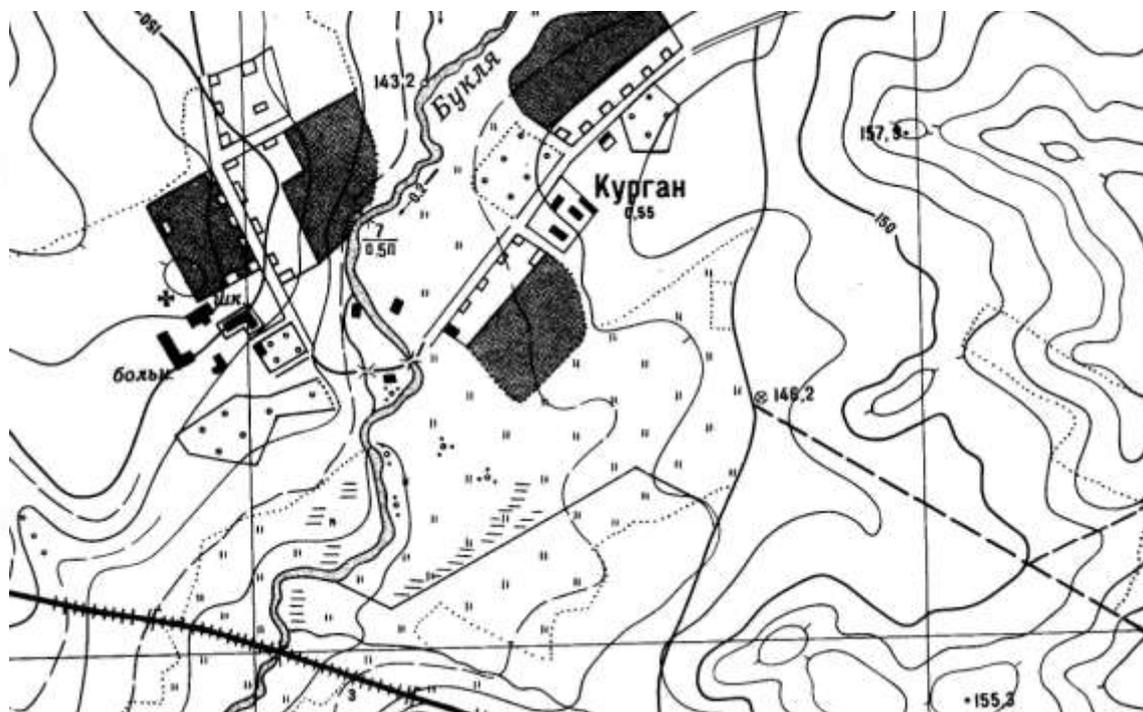


КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

**ПРАКТИКА ПО ПОЛУЧЕНИЮ  
ПЕРВИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ  
УМЕНИЙ И НАВЫКОВ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ**

*Методические указания к учебной практике*



Красноярск 2017

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

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

**ПРАКТИКА ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ**

*Методические указания к учебной практике*

*Электронное издание*

Красноярск 2017

*Рецензент*

*С.А. Мамонтова, канд. экон. наук, доцент кафедры землеустройства  
и кадастров Красноярского государственного аграрного  
университета*

**Шумаев, К.Н.**

Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков по инженерной геодезии: метод. указания к учебной практике / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 56 с.

Методические указания написаны в соответствии с утвержденной программой курса «Инженерная геодезия» и программой учебной практики «Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков по инженерной геодезии». В издании представлена программа учебной практики и ее организация. Дано описание необходимых поверок приборов, изложена методика выполнения измерений при работе на станции, как при создании съемочного обоснования, так и при тахеометрической съемке. Рассмотрены основные виды угловых засечек. Приведены требования по охране труда.

Предназначено для студентов Института землеустройства, кадастров и природообустройства по направлению 20.03.02 «Природообустройство и водопользование». Также может быть полезно для студентов направлений 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» и 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение».

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного аграрного университета

© Шумаев К.Н., Сафонов А.Я.,  
Горбунова Ю.В., 2017  
© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный  
аграрный университет», 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ .....	5
ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
ПРОГРАММА ПРАКТИКИ .....	6
ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ .....	7
ОСНОВНЫЕ ПОВЕРКИ ТЕОДОЛИТА 4ТЗОП .....	10
ОСНОВНЫЕ ПОВЕРКИ НИВЕЛИРА НЗ, ЗНЗКЛ .....	15
ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ .....	19
ТЕОДОЛИТНЫЕ ХОДЫ .....	23
ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА .....	31
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ОТ- ДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ ПРЯМОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЗАСЕЧ- КОЙ .....	38
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ОТ- ДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ ОБРАТНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЗА- СЕЧКОЙ .....	39
ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ .....	40
ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ И ЗАЩИТА ОТЧЕТА ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ .....	41
ОХРАНА ТРУДА И ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И КАМЕ- РАЛЬНЫХ РАБОТ .....	42
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	47
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	54

## ВВЕДЕНИЕ

Рациональное и эффективное использование земли является весьма актуальным вопросом. Для обеспечения этого требования необходимы точные планово-картографические, учетные, обследовательские и другие материалы, составляемые на основе геодезической съемки.

Учебным планом для студентов, обучающихся по направлению 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», профиль «Водные ресурсы и водопользование» института землеустройства, кадастров и природообустройства, предусмотрены курс «Инженерная геодезия» и учебная практика «Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков по инженерной геодезии». Умение выполнить топографическую съемку и создать на ее основе карту, являются базовыми навыками для специалистов, работающих в данной отрасли экономики.

Вся работа бакалавров природообустройства, землеустроителей, геодезистов теснейшим образом связана с созданием карт и планов и их использованием для решения большинства производственных задач. Но прежде чем удастся воспользоваться картографическим материалом, его необходимо создать. Основные навыки работы с геодезическими приборами, умение создать съемочное обоснование, выполнить съемку с соблюдением всех нормативно-технических требований, студенты получают во время учебной практики.

В издании представлена программа учебной практики и ее организация. Дано описание необходимых поверок геодезических инструментов, изложена методика выполнения измерений при работе на станции, как при создании съемочного обоснования, так и при тахеометрической съемке. Рассмотрены основные виды угловых засечек. Описана последовательность выполнения камеральной обработки полученных полевых материалов. Приведены требования по охране труда.

