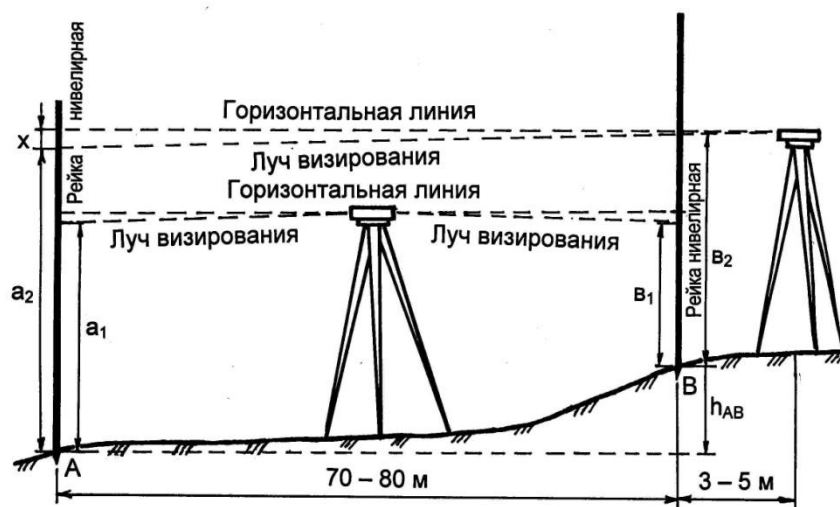


Рисунок 3 – Поверка главного геометрического условия нивелира



Устанавливают прибор примерно в створе линии АВ на расстоянии 3–5 м от точки В, приведя пузырек цилиндрического уровня на середину, делают отсчет  $b_2$ , который принимают за истинный. Вычисляют теоретическое значение отсчета по рейке, установленной в точке А, то есть:

$$a_2 = h - b_2. \quad (2)$$

Если отсчет по рейке со станции 2 совпадает с отчетом  $a_2$  или будет отличаться от него не более чем на 4 мм, то условие можно считать выполненным. В противном случае путем вращения элевационного винта устанавливается средний штрих сетки нитей на отсчет  $a_2$ , после чего приводится пузырек уровня на середину, действуя вертикальными юстировочными винтами цилиндрического уровня. После юстировки поверку повторяют.

*Способ 2.* Двойное нивелирование способом «вперед» (рис. 4).

Поверка производится двойным нивелированием линии АВ следующим образом.

Нивелир устанавливается над точкой А, приводится в рабочее положение, и измеряется его высота  $i_1$  (расстояние от центра окуляра до верха колышка) с ошибкой не более 1 мм. По среднему штриху сетки нитей определяется отсчет  $b_1$  по рейке, установленной в точке В. Затем меняется местами положение рейки и нивелира и выполняются аналогичные действия на точке В, в результате получаем значения  $i_2$  и  $b_2$ .

Если визирная ось зрительной трубы не параллельна оси цилиндрического уровня, то в отсчетах по рейке будет присутствовать так называемая «ошибка X», величину которой можно определить по формуле

$$X = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}. \quad (3)$$

Если ошибка X не превышает 4 мм, то условие можно считать выполненным (для проложения ходов технического нивелирования). В противном случае для станции 2 вычисляют верный отсчет по рейке согласно формуле

$$b'_2 = b_2 - X. \quad (4)$$

а



б

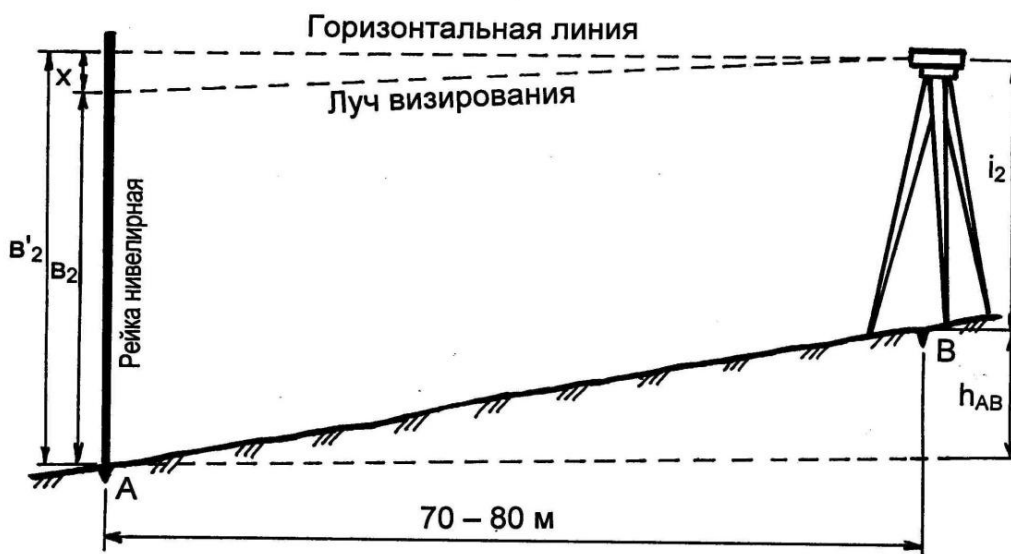


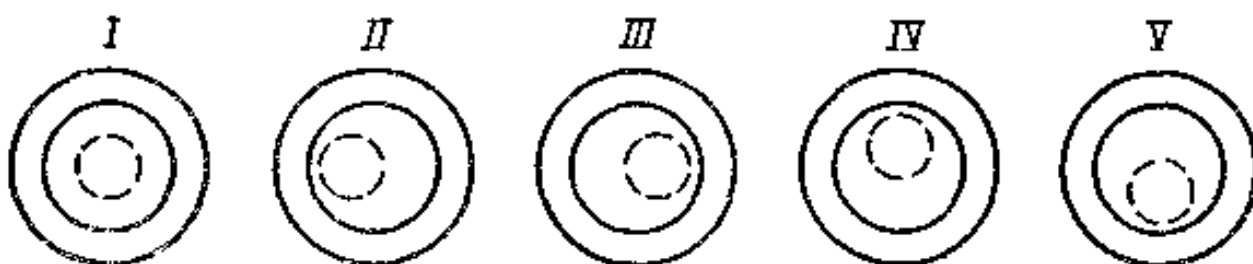
Рисунок 4 – Проверка главного условия нивелира:  
 а – при установке нивелира в точке А;  
 б – при установке нивелира в точке В

Непараллельность указанных осей исправляют таким же образом, как и при первом способе.

Проверку лучше выполнять в пасмурную погоду или в затененном месте, чтобы исключить односторонний нагрев Солнцем цилиндрического уровня.

*Проверка правильности работы компенсатора (для нивелиров с самоустанавливающейся линией визирования)*

Нивелир устанавливают на равном удалении между двумя рейками. Наблюдения выполняются сериями, общее число которых должно быть не менее пяти. Перед снятием отсчетов по рейкам для вертикальной оси вращения подъемными винтами задают наклоны от I до V (рис. 5).



*Рисунок 5 – Положение пузырька установочного уровня при наклоне оси нивелира подъемными винтами*

Отсчеты не должны отличаться более чем на 1 мм. Перед каждой серией измерений изменяется высота прибора.

Для высокоточных нивелиров проверка выполняется при расстояниях между рейками 10, 50, 100 м; для точных нивелиров при расстояниях 100 и 200 м; для технических при расстояниях 200 м. Юстировка производится в лабораторных условиях специализированной мастерской.

## ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКИ ТЕОДОЛИТА 4Т30П

При испытании взаимодействия деталей прибора особое внимание необходимо обратить на следующие требования:

1) вращение горизонтального и вертикального кругов и алидады горизонтального круга должно быть свободным и при работе наводящими винтами плавным;

2) закрепительные винты лимба, алидады и зрительной трубы надо зажимать без лишних усилий. При поворотах верхней части прибора следует брать руками за алидадную часть у места расположения закрепительного винта;

3) подъемные винты не должны иметь шатаний в подставке.

В исправном теодолите взаимное положение его частей и осей должно отвечать определенным геометрическим условиям. Контроль выполнения этих условий называется поверками теодолита. У теодолита поверяется положение четырех осей: вертикальной, горизонтальной, визирной и оси цилиндрического уровня.

*Ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси теодолита. Поверка уровня.*

Для этой поверки лимб устанавливают в горизонтальное положение. Затем поворачивают алидаду на  $180^\circ$  относительно исходного положения. Если пузырек уровня останется на середине, то условие поверки считается соблюденным. Если же пузырек уровня отойдет от середины больше чем на одно деление, значит, условие не соблюдено, и необходимо исправить обнаруженную неперпендикулярность осей, т. е. произвести юстировку. Для этого подсчитывают, на сколько делений уровня отклонился пузырек. Ошибку в размере половины делений устраняют исправительным винтом уровня с помощью специальной шпильки. При большом отклонении исправление выполняют постепенно. Поверку и юстировку повторяют несколько раз до полного устранения ошибки.

*Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси теодолита. Поверка коллимационной ошибки.*

Предварительно вращением диоптрийного кольца (на оправе окуляра) добиваются четкого изображения сетки нитей. Затем трубу наводят на какой-либо объект вблизи горизонта. При визировании на точку вертикальный круг может находиться или слева, или справа по отношению к наблюдателю. Поэтому различают наблюдения, выполненные при «круге право» – КП, и наблюдения, выполненные при «круге лево» – КЛ. Для получения четкого изображения наблюдаемой точки в поле зрения, пользуются кремальерой (фокусирующим кольцом зрительной трубы). Затем на замеченную точку наводят центр сетки нитей трубы теодолита с помощью микрометрического винта алидады и берут отсчет по лимбу горизонтального круга при положении КЛ. Переводят трубу через зенит. Наводят зрительную трубу на ту же точку и берут отсчет, но уже в положении КП. Разность между отсчетами дает угол, соответствующий двойной коллимационной ошибке. Величина коллимационной ошибки вычисляется по формуле

$$C = \frac{КЛ - КП \pm 180^\circ}{2}. \quad (5)$$

Если она превышает двойную величину точности считывания отсчета, равную 1' для теодолита 4Т30П, то положение визирной оси желательно исправить.

Для этого определяется отсчет:

$$КП_0 = КП - C. \quad (6)$$

На этот отсчет при помощи наводящего винта, устанавливается алидада горизонтального круга. Одновременно центр сетки нитей сместится с наблюдаемой точки. Наводить на эту точку центр сетки нитей необходимо исправительными винтами сетки нитей. Исправление производят следующим образом. Откручивают защитный колпачок с окуляра зрительной трубы, под которым расположены четыре юстировочных (исправительных) винта. Отпустив вертикальные винты, вращением горизонтальных винтов перемещают сетку нитей до тех пор, пока ее центр не совпадет с наблюдаемой точкой. В процессе исправления рекомендуется сначала несколько отпустить противоположный винт, а затем

ввинчивать нужный, чтобы сетка нитей была устойчиво закреплена. После устранения коллимационной ошибки поверку прибора необходимо повторить.