Методические указания составлены в соответствии с действующим стандартом и рабочей программой для студентов направления 20.03.02 «Природообустройство и водопользование». Могут быть полезны для студентов, обучающихся по направлениям 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» и 35.03.03 «Агрехимия и агропочвоведение».

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Целью учебной практики является приобретение студентами направления 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», профиль «Водные ресурсы и водопользование» необходимых для самостоятельного проведения инженерно-геодезических работ и топографических съемок навыков.

Задачей учебной практики является освоение студентом геодезической техники и технологий при производстве полевых геодезических измерений, камеральной обработке полученных данных, умение выполнять топографические съемки крупных масштабов и работа с другими материалами, необходимыми для проектирования и строительства мелиоративных систем.

### ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения курса инженерной геодезии студент должен **знать**:

- теоретические основы для выполнения топографо-геодезических работ;
- методику производства топографо-геодезических измерений;
- устройство геодезических приборов (теодолит 4ТЗОП, ТЕО 5, нивелир ЗНЗКЛ, SDL 50 и др.);
- состав топографо-геодезических работ при проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных систем и сооружений;
- аэрокосмические методы мониторинга окружающей среды.

В результате изучения курса инженерной геодезии студент должен **уметь**:

- работать с топографическими картами и планами;
- применять компьютерную технику при решении топографо-геодезических задач;
- выполнять геодезические измерения на местности и оценивать их точность;
- пользоваться специальной технической литературой по производству топографо-геодезических работ;
- использовать картографическую, топографо-геодезическую и иную продукцию при решении задач природообустройства территории.

В результате изучения курса инженерной геодезии студент должен **иметь навыки**:

- решения задач по топографическим планам и картам;
- определения прямоугольных координат и высот точек местности;
- производства топографических съемок местности;
- проложения теодолитных и нивелирных ходов;
- решения инженерных задач геодезическими методами.

## ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Программа учебной практики «Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков по инженерной геодезии» для направления 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», профиль «Водные ресурсы и водопользование» утверждена ректором Красноярского государственного аграрного университета и предусматривает виды работ и затраты времени на их исполнение с учетом самостоятельной работы студентов согласно данным, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Затраты времени на виды работ

Вид топографо-геодезических работ	Затраты времени, часы
1	2
1. Охрана труда и техника безопасности при производстве полевых и камеральных топографо-геодезических работ	4
2. Получение приборов и принадлежностей. Поверки приборов	2
3. Определение прямоугольных координат пунктов путем проложения теодолитных ходов	14
4. Определение высот пунктов теодолитных ходов путем проложения ходов технического и тригонометрического нивелирования	14
5. Тахеометрическая съемка местности в масштабе 1:1000 с высотой сечения рельефа через 1 метр	20
6. Определение прямоугольных координат отдельных пунктов прямой и обратной геодезическими засечками	20
7. Определение географических координат объектов местности навигационным спутниковым GPS III + приемником	20

1	2
8. Разбивочно-привязочные работы	20
9. Камеральная обработка полевых материалов. Составление и защита технического отчета	20
Итого	144

## ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Для прохождения учебной геодезической практики из числа студентов формируются бригады численностью по пять человек. В каждой бригаде руководитель практики назначает бригадира из числа наиболее инициативных и успевающих студентов.

На весь период учебной практики устанавливается шестидневная рабочая неделя с шестичасовым рабочим днем.

В обязанности бригадира студенческой бригады входит:

- организация мероприятий по получению и ответственному хранению необходимых для учебной практики геодезических приборов и принадлежностей;

- организация и контроль за деловой и трудовой дисциплиной среди членов бригады. Ведение ежедневного табеля посещения занятий студентами бригады.

Учебной геодезической практикой бригады руководит преподаватель. Он определяет конкретные задания бригаде в соответствии с программой практики. Систематически контролирует их выполнение, дает консультации, показывает технику и методику геодезических измерений по принципу «Делай как я, делай лучше меня».

В обязанности члена студенческой бригады входит:

- соблюдать установленный распорядок дня на полевых и камеральных работах;

- бережно относиться к вверенному имуществу, геодезическим приборам и принадлежностям;

- строго выполнять правила охраны труда и техники безопасности;

- строго соблюдать правила санитарии и личной гигиены. Иметь форму одежды, не затрудняющей производство полевых работ и безопасное перемещение в пределах учебного полигона, защищающей тело от присасывания клещей;

– в случаях заболевания или производственной травмы (несчастного случая) студента, пострадавший или член бригады немедленно ставят в известность преподавателя.

Для успешного выполнения программы учебной геодезической практики бригаде необходимо иметь следующие основные приборы и принадлежности:

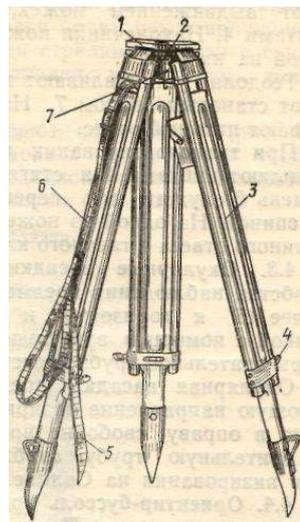
- теодолит 4Т30П или равноточный – 1 компл.;
- нивелир технический Н-10Л или равноточный – 1 компл.;
- рейки нивелирные РН-3, РН-4 двухсторонние, шашечные, складные или телескопические – 2 шт.;
- костыли или башмаки нивелирные – 2 шт.;
- вешки деревянные высотой 1.5 метра – 4 шт.;
- колышки деревянные длиной 20 см – 6 шт.;
- топорик туристический – 1 шт.;
- лента стальная мерная 20-метровая или рулетка 20 или 50-метровая – 1 компл.;
- навигационный спутниковый приемник GPS III +;
- электронный тахеометр – 1 компл.;
- методические указания, действующие инструкции и условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500;
- бланки полевых геодезических журналов для технического нивелирования и теодолитных ходов.

Для выполнения работ на бригаду выдаются комплекты приборов. В зависимости от того, теодолит и нивелир, отечественные или импортные, оптические или цифровые, в комплект подбираются штатив и рейки. На рисунках 1, 2 и 3 представлены возможные варианты комплектации.

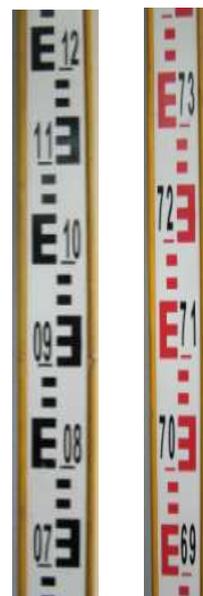
Особое внимание необходимо уделить тому, что у импортных теодолитов и нивелиров, а также штативов – соединительная резьба дюймовая, а у российских – метрическая. И они взаимно не заменяемы.



а



б



в

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



а



б



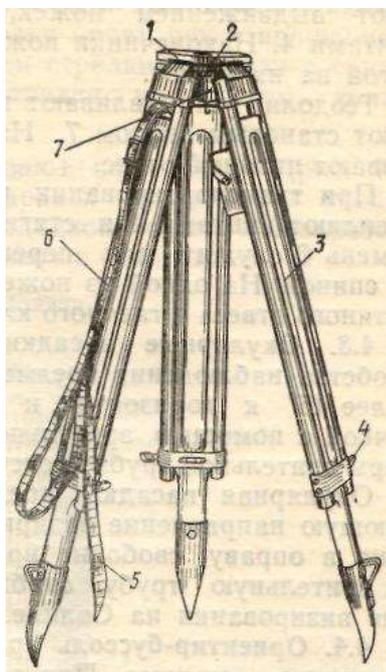
в

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

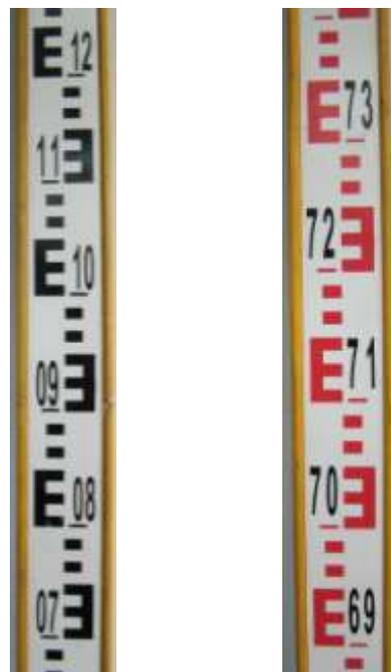
При получении геодезических приборов и принадлежностей производится тщательная их проверка:

– комплектности оборудования;

- отсутствия или наличия механических повреждений;
- целостности оптических систем;
- плавности вращения узлов прибора, закрепительных, наводящих и юстировочных винтов.



*а*



*б*

*Рисунок 3 – Комплект к теодолиту 4Т30П Уральского ОМЗ:  
а – штатив раздвижной ШР-140: 1 – головка; 2 – болт; 3 – ножка; 4 – винт; 5, 6 – ремни; 7 – становой винт; б – рейка нивелирная РН-3000СП, черная и красная сторона*

Инструменты для бригады подбирает, исследует, получает бригадир, и в дальнейшем, несет за их сохранность и техническое состояние, личную материальную ответственность.

### **ОСНОВНЫЕ ПОВЕРКИ ТЕОДОЛИТА 4Т30П**

Перед началом работ необходимо выполнить поверки приборов, что позволяет установить их пригодность к геодезическим измерениям. Результаты всех поверок заносятся в полевой геодезический журнал.

При испытании взаимодействия деталей прибора надо обратить особое внимание 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.

***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  $180^\circ$ . 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 надо исправить обнаруженную не перпендикулярность 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. Поверку и юстировку повторяют несколько раз до полного устранения ошибки.

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

Вращением диоптрийного кольца (на оправе окуляра) добиваются четкого изображения сетки нитей. Потом 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 пользуются кремальерой. 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 в уже в положении КП. Разность между отсчетами дает угол, соответствующий двойной коллимационной ошибке. Если она превышает двойную величину средней квадратической ошибки измерения угла одним приемом, равную 1' для теодолита 4Т30П, то положение визирной оси желательно исправить. Величина коллимационной ошибки вычисляется по формуле

$$C = \frac{КЛ - КП \pm 180^\circ}{2} . \quad (1)$$

Затем определяется отсчет

$$КП_0 = КП - C . \quad (2)$$

На этот отсчет устанавливается алидада. Одновременно центр сетки нитей сдвинется с наблюдаемой точки. Наводить на эту точку центр сетки нитей надо ее исправительными винтами. Исправление производят следующим образом. 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 надо повторить.

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

Установив теодолит на 10–20 метров от стены здания, нужно навести сетку нитей зрительной трубы на хорошо видимую, высоко расположенную точку. Закрепить алидаду. Зрительная труба наклоняется примерно до горизонтального положения. Отметить на стене 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 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.

***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. 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.***

Наблюдают при обоих положениях вертикального круга (КП и КЛ) на три точки местности и вычисляют МО по формуле

$$MO = \frac{KP + KL}{2} . \quad (3)$$

Колебания МО при наблюдении на разные точки не должно превышать двойной средней квадратической ошибки измерения вертикального угла одним приемом, или 1'. Приведение МО к нулю можно выполнить следующим способом. Зрительную трубу микрометрическим винтом устанавливают на отсчет, равный вычисленному углу наклона по формуле

$$\nu = \frac{KP - KL}{2} . \quad (4)$$

После этого вертикальными юстировочными винтами сетки нитей совмещают изображение наблюдаемой точки с горизонтальным штрихом сетки нитей. Для контроля выполненных действий желательно вновь определить значение МО.

**Изображение одного деления угломерного круга должно быть равно 12 делениям шкалы микроскопа. Определение рена отсчетного 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 ( $A - 1^\circ$ ). Вычислить разность показаний по штрихам А и ( $A - 1^\circ$ ), которая равна рену на данном участке лимба.