*Горизонтальная и вертикальная оси теодолита должны быть взаимно перпендикулярны.*

Установив теодолит на 10–20 м от стены здания, нужно навести сетку нитей зрительной трубы на хорошо видимую, высоко расположенную точку. Закрепить алидаду горизонтального круга. Затем зрительная труба наклоняется примерно до горизонтального положения. На стене карандашом отмечают точку, в которую проецируется центр сетки нитей. Затем, ослабив закрепительные винты зрительной трубы и алидады, трубу перевести через зенит. Далее следует навести сетку нитей на ту же высоко расположенную точку, и снова наклонить трубу до горизонтального положения. Если центр сетки нитей совпадает с меткой на стене или отклонится не более чем на две ширины бисектора сетки, то условие выполнено. Устранение значения не перпендикулярности осей теодолита более допустимого выполняется в специализированной мастерской. Данное условие гарантируется заводом-изготовителем.

*Вертикальная нить сетки нитей должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси теодолита.*

Наводится вертикальная нить сетки на четко видимую, удаленную точку. Вращая трубу микрометрическим (наводящим) винтом вертикального круга теодолита, наблюдают прохождение вертикальной нити через искомую точку. Если вертикальная нить и точка в ходе вращения трубы взаимно отклоняются, юстировку выполняют путем поворота окулярной части зрительной трубы с сеткой на требуемый угол. Для этого ослабляются четыре винта, крепящие окулярную часть к зрительной трубе. После данной операции требуется повторить определение коллимационной ошибки.

*При горизонтальном положении зрительной трубы отсчет по вертикальному кругу должен быть равен нулю. Определение места нуля (МО) вертикального круга теодолита.*

Для контроля наблюдают при обоих положениях вертикального круга (КП и КЛ) на две точки местности и дважды вычисляют значение МО по формуле

$$MO = \frac{KP + KL}{2} . \quad (7)$$

Колебания МО при наблюдении на разные точки не должно превышать двойную величину точности считывания отсчета по вертикальному кругу, или 1'.

Приведение МО к нулю можно выполнить следующим способом. Зрительную трубу наводящим винтом устанавливают на отсчет, равный вычисленному углу наклона по формуле

$$\nu = \frac{KP - KL}{2} . \quad (8)$$

После этого вертикальными юстировочными винтами сетки нитей совмещают горизонтальный штрих сетки нитей с изображением наблюдаемой точки. Для контроля выполненных действий желательно вновь определить значение МО. Если юстировка МО не выполнялась, то в процессе определения углов наклона необходимо учитывать значение места нуля.

*Определение рена отсчетного микроскопа. Изображение одного деления угломерного круга должно быть равно 12 делениям шкалы микроскопа. Разность между ними называют реном.*

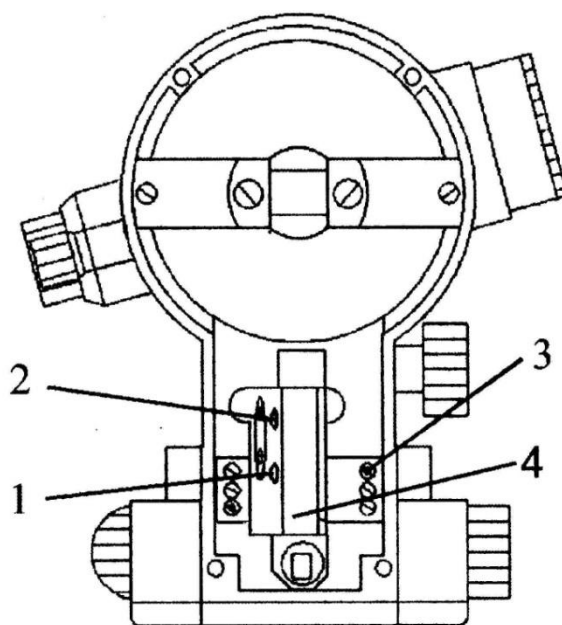
Значение рена определить следующим образом. Совместить какой-либо штрих А лимба с нулевым штрихом отсчетной шкалы микроскопа и снять показание по штриху (А - 1°). Вычислить разность показаний по штрихам А и (А - 1°), которая равна рену на данном участке лимба.

Рен вертикального лимба определить на участках 0, 2, -2° при круге слева и справа, рен горизонтального круга – через 60°.

Вычислить среднее арифметическое значение рена для каждого круга из шести определений.

Расхождение между значениями рена для разных участков лимба не должно превышать 30". При среднем значении рена более 15" произвести его исправление.

Предварительно устраняется параллакс. Для этого необходимо снять боковую крышку со стороны лимба вертикального круга (рис. 6). Наблюдая в микроскоп, установить окуляр по глазу до получения четкого изображения шкалы. Слегка открепив винт 2-го крепления линз горизонтального круга, перемещением линзы вдоль паза кронштейна добиться четкого изображения горизонтального лимба, винт закрепить. Аналогично исправляется параллакс вертикального круга нижним винтом, расположенным в глубине боковой продольной прорези.



*Рисунок 6 – Теодолит 4Т30П без боковой крышки:  
1, 2 – винты крепления линз горизонтального круга;  
3 – винт крепления кронштейна; 4 – кронштейн*

После устранения параллакса проверить и при необходимости устранить рен. Рен горизонтального и вертикального кругов исправить перемещением обеих линз соответствующих кругов. Если изображение круга необходимо уменьшить, обе линзы необходимо удалить от круга, если увеличить – приблизить. Одновременно следят за отсутствием параллакса между изображениями штрихов лимба и шкалы микроскопа.

Поверки и юстировки теодолиту в обязательном порядке выполняют перед выходом в поле.



## ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКИ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕОДОЛИТА

Единство и требуемая точность измерений достигается установлением и применением научно-методических приемов, технических средств, правил и норм контроля приборов, применяемых в производстве. Под единством угловых геодезических измерений понимают такое состояние измерений, при котором получаемые результаты выражаются в принятых единицах плоского угла, а погрешности результатов измерений известны с требуемой надежностью. Государственная поверочная схема для средств измерения плоского угла устанавливается государственным стандартом.

Одно из важнейших понятий в системе метрологического обслуживания угломерных приборов – поверка. Под поверкой геодезических приборов понимают контроль метрологической исправности и определение конкретных значений метрологических характеристик, нормированных в технической документации. Рабочие теодолиты должны проходить ведомственную поверку, организуемую ведомственными метрологическими службами, а при отсутствии таковых, в специализированных метрологических центрах.

Для геодезических приборов выполняют следующие поверки: периодическую, межсезонную, контрольную, эксплуатационную, внеочередную. *Для электронных теодолитов периодическая поверка основных электронных узлов выполняется не реже одного раза в год.* Объем поверочных работ устанавливается в зависимости от типа прибора. Применяемые методы и средства поверки выбирают с учетом специфических особенностей и назначения прибора. Для обеспечения нормальных условий проведения испытаний или поверки необходимо соблюдение целого ряда требований по предохранению угломерного прибора от внешних влияний в рабочем пространстве.

По результатам поверки оформляется протокол, выдается свидетельство об аттестации прибора. Теодолит, не имеющий аттестации, к производству измерений не допускается.

При испытании взаимодействия деталей прибора особое внимание необходимо обратить на следующие требования:

1) вращение горизонтального и вертикального кругов и алидады горизонтального круга должно быть свободным и при работе наводящими винтами плавным;

2) закрепительные винты круга и зрительной трубы надо зажимать без лишних усилий. При поворотах верхней части прибора следует брать руками за алидадную часть у места расположения закрепительного винта;

3) подъемные винты не должны иметь шатаний в подставке;

4) сетка нитей зрительной трубы должна быть установлена правильно.

Поверки и юстировки электронных теодолитов средней точности необходимо проводить в следующей последовательности:

1. Поверка и юстировка цилиндрического уровня.

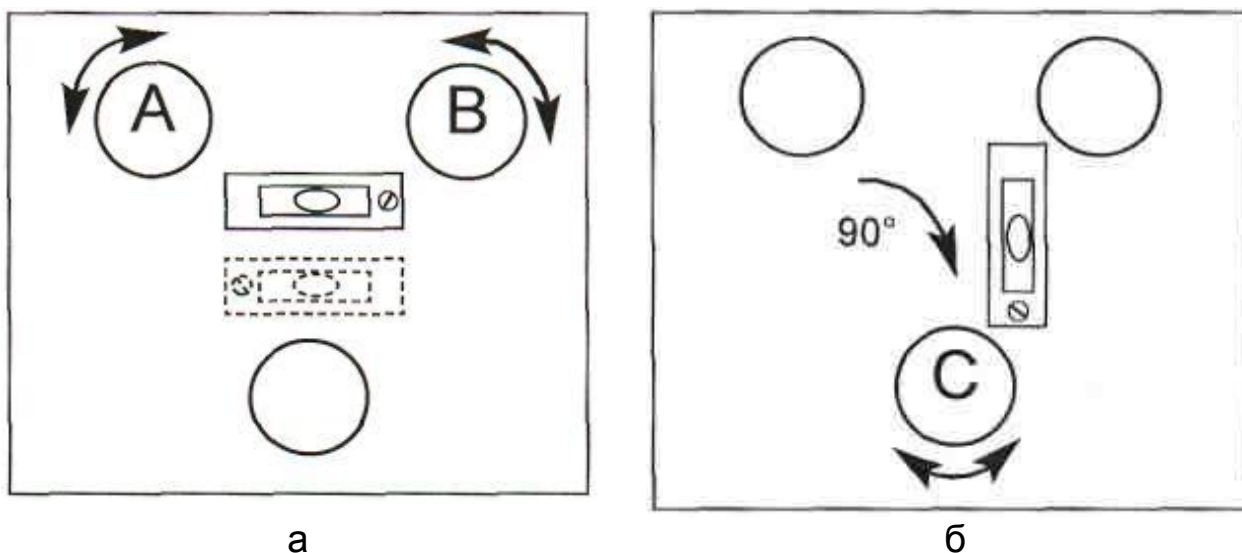
2. Поверка и юстировка круглого уровня.

3. Поверка и юстировка оптического центрира.

После выполнения юстировки всегда необходимо повторить поверку.

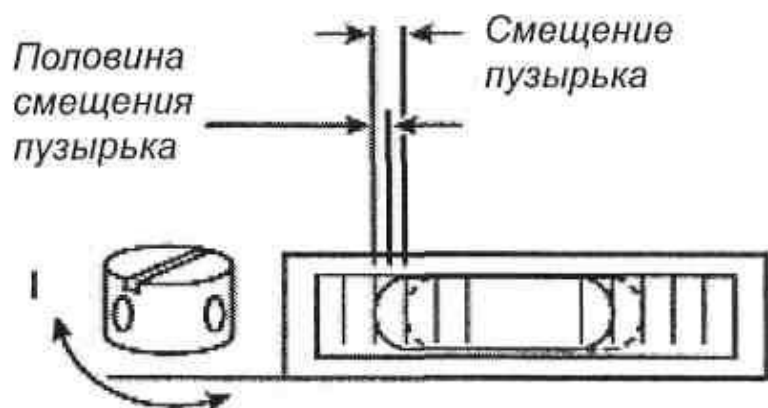
*Поверка цилиндрического уровня. Ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси теодолита.*

Горизонтальный круг устанавливается таким образом, чтобы ось цилиндрического уровня была параллельна любым двум подъемным винтам (рис. 7, а). Вращая эти два подъемных винта навстречу друг другу в одну или другую сторону, приводят пузырек цилиндрического уровня в нуль-пункт (на середину). После чего поворачивают теодолит вокруг вертикальной оси таким образом, чтобы цилиндрический уровень стал перпендикулярно тем же двум подъемным винтам (рис. 7, б). Вращением третьего подъемного винта, в направлении которого повернут цилиндрический уровень, приводят пузырек уровня в нуль-пункт. Затем возвращают теодолит в исходное положение и уточняют приведение пузырька в нуль-пункт.