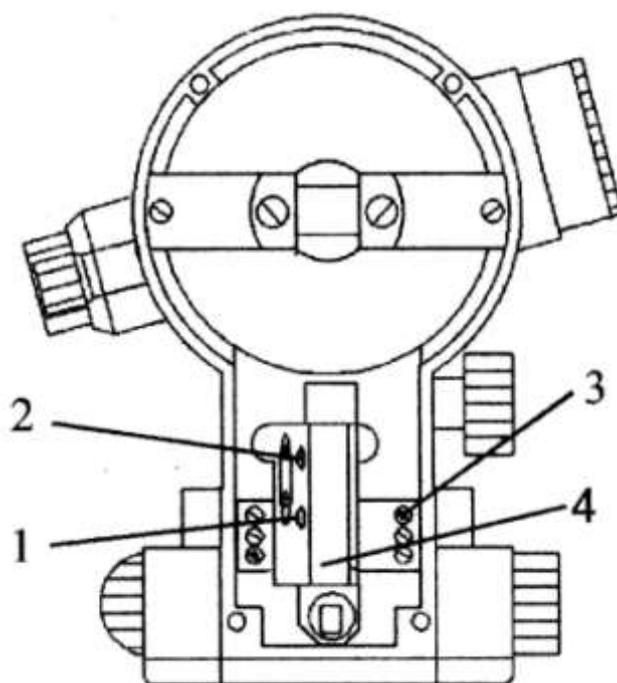
Рен вертикального лимба определить на участках 0, 2,  $- 2^\circ$  при круге слева и справа, рен горизонтального круга – через  $60^\circ$ .

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 (рисунок 4). Наблюдая в микроскоп, установить окуляр по глазу до получения четкого изображения шкалы. Слегка открепив винт 2 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.

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.



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

## **ОСНОВНЫЕ ПОВЕРКИ НИВЕЛИРА НЗ, ЗНЗКЛ**

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 ЗН5Л поверяется на соблюдение следующих геометрических условий:

***1. 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 нульпункте, то условие выполнено. Если же пузырек отклонился, вращением юстировочных винтов его возвращают к центру ампулы на половину дуги отклонения, а окончательно совмещают с нульпунктом подъемными винтами подставки. После этого поверку повторяют.

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

Зрительной трубой визируют на рейку, установленную в 50–60 метрах 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 1 мм, диафрагму с сеткой поворачивают в требуемое положение, ослабив крепящие ее винты. Необходимо отметить, что юстировка для данной поверки выполняется в мастерской.

**3. Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной 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 (рисунок 5).

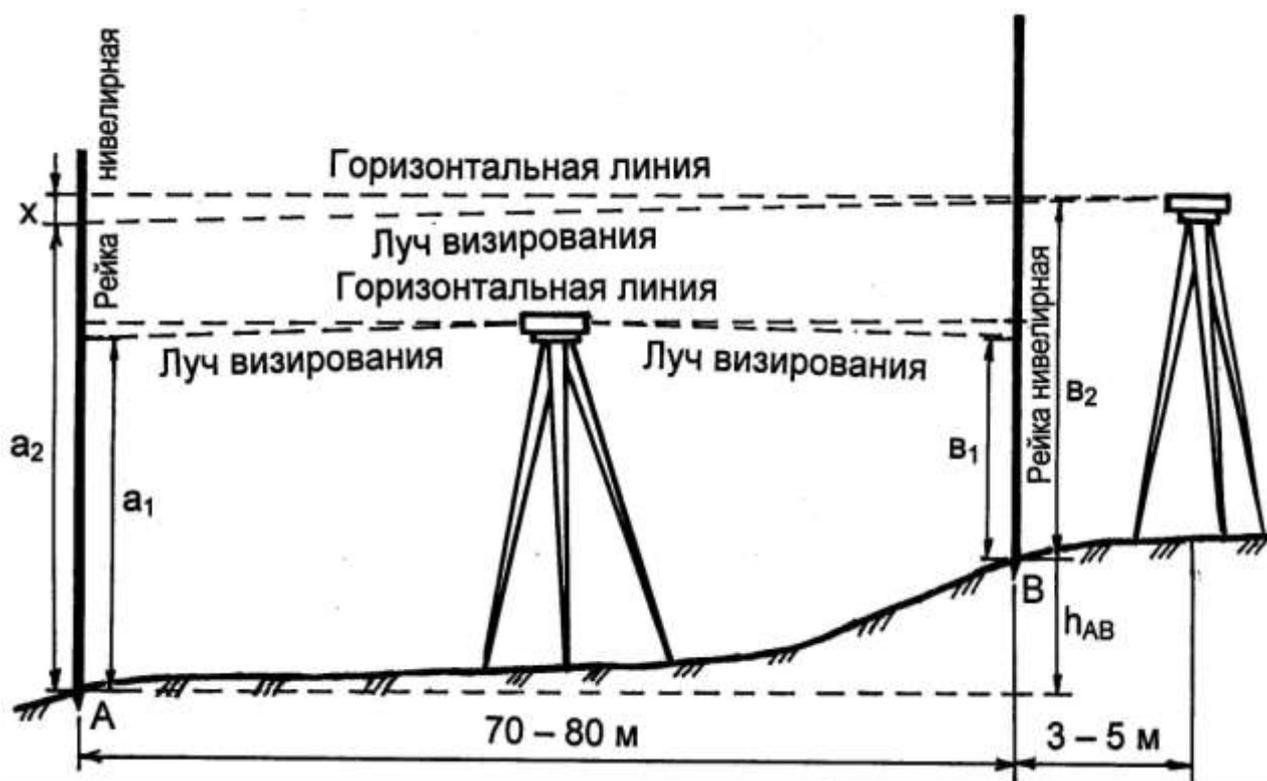


Рисунок 5 – Поверка главного геометрического условия нивелира

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

$$h = a_1 - b_1. \quad (5)$$

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

$$a_2 = h - b_2. \quad (6)$$

Если отсчет по рейкам 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» (рисунок б).

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

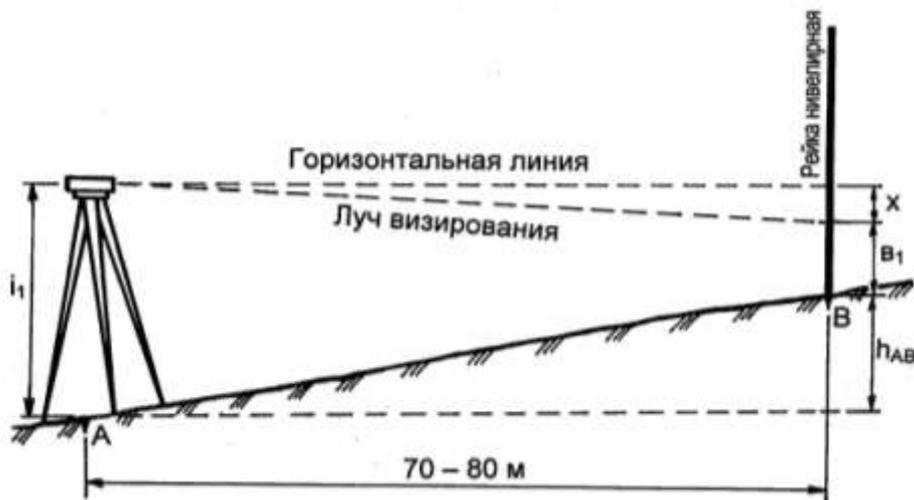
$$X = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}. \quad (7)$$