*Рисунок 7 – Точное горизонтирование по цилиндрическому уровню*

После этого поворачивают алидаду на  $180^\circ$ ; если пузырек уровня останется на середине, то условие поверки считается соблюденным. Если же пузырек уровня отойдет от середины больше чем на одно деление, значит условие не соблюдено, и необходимо исправить обнаруженную неперпендикулярность осей, т. е. произвести юстировку. Для этого подсчитывают, на сколько делений уровня отклонился пузырек. Ошибку в размере половины делений устраняют исправительным винтом уровня (рис. 8) с помощью специальной шпильки. При большом отклонении исправление выполняют постепенно. Поверку и юстировку повторяют несколько раз до полного устранения ошибки.



*Чтобы переместить пузырек, поверните этот винт.*

*Рисунок 8 – Юстировка цилиндрического уровня*

*Проверка круглого уровня. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения теодолита.*

До начала данной проверки должна быть выполнена юстировка цилиндрического уровня. Если пузырек круглого уровня находится в нуль-пункте после приведения в центр пузырька цилиндрического уровня, то дальнейшая юстировка не требуется. В противном случае необходима юстировка. Действуя юстировочной шпилькой, повернуть юстировочные винты (рис. 9, а), пока пузырек круглого уровня не переместится в центр. Во избежание разрыва нельзя перетягивать юстировочные винты. Необходимо ослабить один винт на  $\frac{1}{4}$  оборота винта (рис. 9, б), а затем затянуть другой винт также на  $\frac{1}{4}$  оборота. После этого проверку повторяют, повернув прибор на  $180^\circ$ .

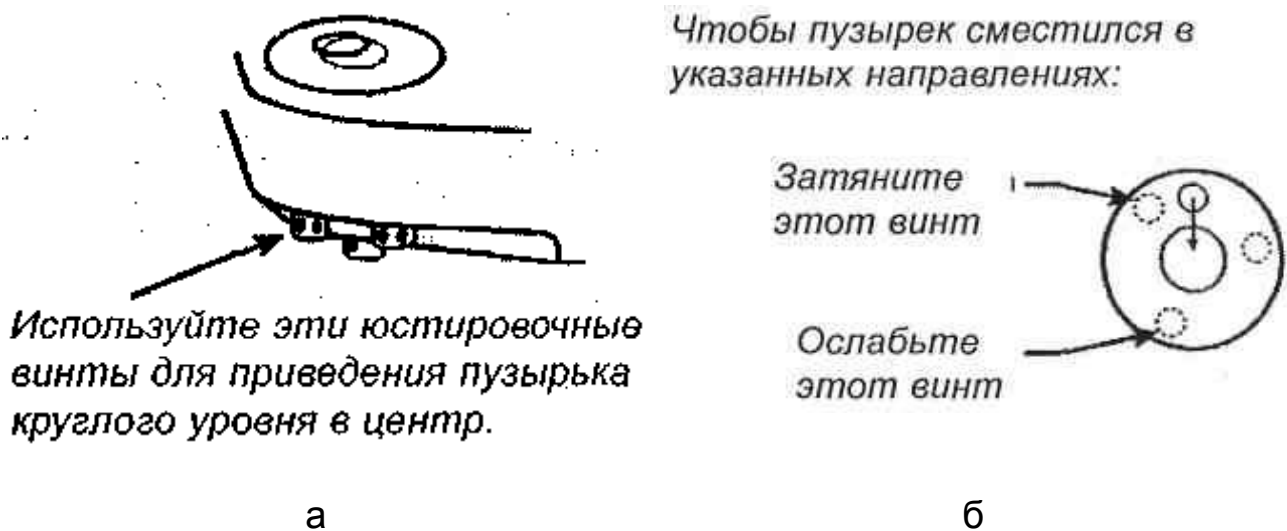


Рисунок 9 – Юстировка круглого уровня

*Проверка оптического центрира. Визирная ось оптического центрира должна совпадать с вертикальной осью вращения теодолита (рис. 10).*

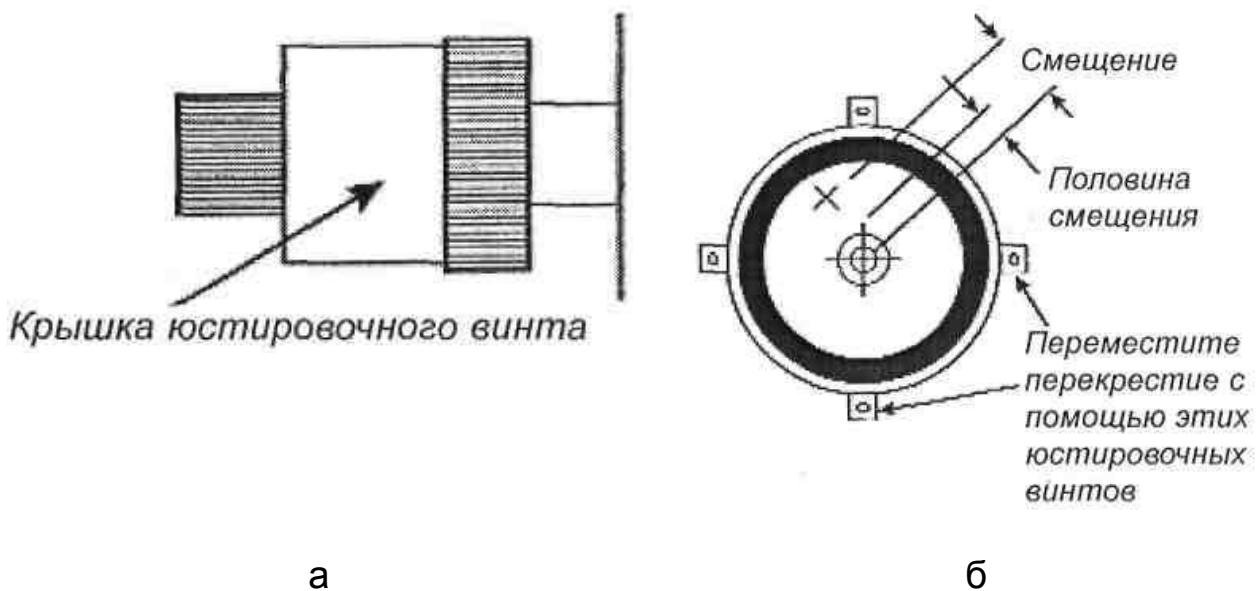


Рисунок 10 – Юстировка оптического центрира

Навести оптический центрир на точку центрирования с помощью трех подъемных винтов, или, ослабив становой винт, передвинуть теодолит по головке штатива к точке. Затем повернуть теодолит на  $180^\circ$  и повторить визирование через оптический центрир. Если точка центрирования находится в центре круга поля зрения оптического центрира, то юстировка не требуется. В противном случае необходима юстировка. Для этого нужно снять крышку юстировочных винтов оптического центрира (рис. 10, а), повернув ее против часовой стрелки. Под ней расположены четыре юстировочных винта. Действуя юстировочной шпилькой, вращением юстировочных винтов, возвращают перекрестие сетки нитей центрира на половину дуги отклонения от точки (рис. 10, б). Необходимо ослабить один винт на  $\frac{1}{4}$  оборота винта, а затем затянуть другой винт также на  $\frac{1}{4}$  оборота. После этого, повернув прибор на  $180^\circ$ , поверку повторяют до полного устранения смещения.

*Установка места нуля вертикального круга.*

Последовательность действий при установке места нуля электронного теодолита средней точности представлена в таблице 1.

**Таблица 1 – Последовательность действий при установке места нуля электронного теодолита VEGA TEO 5**

| Операция  | Клавиша | Дисплей   |
|---|---------|---|
| Точное горизонтирование теодолита   | Нет     |   |
| Нажать клавишу «V%», и удерживая ее, нажать клавишу питания. На дисплее появится режим установки места нуля вертикального круга   | V%<br>ⓘ |    |
| Повернуть зрительную трубу в вертикальной плоскости, чтобы установит место нуля. На дисплее появится «STEP – 1»   |         |    |
| Навести зрительную трубу на цель, расположенную близко к горизонту на расстоянии примерно 100 м. Нажать «V%». Данные для первой точки будут сохранены. На дисплее появится «STEP – 2»   | V%      |    |
| Перевести зрительную трубу через зенит и снова визировать ее на начальную точку. Нажать «V%». Данные для второй точки будут сохранены, и место нуля вертикального круга будет установлено. После нажатия клавиши инструмент подаст звуковой сигнал и вернется в режим обычных измерений | V%      |  |

Метрологические центры в процессе первичной или периодической поверки кроме внешнего осмотра и опробования каждому теодолиту выполняют определение следующих метрологических характеристик:

1. Определение цены деления уровней.
2. Определение наименьшего расстояния визирования.
3. Определение коэффициента нитяного дальномера.
4. Определение постоянного слагаемого нитяного дальномера.
5. Определение диапазона работы компенсатора.
6. Определение систематической погрешности компенсатора на 1' наклона оси.

7. Определение погрешности оптического центрира.

8. Определение СКО измерения горизонтальных и вертикальных углов.

Пункты 1, 2 и 4 определяются только при первичной поверке.

## ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА И ХОДОВ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ

*Рекогносцировка местности и закрепление точек теодолитного хода.*

Теодолитные ходы – это метод построения плановой геодезической съёмочной и разбивочно-привязочной сети. Теодолитные ходы прокладываются по границам участка в местах, удобных для линейных измерений. На бригаду дается участок ход из 4 точек. Стороны ходов должны быть в пределах 40–350 м.

Вершины полигона выбираются таким образом, чтобы были видны следующие соседние вершины (предыдущая и последующая) и обеспечивалась съёмка всего участка с минимального количества станций. В вершинах полигона забивают до уровня земли деревянные колышки – точки. Вокруг колышка выполняется окопка в форме треугольника со стороной примерно 50 см. Для облегчения последующего отыскания колышка, рядом забивается высокий колышек (сторожек). Если вершину полигона необходимо отметить более точно, то на верхней стороне колышка прочерчивают карандашом крест с центром, совпадающим с вершиной полигона.

*Измерение углов и сторон теодолитного хода.*

Процесс измерения углов состоит из отдельных операций:

1. Перед работой теодолит устанавливают над вершиной угла (колышка) таким образом, чтобы нитяной или оптический отвес находился примерно над центром точки. Центрирование корректируется передвижением теодолита на штативе либо изменением длины ножки штатива. Допустимая погрешность при центрировании составляет 2–3 мм. Затем, убедившись в устойчивости теодолита, подъемными винтами с помощью уровня при алидаде горизонтального круга установить лимб теодолита в горизонтальное положение.

2. Установить сетку нитей на четкое изображение, закрепить лимб и навести трубу с помощью оптического визира



на заднюю точку угла. Закрепить алидаду и более точное наведение произвести наводящими винтами трубы и алидады.

3. Произвести отсчет по шкале горизонтального круга и записать его.

4. Открыв алидаду, навести трубу на переднюю точку угла, также произвести отсчет и записать.

5. Вычислить значение угла как разность первого и второго отсчетов. Если первый отсчет получился численно меньше второго, то к нему надо прибавить  $360^\circ$ , а затем произвести вычитание.

Описанные выше операции представляют первый полуприем, выполненный при КП или КЛ.

6. Открыв закрепительные винты трубы и алидады горизонтального круга, перевести трубу через зенит, изменить положение вертикального круга и изменить отсчеты по лимбу горизонтального круга на  $2-3^\circ$  с помощью наводящего винта лимба.

7. Измерить угол при другом положении круга, повторив действия, описанные в ранее рассмотренных пунктах.

8. Расхождение значения угла в двух полуприемах (КП и КЛ) не должно превышать  $1'$ . Если расхождение допустимо, вывести среднее значение угла из двух полуприемов. Это будет результат измерения угла полным приемом. При недопустимом расхождении угла при КП и КЛ измерения надо повторить.

#### *Измерение углов электронным теодолитом.*

Схема действий при измерении горизонтальных углов представлена на рисунке 11. Необходимо навести зрительную трубу теодолита на точку А. Далее нажать клавишу «ОСЕТ», чтобы обнулить отсчет горизонтального круга. После чего, отпустив закрепительный винт горизонтального круга и зрительной трубы, навести зрительную трубу на вторую точку (В). На дисплее высветится значение измеренного угла между точками А и В.

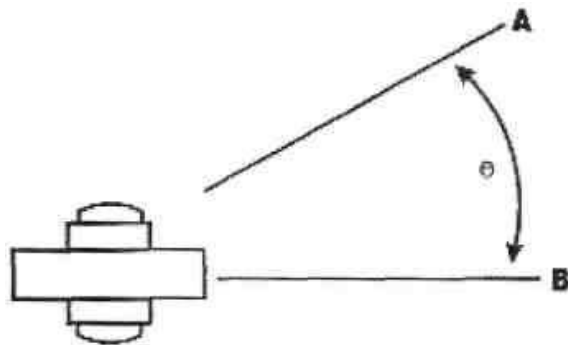


Рисунок 11 – Схема измерения горизонтального угла

Символ «HR» на дисплее означает, что измерение угла выполнено по ходу часовой стрелки. Символ «HL» на дисплее означает, что измерение угла выполнено против хода часовой стрелки.

Для измерения вертикальных углов в электронных теодолитах реализованы три системы отсчета. Они отличаются выбором начального нулевого направления, и направлением счета величины вертикального угла. В процессе настройки измерений выбирается одна из предлагаемых систем. Далее при наведении на объект визирования на дисплее отображается значение угла наклона, исходя из выбранной системы.

В ходах повышенной точности используют теодолиты средней точности.

Длины линий теодолитного хода измеряют 20-, 30-, 50- и 100-метровой рулеткой (рис. 12), светодальномером или лазерным дальномером (рис. 13).

Каждая сторона теодолитного хода измеряется в прямом и обратном направлениях. Расхождения между измерениями не должны быть больше  $1/2000$  от длины линии. Результаты измерений записывают в журнал.

Одновременно с измерением линии измеряют угол наклона всей линии или углы наклона отдельных участков. Горизонтальное проложение линии с учетом поправки за наклон вычисляется по формуле

$$d = D \cos V, \quad (9)$$

где  $D$  – наклонное расстояние, м;  
 $V$  – угол наклона.

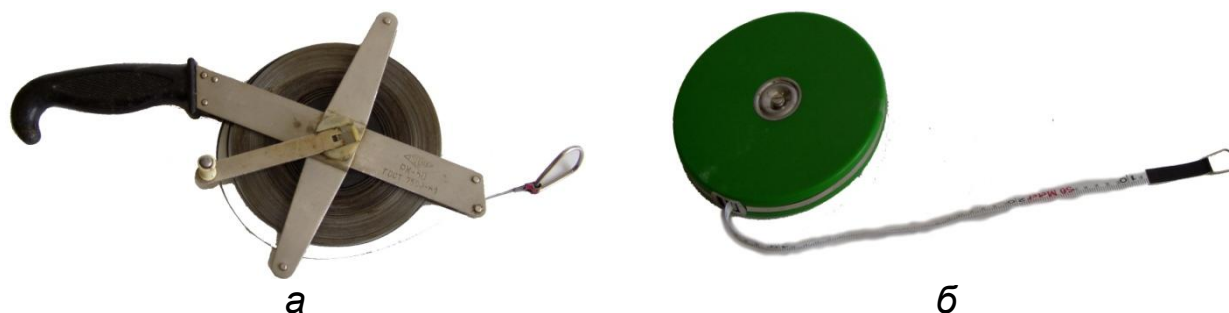
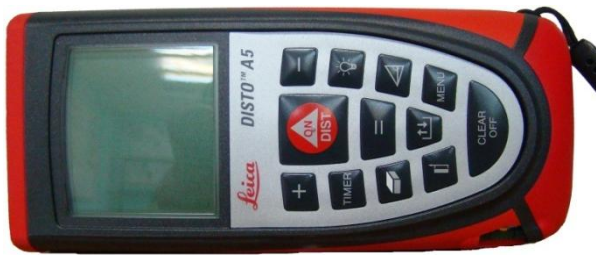


Рисунок 12 – Рулетка мерная:  
а – металлическая РК – 50; б – тканевая 20 м



а



б

Рисунок 13 – Лазерный дальномер:  
а – Leica DISTO A5; б – STANLEY Fat Max

Угол наклона измеряется вертикальным кругом теодолита.

Для измерения угла наклона ( $V$ ) теодолитом визирную ось трубы наводят на точку вешки, расположенную на расстоянии, равном высоте инструмента. Отсчеты по вертикальному кругу берутся при круге лево и круге право.

*Привязка теодолитного хода к опорной сети.*

Для определения дирекционных углов сторон и координат точек теодолитного хода производится привязка его к пунктам опорной сети (прил. А).

В простейшем случае, когда теодолитный ход непосредственно опирается на пункты опорной сети, привязка сводится к измерению примычных углов. Величина суммы примычных углов должна быть равна в пределах точности  $360^\circ$ .

*Съемка ситуации.*

Теодолитная съемка ситуации проводится с точек хода внутри полигона. Для съемки необходимо выбрать на местности характерные точки, называемые пикетами. Пикетами могут являться границы контуров, углы зданий и сооружений, дороги, столбы линий электропередач, колодцы, одиночно стоящие деревья и т. п. Расстояние от станции до пикета не должно превышать 80 м.

Съемка ситуации, как правило, выполняется полярным способом, но может быть использован любой другой способ. Реечник отмечает на рейке высоту инструмента (можно цветной канцелярской резинкой). Перед началом съемки на станции лимб ориентируют, как правило, по передней линии. То есть отсчет  $0^\circ 00'$  на лимбе горизонтального круга устанавливается в направлении передней точки съемочного обоснования, или любой другой точки съемочного обоснования. Рейка при этом стоит ребром к наблю-

дателю. Визирная ось зрительной трубы направляется в сторону этой точки. Лимб закрепляется, а алидада открепляется. В журнале теодолитной съемки (табл. 2) делается соответствующая запись. В абрисе отмечается положение точки стояния и точки ориентирования. На каждой станции записывается высота инструмента и высота визирования. На тот случай, если на каком-либо пикете невозможно будет визировать на высоту инструмента.

Реечник последовательно обходит все выбранные пикеты, как правило, движение осуществляется по ходу часовой стрелки. В этом случае отсчеты по горизонтальному кругу будут нарастать.

На каждом пикете центр сетки нитей наводится на высоту инструмента, отмеченную на рейке, и по горизонтальному кругу снимается отсчет. Затем снимается отсчет по вертикальному кругу. Номер пикетной точки и величины углов записываются в журнал. В абрисе отмечается положение этой пикетной точки, ставится ее номер, и при необходимости делаются поясняющие надписи.

**Таблица 2 – Журнал теодолитной съемки**

| Точка стояния             | Точка наблюдения | Положение круга | Отсчет по горизонт. кругу,<br>° ' " | Отсчет по вертик. кругу,<br>° ' " | Длина линии,<br>м |
|---------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Высота инструмента 1.65 м |                  |                 |                                     |                                   |                   |
| Высота визирования 1.65 м |                  |                 |                                     |                                   |                   |
| с.с. 1                    | с.с. 2           | КЛ              | 0 00                                |                                   |                   |
|                           | 1                | КЛ              | 6 59                                | - 1 55                            | 54.94             |
|                           | 2                | КЛ              | 22 58                               | - 2 04                            | 68.92             |
|                           | 3                | КЛ              | 41 22                               | - 0 47                            | 33.90             |
|                           | 4                | КЛ              | 54 46                               | 0 01                              | 35.93             |
|                           | 5                | КЛ              | 74 55                               | 2 52                              | 20.85             |
|                           | 6                | КЛ              | 139 14                              | - 1 39                            | 17.71             |
|                           | 7                | КЛ              | 350 47                              | - 2 44                            | 14.94             |

Расстояние можно определить при помощи вертикальной рейки, имеющей сантиметровые деления. Для этого считывают отсчеты по верхней и нижней дальномерным нитям сетки нитей

зрительной трубы, наведенной на рейку (рис. 14). Коэффициент нитяного дальномера электронного теодолита равен 100, то есть одному сантиметру на рейке между дальномерными нитями соответствует один метр на местности между теодолитом и рейкой. Расстояние от прибора до объекта равно количеству сантиметровых делений между нитями дальномера, выраженному в метрах.

Расстояние можно определить как разность отсчетов по верхней и нижней нитям, помноженную на коэффициент дальномера, то есть:

$$D = (128.7 - 111.3) \times 100 = 17.4 \text{ м.}$$

При коротких расстояниях можно пересчитать количество сантиметровых делений между дальномерными нитями.

Измерение расстояний осуществляется по черной стороне нивелирной рейки. При углах наклона более  $2^\circ$  в наклонные расстояния вводится поправка (формула (9)).