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

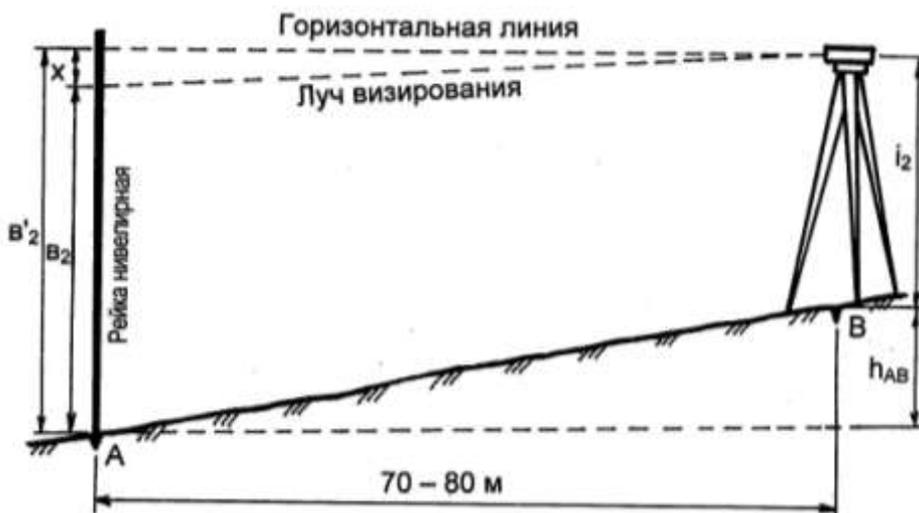
$$b'_2 = b_2 - X. \quad (8)$$

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

*a*



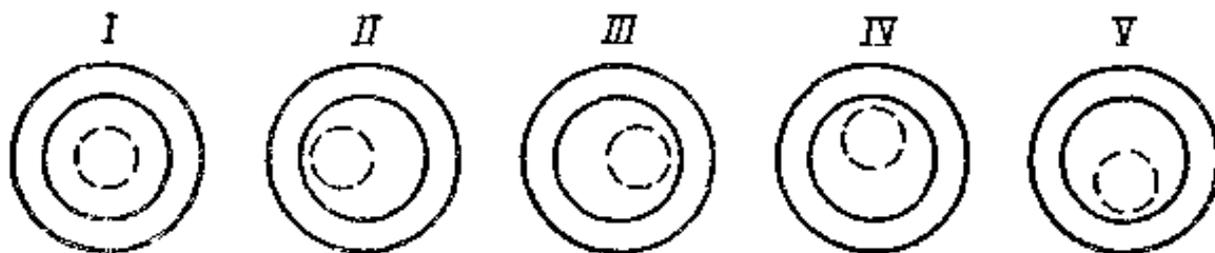
*б*



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

### ***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 (рисунок 7).



*Рисунок 7 – 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.

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ**

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 2.

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

Таблица 2 – Длина ходов технического нивелирования

Характеристика линий	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

При измерении превышений способом из середины нивелир ставят на равных расстояниях от точек А и В (рисунок 8), а на точки А и В ставят отвесно нивелирные рейки.

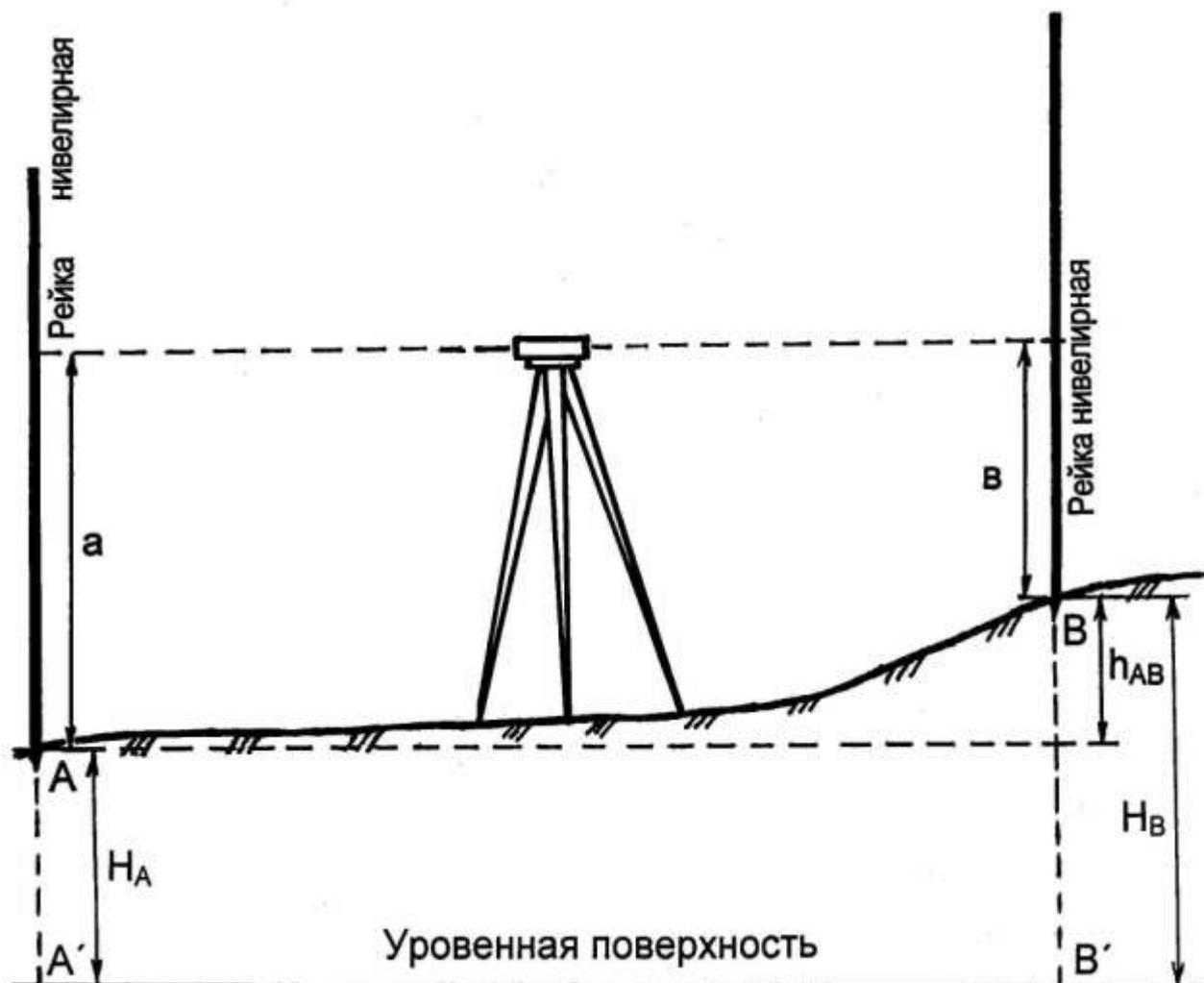


Рисунок 8 – Геометрическое нивелирование из середины

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.

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

$$f_h = \pm 50 \times \sqrt{L} . \quad (9)$$

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

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

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 (таблица 3);

– рейка поворачивается на красную сторону и производится отсчет (2) по средней нити (таблица 3);

– зрительная труба наводится на черную сторону передней рейки и производится отсчет (3) по средней нити (таблица 3);

– рейка поворачивается на красную сторону и производится отсчет (4) по средней нити (таблица 3).

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

Образец журнала технического нивелирования приведен в виде таблицы 3.

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

$$(2) - (1) = (6)\%;$$

$$(4) - (3) = (7);$$

$$(6) - (7) = (10).$$

Таблица 3 – Журнал технического нивелирования

Номер станций, номер рейки	Отсчет 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.

## ТЕОДОЛИТНЫЕ ХОДЫ

*Теодолитные ходы* – это метод построения плановой геодезической съемочной и разбивочно-привязочной сети. Он заключается в проложении на местности одиночных ходов и полигонов с измерением теодолитом 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 и Y пунктов хода. 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 теодолит 2ТЗ0П, 4ТЗ0П, ТЕО20 и др. Для вычисления горизонтальных проложений определяют углы наклона.

Журнал измерения горизонтальных углов в теодолитных ходах приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Журнал измерения горизонтальных углов

Номер точки стояния (название)	Номер точки наблюдения	Положение круга	Отсчеты по гориз. кругу, ° ' "	Угол, ° ' "	Средний угол, ° ' "
с.с.1	п.п.8	КЛ	119 53	84 44	
	с.с.2	КЛ	35 09		84 44.5
	п.п.8	КП	299 54	84 45	
	с.с.2	КП	215 09		

Камеральные работы заключаются в вычислительной обработке результатов полевых измерений, в результате чего получают координаты пунктов теодолитного хода. Вычисления выполняются в специальной ведомости (таблицы 5, 6). Во втором случае приведен пример, когда разомкнутый ход опирается на точки съемочного обоснования. Поэтому допустимая относительная ошибка (невязка) имеет более низкую точность.

Начинаются вычисления с уравнивания измеренных горизонтальных углов. При этом определяют практическую и

теоретическую суммы углов. В нашем случае для разомкнутого хода с измеренными правыми по ходу углами их теоретическая сумма равна разности известных дирекционных углов начальной и конечной исходных сторон плюс  $180^\circ$ , умноженных на число измеренных углов, применяя формулу:

$$\sum_1^n \beta_{\text{теор}} = \alpha_{\text{нач.}} + 180^\circ \times n - \alpha_{\text{кон.}}, \quad (11)$$

где  $n$  – число углов в ходе.

Для левых по ходу измеренных углов формула теоретической суммы углов будет иметь следующий вид:

$$\sum_1^n \beta_{\text{теор}} = \alpha_{\text{кон.}} - \alpha_{\text{нач.}} + 180^\circ \times n. \quad (12)$$

Для замкнутого полигона теоретическая сумма внутренних углов определяется по формуле

$$\sum_1^n \beta_{\text{теор}} = 180^\circ \times (n - 2). \quad (13)$$

Угловая невязка хода определяется, как разность практической и теоретической сумм углов, применяя формулу

$$f\beta = \sum_1^n \beta_{\text{пр}} - \sum_1^n \beta_{\text{теор.}}. \quad (14)$$

Угловая невязка не должна превышать допустимой величины, которая определяется по формуле

$$f\beta_{\text{доп}} = \pm 1' \sqrt{n}. \quad (15)$$

Угловые невязки теодолитного хода распределяются на все измеренные углы в равных долях.

По уравненным горизонтальным углам вычисляются дирекционные углы каждой стороны теодолитного хода. В нашем случае, (таблицы 5, 6), применялась следующая формула

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n. \quad (16)$$

На следующем этапе вычислений определяются практические значения приращений координат по формулам

$$\begin{aligned} \Delta X_{\text{пр.}} &= d \times \cos \alpha; \\ \Delta Y_{\text{пр.}} &= d \times \sin \alpha. \end{aligned} \quad (17)$$

Знаки приращений координат зависят от изменения величины дирекционных углов  $\alpha$ .

Теоретические значения суммы приращений координат определяются как разности координат конечного и начального пунктов принятых за исходные:

$$\begin{aligned} \sum \Delta X_{\text{теор.}} &= X_{\text{кон.}} - X_{\text{нач.}}; \\ \sum \Delta Y_{\text{теор.}} &= Y_{\text{кон.}} - Y_{\text{нач.}} \end{aligned} \quad (18)$$

Разность практического и теоретического значений сумм приращений координат определяют невязки  $f_x$  и  $f_y$  по формулам

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta X_{\text{пр.}} - \sum \Delta X_{\text{теор.}}; \\ f_y &= \sum \Delta Y_{\text{пр.}} - \sum \Delta Y_{\text{теор.}} \end{aligned} \quad (19)$$

По невязкам  $f_x$  и  $f_y$  вычисляется абсолютная ошибка  $f_{\text{абс.}}$  теодолитного хода по формуле

$$f_{\text{абс.}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}. \quad (20)$$