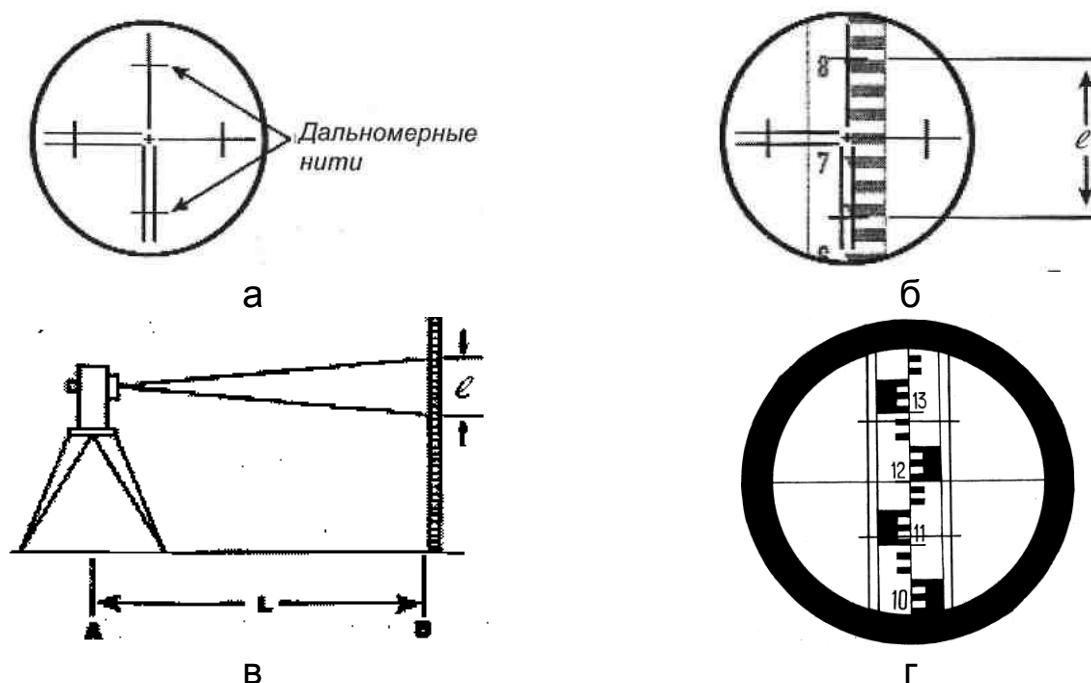


Рисунок 14 – Схема измерения расстояния по дальномерным нитям:  
 а – схема разметки сетки нитей; б – расстояние на рейке между дальномерными нитями; в – схема измерения расстояния; г – поле зрения теодолита с отсчетами по дальномерным нитям

После этого реечник, по команде наблюдателя, переходит на следующий пикет. После завершения съемки для контроля визируют на точку ориентирования. Расхождение с начальным отсчетом не должно превышать двойной точности теодолита (1').

## ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОГО ХОДА

При недостаточной плотности пунктов съемочной сети прокладываются тахеометрические ходы, которые для тахеометрической съемки масштаба 1:1000 с высотой сечения рельефа через 1 м должны соответствовать следующим техническим требованиям:

- максимальная длина хода – 300 м;
- максимальная длина линии – 150 м;
- максимальное число линий в ходе – 3;
- максимальное расстояние между пикетами – 30 м;
- максимальное расстояние от прибора до рейки при съемке рельефа – 200 м;
- максимальное расстояние от прибора до рейки при съемке контуров – 80 м.

*Тахеометрические ходы* – это метод построения плановой геодезической съемочной и разбивочно-привязочной сети. Он заключается в проложении на местности одиночных ходов и полигонов с измерением теодолитом или тахеометром горизонтальных углов на пунктах хода. Длины сторон хода измеряются мерными лентами, стальными рулетками или топографическими светодальномерами с точностью до 1 см. Основная цель процесса – определить прямоугольные координаты X, Y пунктов хода и высоту H. Горизонтальные углы в теодолитных ходах измеряются одним полным приемом теодолитами средней или технической точности. Средняя квадратическая ошибка измерений горизонтального угла не должна превышать 30". К таким приборам относятся теодолиты оптические и электронные и тахеометры. Для вычисления высот определяют углы наклона или прокладывают нивелирные ходы технической точности, или выполняется тригонометрическое нивелирование. Измерение горизонтальных углов аналогично измерениям в теодолитном ходе.

При создании съемочной сети необходимо руководствоваться следующим:

1. Между смежными пунктами съемочной сети должна быть обеспечена видимость и условия для измерения длин линий.

2. В застроенной части должны обеспечиваться условия для съемки зданий и сооружений.

3. Должно обеспечиваться удобство установки приборов и условия для работы.

4. Пункты не должны подвергаться опасности уничтожения.

5. Необходимо вычерчивать абрисы закладки пунктов и линейными промерами определять расстояние до постоянных сооружений.

6. Длина линий (сторон) тахеометрического хода технической точности должна быть не менее:

– на застроенной территории – 20 м;

– незастроенной территории – 40 м.

Пункты съемочной сети на местности закрепляют знаками временной сохранности – деревянными столбами или кольями, металлическим трубами или штырями. Затем центр обкапывается и на вбитом рядом кольшке строжке подписывается его номер.

Допустимые линейные невязки тахеометрического хода определяются по формуле

$$f_s = \frac{S}{400\sqrt{n}}, \quad (10)$$

где  $S$  – длина хода, м;

$n$  – число линий в ходе.

Высотная невязка (в сантиметрах) не должна превышать:

$$f_h = 0.04 \frac{S}{\sqrt{n}}. \quad (11)$$

Съемка ситуации, как правило, выполняется полярным способом. Реечник устанавливает отражатель на вехе на высоту инструмента. Перед началом съемки на станции лимб ориентируют, как правило, по передней линии. То есть отсчет  $0^{\circ}00'$  на лимбе горизонтального круга устанавливается в направлении передней



точки съемочного обоснования или любой другой точке съемочного обоснования. Веха при этом стоит на передней точке. Визирная ось зрительной трубы направляется в сторону этой точки. Лимб закрепляется, а алидада открепляется. В журнале тахеометрической съемки делается соответствующая запись. В абрисе отмечается положение точки стояния и точки ориентирования. На каждой станции записывается высота инструмента и высота визирования. На тот случай, если на каком-либо пикете невозможно будет визировать на высоту инструмента.

Реечник последовательно обходит все выбранные пикеты, как правило, движение осуществляется по ходу часовой стрелки. В этом случае отсчеты по горизонтальному кругу будут нарастать. Расстояние между пикетными точками для рельефа примерно 2 см в масштабе плана выполняемой съемки.

На каждом пикете центр сетки нитей наводится на высоту инструмента, отмеченную центром отражателя на вехе, и по горизонтальному кругу снимается отсчет. Затем снимается отсчет по вертикальному кругу и расстояние. Номер пикетной точки, расстояние и величины углов записываются в журнал. В абрисе отмечается положение этой пикетной точки, ставится ее номер, и при необходимости делаются поясняющие надписи.

Проложение нивелирного хода по сточкам съемочного обоснования тахеометрического хода аналогично проложению нивелирного хода технической точности.

## ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ НИВЕЛИРНОГО ХОДА ТЕХНИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ СПОСОБАМИ ИЗ СЕРЕДИНЫ И ВПЕРЕД

Ходы технического нивелирования прокладываются между двумя исходными реперами в виде одиночных ходов или в виде системы ходов с одной или несколькими узловыми точками. Длины ходов технического нивелирования определяются в зависимости от высоты сечения рельефа топографических съемок или условий, предусмотренных проектом работ. Допустимые длины ходов приведены в таблице 3.

Для технического нивелирования применяются двухсторонние рейки, которые должны иметь шашечный рисунок с сантиметровыми делениями.

При измерении превышений способом из середины нивелир ставят на равных расстояниях от точек А и В (рис. 15), а на точки А и В ставят отвесно нивелирные рейки.

Нивелирование выполняется в одном направлении. Отсчеты по рейке, установленной на нивелирный башмак или костыль, производятся по средней нити. Расхождение превышений на станции не должны быть более 5 мм.

**Таблица 3 – Длина ходов технического нивелирования**

| Характеристика линии                    | Длина ходов в км при сечениях рельефа |     |             |
|---|---------------------------------------|-----|-------------|
|   | 0.25                                  | 0.5 | 1 м и более |
| Между двумя исходными реперами          | 2.0                                   | 8   | 16          |
| Между исходным репером и узловой точкой | 1.5                                   | 6   | 12          |
| Между двумя узловыми точками            | 1.0                                   | 4   | 8           |

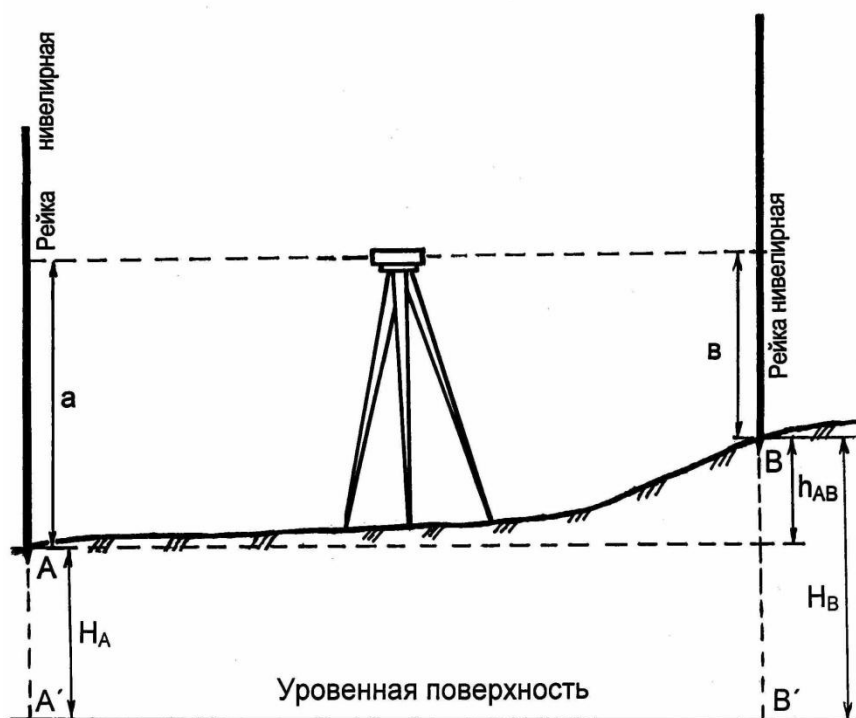


Рисунок 15 – Геометрическое нивелирование из середины

Предельное расстояние от прибора до реек может быть не более 200 м.

Невязки нивелирных ходов или замкнутых полигонов не должны превышать величин, вычисленных по формуле

$$f_h = \pm 50 \times \sqrt{L}, \quad (12)$$

где  $f_h$  – невязка, мм;

$L$  – длина хода (полигона), км.

В тех случаях, когда число станций на 1 км хода более 25, допустимая невязка подсчитывается по формуле

$$f_h = \pm 10 \times \sqrt{n}, \quad (13)$$

где  $n$  – число станций в ходе (полигоне).

При техническом нивелировании применяется следующий порядок работы на станции:

– нивелир устанавливается примерно на середине между рейками и приводится в рабочее положение;

- зрительная труба наводится на черную сторону задней рейки, и производят отсчет (1) по средней нити (табл. 3);
- рейка поворачивается на красную сторону и производится отсчет (2) по средней нити (табл. 3);
- зрительная труба наводится на черную сторону передней рейки и производится отсчет (3) по средней нити (табл. 3);
- рейка поворачивается на красную сторону и производится отсчет (4) по средней нити (табл. 3).

Перед каждым отсчетом пузырек цилиндрического уровня приводится в нуль-пункт. При наличии у прибора компенсатора выполняется только предварительная установка прибора по круглому уровню.

Образец журнала технического нивелирования приведен в таблице 4.