Относительная ошибка теодолитного хода определяется по формуле

$$f_{\text{отн.}} = f_{\text{абс.}} / P, \quad (21)$$

Таблица 5 – Ведомость вычисления координат замкнутого полигона

Номера пунктов	Угол				Дирекционный угол, α		Румб			Длина линий, d (горизонтальное проложение), м	Приращение координат, м				Координата, м	
	измеренный		исправленный								вычисленное		исправленное		X	Y
	°	'	°	'	°	'	°	'	°		'	±ΔX	±ΔY	±ΔX		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
пп7	66	-0,5 29,5	66	29											75045,082	8263,288
					268	14	ЮЗ	88	14	128,65	-3,94	-128,59	-3,94	-128,59		
пп8	185	45	185	45							+0,06				75041,139	8134,697
					262	29	ЮЗ	82	29	135,11	-17,67	-133,95	-17,61	-133,90		
сс1	84	44,5	84	44,5							+0,06	+0,06			75023,53	8000,80
					357	44,5	СЗ	2	15,5	134,06	+133,96	-5,30	+134,02	-5,24		
сс2	166	41	166	41							+0,06	+0,06			75157,55	7995,56
					11	03,5	СВ	11	03,5	187,60	+184,11	+36,00	+184,17	+36,06		
сс3	100	11	100	11							+0,04	+0,05			75341,72	8031,62
					90	52,5	ЮВ	89	07,5	123,68	-1,88	+123,67	-1,84	+123,72		
сс4	118	17,5	118	17,5							+0,04	+0,03			75339,88	8155,34
					152	35	ЮВ	27	25	106,53	-94,56	+49,05	-94,52	+49,10		
сс5	146	06	146	06							+0,02	+0,04			75245,36	8204,44
					186	29	ЮЗ	06	29	61,32	-61,31	-6,92	-61,29	-6,88		
сс6	211	46	211	46							+0,05	+0,06			75184,07	8197,56
					154	43	ЮВ	25	17	153,77	-139,04	+65,67	-138,99	+65,73		
пп7											Σ+318,07	Σ+274,39	Σ+318,19	Σ+274,61	75023,53	8000,80

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$\sum\beta_{np}$	1080	00,5	$\sum\beta_{np}$	1080	00				P	1030,72	$\sum-318,40$	$\sum-274,76$	$\sum-318,19$	$\sum-274,61$		
$\sum\beta_r$	1080	00	$\sum\beta_r$	1080	00						$f_x-0,33$	$f_y-0,37$	$f_x0$	$f_y0$		
$f_\beta$		+0,5								$f_{abs.} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(-0,33)^2 + (0,37)^2} = 0,50$						

Таблица 6 – Ведомость вычисления координат разомкнутого хода

Номера пунктов	Угол				Дирекционный угол $\alpha$		Румб			Длина линий d (горизонтальное проложение), м	Приращение координат, м				Координата, м	
	измеренный		исправленный								вычисленное		исправленное		X	Y
	°	'	°	'	°	'	± $\Delta X$	± $\Delta Y$	± $\Delta X$		± $\Delta Y$					
сс1																
					356	02.5	СЗ	3	57.5							
сс2	80	-0.5	80	51											75162,10	7994,77
		51.5			95	11.5	ЮВ	84	48.5	54,81	-0,01	-0,03				
											-4,97	+54,58	-4,98	+54.55		
сс8	195	-1.0	80	50											75151,12	8049.32
		51			79	21,5	СВ	79	21,5	84,64	-0,02	-0,05				
											+15,62	+83.19	+15.60	+8314		
сс9	198	14.5	195	14.5							-0,01	-0,04			75172,72	8132.46
					61	07	СВ	61	07	67,52	+32,61	+59.12	+32.60	+59.08		
сс6	81	00	198	00											75205.32	8191.54
					160	07										
сс7																
$\sum \beta_{np}$	555	57	555	55.5					P	206.97	$\sum_n 43,26$	$\sum_n 196.89$	$\sum_n 43.22$	$\sum_n 196.77$		
$\sum \beta_T$	555	55,5	555	55.5							$\sum_T 43.22$	$\sum_T 196.77$	$\sum_T 43.22$	$\sum_T 196.77$		
$f_\beta$		+1,5									$f_x + 0,04$	$f_y + 0.12$	$f_x 0$	$f_y 0$		
$f_{\beta доп}$		±3									$f_{абс.} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(0,04)^2 + (0,12)^2} = 0,13$					

где  $P$  – длина теодолитного хода, м.

Абсолютную и относительную ошибки принято считать критерием оценки точности выполненных измерений в теодолитном ходе.

Относительная невязка выражается аликвотной дробью и должна быть не более  $1/2000$  (при измерении длин линий по нитяному дальномеру или рулеткой). Если относительная невязка в полигоне окажется меньше  $1/2000$ , то невязки  $f_x$  и  $f_y$  следует распределить на все приращения координат пропорционально горизонтальным проложениям линий с обратным знаком.

В качестве практического задания бригада на местности выполняет проложение теодолитного хода и хода технического нивелирования протяженностью 1.5–2.0 км погонной длины. При выполнении полевых и камеральных работ следует руководствоваться требованиями настоящих методических указаний, изложенных в пунктах «Техническое нивелирование» и «Теодолитные ходы».

Некоторые требования к теодолитным ходам приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики теодолитных ходов

Наименование нормы	Масштаб съемки			
	1:5000	1:2000	1:1000	1:500
Максимальная длина теодолитных ходов между пунктами триангуляции или полигонометрии или между узловыми пунктами теодолитных ходов, служащих самостоятельной опорой:				
а) на застроенной территории, км	4.0	2.0	1.2	0.8
б) на незастроенной территории, км	6.0	3.0	1.8	1.2
Минимальное число пунктов съемочного обоснования на 1 км:				
а) на застроенной территории	4	12	16	-
б) на незастроенной территории (определяется рекогносцировкой)	-	-	-	-
Максимальная длина висячих теодолитных ходов, м (числитель). Количество точек поворота (знаменатель):				
а) на застроенной территории, м	350/3	200/3	150/3	100/3
б) на незастроенной территории, м	500/3	300/2	200/1	150/1

Относительная невязка в теодолитном ходе, опирающемся на пункты геодезической сети, не должна превышать  $1/2000$ . Абсолютная невязка в теодолитном ходе не должна быть более:

– на застроенной территории

$$f_s = 0.4 \times M \times 10^{-3} ; \quad (22)$$

– на незастроенной территории

$$f_s = 0.6 \times M \times 10^{-3} , \quad (23)$$

где  $M$  – знаменатель численного масштаба съемки.