После выполнения на станции всех отсчетов по рейкам производятся контрольные вычисления. Далее вычисляются пяточные разности черной и красной сторон реек:

$$\begin{aligned} (2) - (1) &= (6), \\ (4) - (3) &= (7), \\ (6) - (7) &= (10). \end{aligned}$$

**Таблица 4 – Журнал технического нивелирования**

| Номер станции, номер рейки | Отсчеты по рейкам, мм |          |               | Превышение, мм | Среднее превышение, мм |
|----------------------------|-----------------------|----------|---------------|----------------|------------------------|
|                            | Задняя                | Передняя | Промежуточная |                |                        |
| 1                          | 3                     | 4        | 5             | 6              | 7                      |
| 1                          | 1670(1)               | 0889(3)  |               | +0781(8)       | +0781(11)              |
| Гр. рп. 1949               | 6460 (2)              | 5579(4)  |               | +0881(9)       |                        |
| 1–2                        | 4790 (6)              | 4690(7)  |               | -100(10)       |                        |
| 2                          | 0982                  | 2090     |               | -1108          | -1110                  |
|                            | 5670                  | 6881     |               | -1211          |                        |
| 2–1                        | 4689                  | 4791     |               | +103           |                        |

Значение (10) не должно отличаться от разности нулей, полученных при исследовании реек, более чем на  $\pm 5$  мм. Вычисляются превышения по черным (1) - (3) = (8) и красным (2) - (4) = (9) сторонам реек, которые также не должны отличаться друг

от друга более чем на  $\pm 5$  мм. Затем вычисляется среднее превышение на станции:

$$[(8) + (9)] / 2 = (11).$$

На следующих станциях производятся действия в описанном выше порядке.

В процессе технического нивелирования попутно могут нивелироваться отдельные характерные точки местности и устойчивые по высоте объекты. Высоты указанных точек определяются как промежуточные.

При нивелировании вперед окуляр зрительной трубы нивелира располагают вплотную к рейке, поставленной вертикально на точку А (рис. 16).

Отсчитывая по рейке высоту прибора  $i$  над точкой А, зрительной трубой визируют на рейку, поставленную отвесно на точку В, берут отсчет  $b$  и вычисляют превышение:

$$h = i - b. \quad (14)$$

Результаты измерений также записываются в журнал технического нивелирования. Затем выполняется обработка журнала.

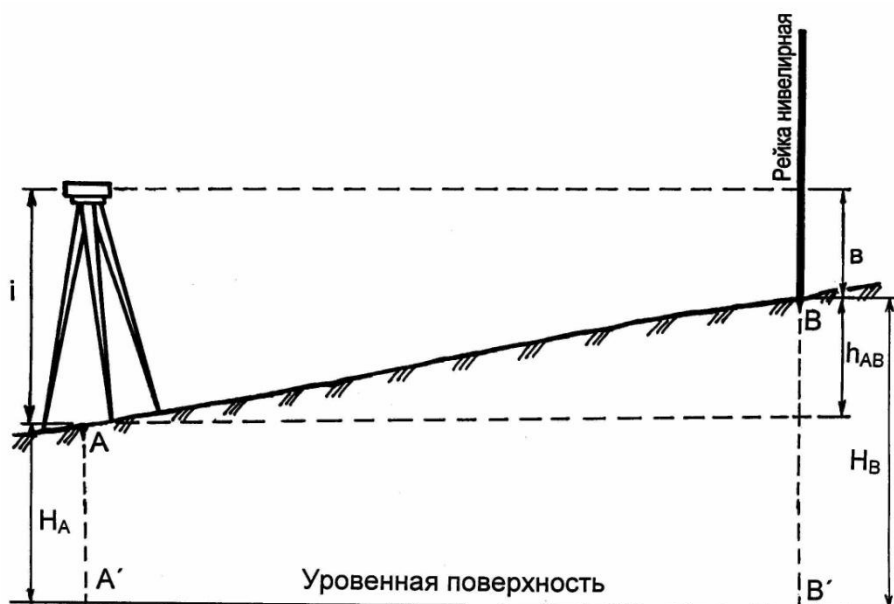


Рисунок 16 – Геометрическое нивелирование вперед

Привязка нивелирных ходов осуществляется к нивелирным реперам или маркам (рис. 17), а на учебном полигоне к пунктам полигонометрии имеющим высотные значения.



*Рисунок 17 – Нивелирная чугунная марка ТИСИЗ*

## ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ НИВЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

### *Разбивочные работы.*

Разбивочные работы выполняются в следующем порядке. По длинной стороне закрепляют базисную линию. Затем над начальной точкой устанавливают теодолит технической точности. В створе базисной линии лентой или рулеткой отмеряют отрезки, равные длине стороны квадрата, и закрепляют их сторожками (рис. 18).



*Рисунок 18 – Разметка базисной линии*

Отмеряют при помощи теодолита угол  $90^\circ$ , приняв за исходное направление базисную линию. Размечают лентой данную линию (вторую сторону) и также закрепляют вершины квадратов сторожками. Теодолит переносится на последний колышек новой линии, перпендикулярной базисной. Ноль лимба теодолита ориентируется на начальную точку базисной линии, и от данного направления отмеряется угол  $90^\circ$ . В результате получаем направление линии параллельной базисной. Это будет третья сторона строительной площадки. Данная линия размечается так же, как и базисная (рис. 19). Для контроля в обязательном порядке промеряется четвертая сторона, и закрепляются вершины квадратов по

ней (рис. 20). По заданию размер стороны квадрата должен быть 20 м.

Вершины квадратов внутри прямоугольника получают линейными промерами, ориентируясь по вехам, установленным на сторонах внешнего прямоугольника. Полученные точки нумеруют. По одной стороне, как правило, подписывая арабскими цифрами, а в перпендикулярном направлении буквами русского алфавита. На каждом сторожке подписывается его номер из цифры и буквы, на пересечении рядов которых он находится.



*Рисунок 19 – Разметка линии параллельной базисной*



*Рисунок 20 – Контрольный промер четвертой стороны и закрепление вершин квадратов по ней*



### Подготовительные работы

При разбивке квадратов в поле составляется абрис (рис. 21). В абрисе рисуется сетка квадратов с нумерацией точек по южной и западной сторонам. Промерами на сетку наносится ситуация. Также внутри квадратов или по их диагоналям стрелками показывают направления понижения рельефа. Привязка площадки объекта недвижимости осуществляется к пунктам государственной геодезической сети принятыми способами, проложением теодолитных и нивелирных ходов требуемой точности. Координаты передаются на две точки базисной линии, а высота на одну точку.

По программе учебной практики проложение теодолитного хода для данной работы не требуется. Привязка нивелирного хода должна быть выполнена к одному или двум пунктам учебного геодезического полигона, высоты которых имеются в каталоге координат и высот (прил. А).

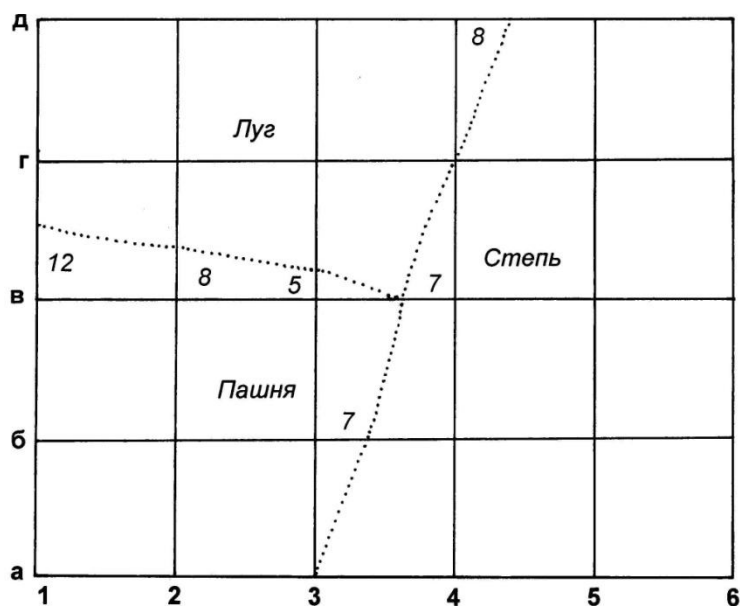


Рисунок 21 – Абрис строительной площадки объекта недвижимости

В зависимости от размера площадки выбираются станции, с которых будет выполняться нивелирование. Для прямоугольников со сторонами до 300 м допускается нивелировка с одной станции. Нивелирование квадратов со стороной 100 м выполняется со станций внутри каждого квадрата или на два полных квадрата одна станция. В других случаях допускается нивелирование различного числа вершин с каждой станции.

Для данного задания выбирается две станции нивелирования.

Перед нивелированием вычерчивают сетку квадратов – схему нивелирования (рис. 22). На ней при значительной площади указывают номера станций, связующие точки, линии опорного хода, направления визирования со станции на связующие и промежуточные точки. Между соседними станциями выбираются по две связующие точки, лучше, расположенные на стороне прямоугольника. Выбирать лучше так, чтобы они впоследствии образовали замкнутый полигон, который будет использован в расчетах как опорный ход. Опорный ход служит для передачи высот с точек пронивелированных с одной станции на точки пронивелированные с другой станции.

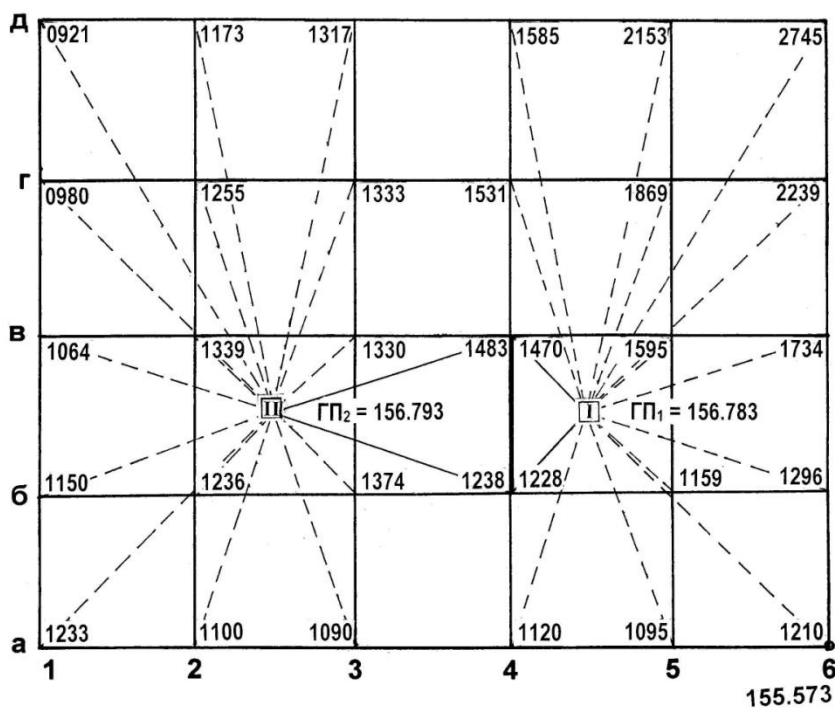


Рисунок 22 – Схема нивелирования строительной площадки

В данном задании проложение опорного хода не предусматривается, так как размеры площадки малы.

На связующих точках для установки рейки забивают колышки вровень с землей. На промежуточных точках рейка устанавливается на землю. На схеме нивелирования прочерчиваются лучи визирования, на связующие точки сплошной линией, а на промежуточные – пунктирной.

При установке рейки на землю лучше выбрать единое место ее установки относительно всех колышков. Например, с южной его стороны. Это особенно важно на связующих точках, где выполняется контроль накрест лежащих отсчетов (рис. 22).

#### *Нивелирование вершин квадратов.*

Нивелир поочередно устанавливается на все запланированные станции. После приведения в рабочее положение выполняется нивелировка. Работа на станции соответствует требованиям технического нивелирования. На связующие точки берут два отсчета, по черной и красной стороне нивелирной рейки, а на промежуточные точки – один отсчет по черной стороне. Снятые по рейке отсчеты записываются на схему нивелирования или в журнал технического нивелирования. Полученные отсчеты удобнее записывать на полевой схеме нивелирования у вершины квадрата со стороны станции, с которой их снимали.

Для данного задания допустимо отсчеты по красной стороне не считывать.

Нивелирование, как правило, выполняется с использованием двух реек (рис. 23). Каждый речник движется по одному ряду. Рейка может быть снята с точки только по команде наблюдателя.



*Рисунок 23 – Нивелировка строительной площадки объекта недвижимости с участие двух речников*

Контроль точности выполнения нивелирования на станции состоит в суммировании накрест лежащих отсчетов, сделанных на связующие точки с разных станций (рис. 22). Суммы накрест лежащих отсчетов на связующие пары точек должны быть равны.

Допустимое расхождение в полученных суммах не должно превышать 5 мм.

Выполняется контрольное вычисление:

$$1238 + 1470 = 2708 \text{ мм};$$

$$1228 + 1483 = 2711 \text{ мм}.$$

В данном случае расхождение в 3 мм является допустимым.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

В процессе выполнения полевых работ должны быть получены:

1. Результаты поверок и юстировок геодезических приборов.
2. Абрис проложения теодолитного хода и горизонтальной съемки, журнал измерения углов, расстояний и материалов горизонтальной съемки.
3. Абрис проложения тахеометрического хода и тахеометрической съемки, журнал измерения углов, расстояний и данных тахеометрической съемки.
4. Абрис проложения нивелирного хода технической точности, журнал измерений при проложении нивелирного хода технической точности.
5. Абрис строительной площадки, полевая схема нивелирования с записанными отсчетами.

В камеральных условиях выполняется обработка полученных полевых материалов и построение требуемых чертежей.

Форма титульного листа представлена в приложении Б.

Обязательным условием выполнения полевых работ является соблюдение требований охраны труда и безопасного ведения работ.

## **ОХРАНА ТРУДА И ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПРИ ОТРАБОТКЕ МЕТОДИКИ ВЕДЕНИЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ**

До начала учебной практики изучаются правила охраны труда и безопасного ведения топографо-геодезических работ на территории полигона, других объектах работ и в камеральных условиях. Руководитель практики проверяет знания и составляет акт проведения инструктажа по охране труда. Студенты, не прошедшие инструктаж, к учебной практике не допускаются.

При выполнении геодезических работ студенты должны принимать меры предосторожности, исключая несчастные случаи, травмы, поломку приборов и оборудования. Необходимыми условиями при выполнении работ являются: строгое соблюдение трудовой дисциплины и правил охраны труда.

Необходимо всегда помнить и соблюдать следующие основные правила:

- к практике не допускаются студенты без прививки против клещевого энцефалита или страховки от укуса клещом;
- купаться можно только в отведенных местах и в установленное расписанием время;
- запрещается в жаркую погоду ходить без головного убора во избежание перегрева;
- запрещается хождение босиком;
- одежда должна обеспечивать защиту от солнечных ожогов, от ожогов растениями и от клещей;
- необходимо регулярно осматривать одежду, свою и других членов бригады во избежание укусов клещами;
- при укусе змеей или клещом нужно немедленно обратиться в ближайший медпункт;
- при попадании на кожу сока борщевика Сосновского или другого сельдерейного растения промыть место попадания большим количеством воды;
- не следует в разгоряченном состоянии пить холодную воду или купаться;
- запрещается ложиться или садиться на сырую или холодную землю;

- во время грозы не следует становиться под деревья, находиться ближе 10 м у высоковольтных линий, высоких столбов, ходить по возвышенным местам, открытой равнине;
- с приближением грозы необходимо полевые работы прекратить, упаковать инструменты, сложить в стороне металлические предметы, самим укрыться в закрытом помещении;
- при выполнении любых работ на сигнале находиться под сигналом запрещено;
- топоры, кувалды и лопаты должны быть прочно насажены на топорница и черенки;
- при работе на автомобильной дороге нужно выставлять сигнальщики для своевременного оповещения о приближающемся транспорте;
- запрещается проезд на подножках автомашин;
- запрещается соскакивать с автомашин до их полной остановки;
- запрещается прикасаться к проводам, свисающим со столбов;
- нельзя останавливаться на отдых под линиями электропередач высокого напряжения;
- категорически запрещается разводить костры вблизи строений, на травостое, в лесу. Если костер был необходим, то перед уходом он должен быть погашен, залит водой, засыпан землей;
- при измерении длин лентой нельзя перебрасывать друг другу шпильки, их надо передавать из рук в руки;
- запрещается при измерении длин линий лазерной рулеткой наводить ее на людей;
- категорически запрещается студентам и посторонним лицам из любопытства рассматривать без светофильтра Солнце в зрительную трубу геодезического прибора;
- строго запрещается любая погрешность посевов зерновых посевов, посевов технических и овощных культур, плодово-ягодных питомников, а также производство каких-либо лесорубочных работ в лесах, лесонасаждениях и лесополосах.

Необходимыми условиями при изучении приборов и выполнении работ с ними являются: строгое соблюдение трудовой дисциплины и правил охраны труда.

Необходимо всегда помнить и соблюдать следующие основные правила:

- при распаковке прибор берется за специальную ручку или колонку, а нивелир за подставку;

- при закреплении прибора на штативе прибор удерживается левой рукой, а правой вворачивается, а после окончания работ выворачивается становой винт. Отпускать прибор можно только убедившись в надежном закреплении;

- при установке прибора должен обеспечиваться доступ к нему со всех сторон;

- высота установки прибора должна обеспечивать удобство работы замерщика;

- запрещается поворачивать приборы вокруг вертикальной оси, а зрительную трубу относительно горизонтальной оси при зафиксированных крепежных винтах, что приводит к поломке приборов;

- при разворачивании или складывании деревянной нивелирной рейки необходимо быть аккуратным и внимательным, чтобы не повредить пальцы рук;

- при работе с нивелирной рейкой реечник должен надежно ее удерживать;

- необходимо проявлять осторожность при установке штативов, имеющих острые башмаки;

- при работе с лазерной рулеткой запрещается наводить ее луч на лицо человека;

- при работе с лазерной рулеткой запрещается наводить ее луч на светоотражающие и зеркальные предметы;

- при подготовке к работе источников питания следует соблюдать требования инструкции по эксплуатации блока аккумуляторных источников питания;

- категорически запрещается наводить зрительную трубу приборов на солнце без специального фильтра, чтобы не выжечь сетчатку глаза;

- в случае травмирования необходимо поставить в известность преподавателя, ведущего практику, а при необходимости



вызвать скорую медицинскую помощь по телефону 03. Оказать первую помощь.

При выполнении полевых работ для взаимного общения членов бригады рекомендуется установить определенную сигнализацию жестами и т. п.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое поверка геодезических приборов?
2. Что такое юстировка геодезических приборов?
3. Для чего необходимо выполнять поверки?
4. Сколько поверок необходимо выполнить теодолиту технической точности?
5. Как поверяется цилиндрический уровень?
6. Как поверяется коллимационная ошибка?
7. Как поверяется место нуля?
8. Как поверяется положение сетки нитей?
9. Что такое рен?
10. Как поверяется рен?
11. Как исправляется параллакс?
12. Что служит контролем приведения прибора 4Т30П в рабочее положение?
13. Сколько поверок необходимо выполнить нивелиру 3Н5Л?
14. Сколько поверок необходимо выполнить нивелиру НЗ?
15. Какие поверки необходимо выполнить нивелиру НЗ?
16. Какие поверки необходимо выполнить нивелиру 3НЗКЛ?
17. Какая поверка называется основной поверкой нивелира?
18. Сколько поверок необходимо выполнить электронному теодолиту средней точности?
19. Как поверяется цилиндрический уровень электронному теодолиту средней точности?
20. Как поверяется круглый уровень электронному теодолиту средней точности?
21. Как устанавливается место нуля электронному теодолиту средней точности?
22. Как поверяется положение сетки нитей электронному теодолиту средней точности?
23. Как исправляется параллакс электронному теодолиту средней точности?
24. Из каких действий состоит измерение теодолитом горизонтального угла полным приемом?

25. Назовите допустимую величину расхождения между значениями измеренных углов, полученных в разных полуприемах одного полного приема.

26. В чем отличие системы измерения угла горизонтального и вертикального круга?

27. Назовите дискретность считывания теодолита VEGA ТЕО 5.

28. Какой клавишей осуществляется обнуление лимба горизонтального круга электронного теодолита?

29. Как измерить расстояние теодолитом, используя рейку нивелирную и дальномерные нити сетки нитей.

30. Какова последовательность действий при работе на станции при горизонтальной съемке полярным способом?

31. Какова последовательность действий при работе на станции при тахеометрической съемке полярным способом?

32. Что служит контролем приведения прибора ЗН5Л в рабочее положение?

33. Какой уровень у нивелира ЗН5Л приводится в горизонтальное положение перед считыванием отсчета?

34. При помощи какого винта осуществляется приведение цилиндрического уровня в нуль-пункт?

35. Из какого материала изготавливаются нивелирные рейки?

36. Какой длины могут быть нивелирные рейки?

37. Какова цена наименьшего деления рейки?

38. С какой точностью производится считывание отсчета при техническом нивелировании?

39. В чем сущность геометрического нивелирования?

40. Как определяется превышение на станции?

41. Чем контролируется определение превышения на станции?

42. Перечислите последовательность действий при работе на станции при нивелировании способом вперед.

43. Перечислите последовательность действий при работе на станции при нивелировании способом из середины.

44. Назовите допустимое расхождение в превышениях, полученных по черной и красной сторонам рейки, на станции при техническом нивелировании.

45. Назовите предельную длину ходов при техническом нивелировании.
46. Назовите предельные расстояния от прибора до рейки при техническом нивелировании.
47. Какими способами выполняется нивелирование площадных объектов?
48. От каких условий зависит выбор того или иного способа нивелирования площадных объектов?
49. В чем сущность нивелирования по квадратам?
50. Какой длины может быть выбрана сторона квадрата?
51. Как выполняется разбивка сетки квадратов?
52. Какие геодезические инструменты применяют при разбивке сетки квадратов?
53. Что отражается на абрисе при нивелировании по квадратам?
54. Как выполняется съемка ситуации при нивелировании по квадратам?
55. Каким образом осуществляется привязка к пунктам государственной геодезической сети?
56. Исходя из чего выбирается количество станций при нивелировании по квадратам?
57. Что отображается на схеме нивелирования?
58. Для чего необходим опорный ход?
59. Какие точки называются связующими?
60. Какие точки называются промежуточными?
61. По каким точкам прокладывается опорный ход?
62. Для чего необходимы связующие точки?
63. Как закрепляются на местности точки вершин квадратов?
64. В чем отличие нивелирования связующих и промежуточных точек?
65. Куда записываются результаты нивелирования?
66. Как выполняется контроль на станции по связующим точкам?
67. Какие требования охраны труда и безопасного ведения работ необходимо выполнять при проведении топографо-геодезических работ в полевых условиях?

68. Какие требования охраны труда и безопасного ведения работ необходимо выполнять при проведении топографо-геодезических работ в камеральных условиях?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Leica Geosystems [Электронный ресурс]. – URL: [http://www. Leica-geosystems.ru/](http://www.Leica-geosystems.ru/).
2. Авакян, В.В. Прикладная геодезия: технологии инженерно-геодезических работ / В.В. Авакян. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 588 с.
3. Букринский, В.А. Геодезия и маркшейдерия / В.А. Букринский, В.Н. Попов. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. – 453 с.
4. Геодезия. Изучение оптического теодолита 4Т30П: метод. указ. к выполнению лабораторных работ / К.Н. Шумаев [и др.]. – Красноярск: Изд-во Красноярского ГАУ, 2016. – 38 с.
5. Геодезия: учебник / А.Г. Юнусов [и др.]. – М.: Академический проект; Трикста, 2015. – 411 с.
6. Геостройизыскания [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gsi.ru/>.
7. Гиршберг, М.А. Геодезия: учебник / М.А. Гиршберг. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 384 с.
8. ГОСТ 7.32 01. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления [Электронный ресурс]. – URL: <http://legalacts/doc/gost-732-2001-mezhgosudarsvennyi-standart-sistema-standartov-po/>.
9. Дьяков, Б.Н. Основы геодезии и топографии: учеб. пособие / Б.Н. Дьяков, В.Ф. Ковязин, А.Н. Соловьев. – СПб.: Лань, 2011. – 272 с.
10. Золотова, Е.В. Геодезия с основами кадастра: учебник / Е.В. Золотова, Р.Н. Скогорева. – М.: Академический Проект; Трикста, 2015. – 414 с.
11. Инженерная геодезия: учебник / А.Г. Парамонов [и др.]. – М.: МАКС Пресс, 2014. – 368 с.
12. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 / ГУГК. – М.: Недра, 1985. – 152 с.
13. Карпенко, В.Д. Геодезия в ландшафтной архитектуре: учеб. пособие / В.Д. Карпенко, К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2013. – 150 с.

14. Карпенко, В.Д. Учебная практика по геодезии в ландшафтной архитектуре: метод. указ к выполнению полевых и камеральных работ / В.Д. Карпенко, Ю.В. Горбунова, А.Я. Сафонов. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2014. – 76 с.
15. Киселев, М.И. Геодезия: учебник / М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. – 384 с.
16. Костылев, В.А. Геодезия: учебно-метод. пособие по учебной геодезической практике / В.А. Костылев, В.В. Шумейко, К.Г. Барсуков. – Воронеж: ВГАСУ, 2013. – 77 с.
17. Маслов, А.В. Геодезия / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. – М.: КолосС, 2006. – 598 с.
18. Неумывакин, Ю.К. Практикум по геодезии: учеб. пособие / Ю.К. Неумывакин. – М.: КолосС, 2008. – 318 с.
19. Поклад, Г.Г. Геодезия: учеб. пособие / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – М.: Академический проект, 2007. – 592 с.
20. Практикум по геодезии: учеб. пособие / под ред. Г.Г. Поклада. – М.: Академический Проект; Фонд «Мир», 2015. – 487 с.
21. Сафонов, А.Я. Топография: учеб. пособие / А.Я. Сафонов, К.Н. Шумаев, Т.Т. Миллер. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2014. – 222 с.
22. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 / ГУГК. – М.: Недра, 1989. – 286 с.
23. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия: учебник / Г.А. Федотов. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 479 с.
24. Чекалин, С.И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии: учеб. пособие / С.И. Чекалин. – М.: Академический Проект, 2009. – 393 с.
25. Шумаев, К.Н. Геодезия. Геодезические работы при ведении кадастра недвижимости: курс лекций / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2010. – 206 с.
26. Шумаев, К.Н. Геодезия. Геодезическое трассирование линейного объекта: метод. указания к выполнению полевых работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова. – Красноярск: Изд-во Красноярского ГАУ, 2017. – 28 с.
27. Шумаев, К.Н. Геодезия. Курс лекций: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов. – Красноярск: Гротеск, 2004. – 80 с.

28. Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические работы в мелиорации: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2007. – 192 с.

29. Шумаев, К.Н. Геодезия. Лазерный дальномер Leica DISTO A5: метод. указ. к выполнению лабораторных работ / К.Н. Шумаев [и др.]. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2014. – 39 с.

30. Шумаев, К.Н. Геодезия. Нивелирование для подготовки площадки объекта недвижимости: метод. указания к выполнению полевых работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова. – Красноярск: Изд-во Красноярского ГАУ, 2017. – 23 с.

31. Шумаев, К.Н. Геодезия. Охрана труда при выполнении топографо-геодезических работ: метод. указ. к выполнению полевых и камеральных работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Т.Т. Миллер. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2013. – 55 с.

32. Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические работы в землеустройстве: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2009. – 180 с.

33. Шумаев, К.Н. Геодезия. Электронные теодолиты технической точности ТЕО 20 и 56-BDT30: метод. указ. к выполнению лабораторных работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2015. – 54 с.

34. Шумаев, К.Н. Геодезия. Электронный теодолит ТЕО5: методические указания к выполнению лабораторных работ / К.Н. Шумаев [и др.]. – Красноярск: Изд-во Красноярского ГАУ, 2017. – 47 с.

35. Шумаев, К.Н. Практика по инженерной геодезии: методические указания / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова. – Красноярск: Изд-во Красноярского ГАУ, 2015. – 50 с.



# ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

## Каталог

координат и высот пунктов полигонометрии 2-го разряда  
геодезического полигона Красноярского ГАУ, м

| Номер пункта | X         | Y        | H       |
|--------------|-----------|----------|---------|
| Хребтовый    | 75395.766 | 8038.653 | 162.065 |
| 5            | 75377.478 | 8171.983 |         |
| 6            | 75217.276 | 8181.861 | 154.840 |
| 7            | 75045.082 | 8263.288 | 158.641 |
| 8            | 75041.139 | 8134.697 | 160.535 |
| 9            | 75004.145 | 8010.181 | 164.244 |
| 10           | 75101.675 | 7906.849 |         |
| 11           | 75193.710 | 7888.967 | 161.789 |
| 12           | 75279.322 | 7875.069 | 161.496 |
| 13           | 75317.833 | 7897.669 | 160.046 |
| 14           | 75416.101 | 8005.533 | 161.287 |
| 16           | 74955.520 | 8187.042 | 163.007 |
| 17           | 74987.646 | 8308.417 |         |
| 18           | 74915.661 | 8371.488 |         |
| 20           | 74800.740 | 8479.901 | 146.678 |
| 21           | 74643.003 | 8593.869 | 133.702 |
| 23           | 74497.403 | 8573.779 |         |
| 24           | 74465.190 | 8469.147 | 130.053 |
| 25           | 74444.816 | 8377.099 | 132.870 |
| 26           | 74394.033 | 8218.503 | 137.827 |
| 27           | 74391.951 | 8100.170 | 144.987 |
| 28           | 74345.238 | 7982.748 | 150.397 |
| 29           | 74323.735 | 7821.080 |         |
| 33           | 74264.955 | 7630.892 | 165.306 |
| 34           | 74366.359 | 7577.850 |         |
| 35           | 74429.613 | 7533.576 | 181.392 |
| 36           | 74459.591 | 7444.916 | 186.764 |
| 37           | 74513.434 | 7412.202 | 184.087 |
| 38           | 74576.503 | 7411.013 | 178.758 |
| 39           | 74707.629 | 7502.504 | 165.487 |
| 40           | 74803.122 | 7514.956 | 158.106 |
| 41           | 74943.713 | 7539.034 | 149.083 |
| 42           | 75003.858 | 7594.516 | 143.410 |
| 44           | 75001.990 | 7616.661 | 145.400 |

## Окончание прил. А

| Номер пункта | X         | Y        | H       |
|--------------|-----------|----------|---------|
| 45           | 74975.351 | 7786.151 | 141.997 |
| 46           | 74970.324 | 7848.290 |         |
| 47           | 75004.064 | 7934.528 | 154.709 |
| 50           | 74908.902 | 8012.036 | 168.382 |
| 51           | 74815.687 | 7988.964 | 169.528 |
| 52           | 74712.350 | 7921.972 | 171.080 |
| 53           | 74671.374 | 7821.559 |         |
| 54           | 74620.224 | 7645.373 |         |
| 54'          | 74606.152 | 7500.460 | 173.363 |
| 55           | 74579.786 | 7954.294 | 160.907 |
| 56           | 74528.284 | 7996.240 |         |
| 57           | 74578.386 | 8158.458 |         |
| 57'          | 74605.149 | 8268.609 | 145.296 |
| 57"          | 74700.572 | 8430.474 | 140.133 |
| 60           | 74341.516 | 7774.655 | 160.568 |
| 61           | 74457.004 | 7743.142 | 167.764 |
| 62           | 74468.864 | 7696.876 | 171.914 |
| 63           | 74538.917 | 7661.357 | 176.932 |
| 68           | 75270.193 | 8037.944 | 160.269 |
| 69           | 75117.074 | 8029.334 | 160.461 |
| t572         | 74701.51  | 8430.78  | 139.984 |
| t75          | 74499.27  | 8578.17  | 127.697 |
| t87          | 74497.89  | 8775.57  | 127.682 |
| t81          | 74442.35  | 8384.01  | 132.583 |
| t25          | 74445.38  | 8378.44  | 132.807 |
| t83          | 74540.34  | 7957.79  | 158.139 |
| t70          | 74701.09  | 8435.04  | 140.006 |
| t71          | 74698.36  | 8432.97  | 139.876 |
| t571         | 74605.25  | 8269.51  | 145.148 |
| t76          | 74641.44  | 8405.17  | 138.573 |
| t73          | 74637.92  | 8595.01  | 133.095 |
| t74          | 74634.68  | 8595.47  | 132.883 |
| t89          | 74633.79  | 8603.17  | 132.563 |
| t88          | 74535.09  | 8677.64  | 126.658 |
| t80          | 74477.20  | 8523.50  | 128.538 |
| t26          | 74393.66  | 8220.05  | 137.757 |
| t82          | 74376.86  | 8117.22  | 143.127 |
| t521         | 74705.37  | 7922.14  | 171.014 |

## Образец оформления титульного листа отчета

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Красноярский государственный аграрный университет»  
Институт землеустройства, кадастров и природообустройства  
Кафедра геодезии и картографии

### Отчет о прохождении учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

За период с « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г. по « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Студента (-ки) гр. \_\_\_\_

Ф.И.О.

Научный руководитель:  
степень, должность, Ф.И.О.

**УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА ПО ПОЛУЧЕНИЮ  
ПЕРВИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Методические указания*

***Шумаев Константин Николаевич  
Сафонов Александр Яковлевич  
Горбунова Юлия Викторовна***

*Редактор Л.Ю. Беликова*

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 24.03.2017. Формат 60x90/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. 4,0. Тираж 80 экз. Заказ № 73.

Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117