В коротких теодолитных ходах до 250 м критерием точности служит не относительная невязка, а только абсолютная. Она не должна превышать при съемке в масштабе:

1:5000 и 1:2000	0.25 м;
1:1000	0.15 м;
1:500	0.1 м.

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) теодолитного хода технической точности должна быть не менее:

– на застроенной территории – 20 м;

– на 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.

## ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Тахеометрическая съемка производится электронным тахеометром. В исключительных случаях допускается применение теодолитов 4ТЗОП, 3Т5КП и др. При недостаточной плотности пунктов съемочной сети прокладываются тахеометрические ходы, которые для тахеометрической съемки масштаба 1:1 000 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.

Допустимые линейные невязки тахеометрического хода определяются по формуле

$$fs = \frac{S}{400\sqrt{n}} , \quad (24)$$

где  $S$  – длина хода, м;

$n$  – число линий в ходе.

Высотная невязка (в сантиметрах) не должна превышать

$$fh = 0.04 \frac{S}{\sqrt{n}} . \quad (25)$$

По завершении тахеометрической съемки представляются следующие материалы:

- абрисы;
- журналы тахеометрической съемки;
- план тахеометрической съемки;
- схема съемочного обоснования;
- ведомости вычисления координат и высот точек съемочного обоснования.

План вычерчивается в масштабе 1:1 000 или любом другом согласно техническому заданию.

Эту работу выполняют в такой последовательности.

На листе чертежной бумаги формата А1 построить прямоугольную сетку со сторонами квадратов 10 см. Оцифровка сетки координат выполняется таким образом, чтобы план разместился симметрично относительно краев листа бумаги. Для построения координатной сетки используют линейку Дробышева (рисунок 9), линейку топографическую (рисунок 10) или масштабную линейку и измеритель (рисунок 11). При необходимости разбить сетку координат через 8 см используют линейку ЛБЛ (рисунок 12) или линейку топографическую (ЛТ).



*Рисунок 9 – Линейка Дробышева*



*Рисунок 10 – Линейка топографическая*

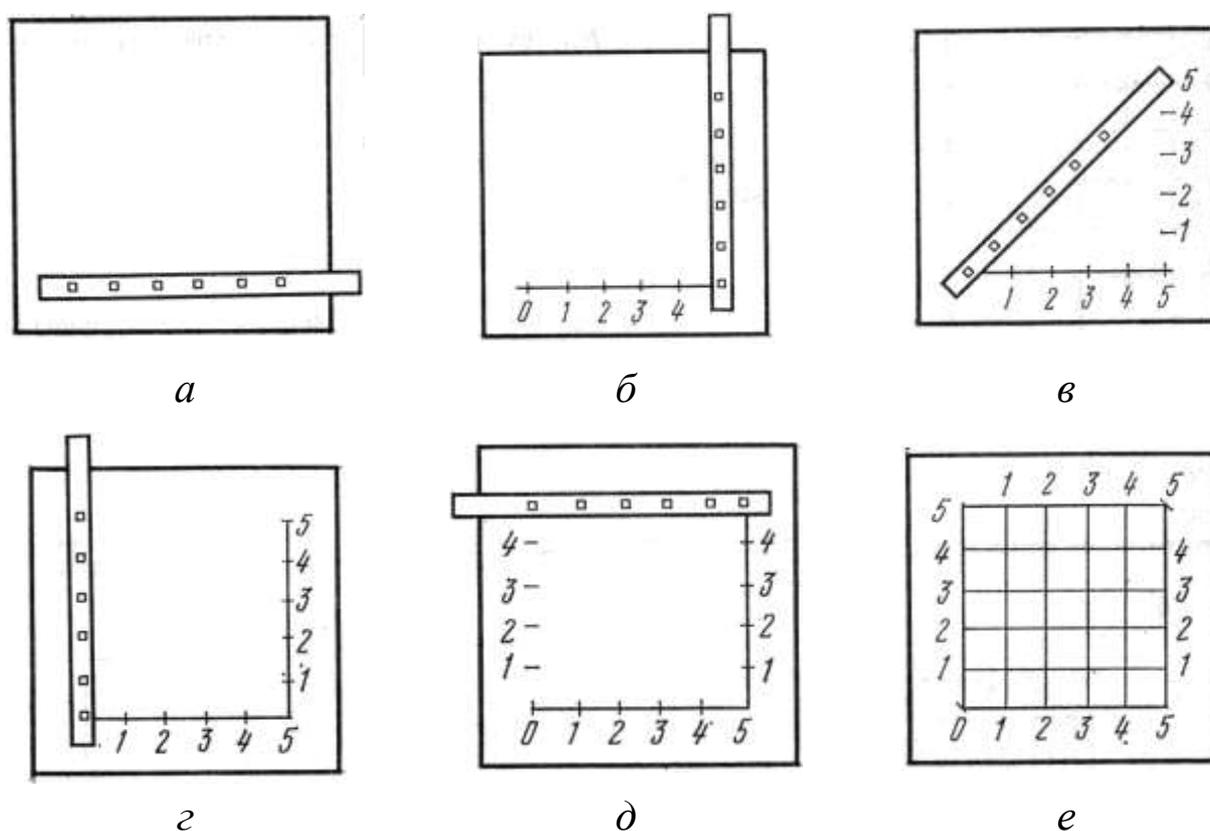


*Рисунок 11 – Циркуль-измеритель*



*Рисунок 12 – Линейка большая Лобановская*

Вдоль длинной нижней стороны листа прочерчивается горизонтальная линия (рисунок 13, а). На ней через 10 сантиметров в окошечках линейки по дуге ставятся засечки. Линейка поворачивается на  $90^\circ$  и справа по листу, от правой засечки в окошечках снизу вверх вновь ставятся засечки (рисунок 13, б). Затем линейка прикладывается под  $45^\circ$  по отношению к горизонтальной линии. К началу первого отрезка линейка прикладывается начальным индексом, а закругленным краем к верхнему правому отрезку (рисунок 13, в). После этого по закругленному концу линейки проводится засечка через последнюю верхнюю засечку на правой стороне. Точка их пересечения соединяется вертикальной линией с начальной засечкой горизонтальной линии.



*Рисунок 13 – Последовательность построения сетки координат*

Аналогично выполняется построение для левой стороны (рисунок 13, г). Для контроля линейка прикладывается к верхним пересечениям засечек, и прочерчиваются дуги в окошках (рисунок 13, д). Точки соединяются горизонтальной линией. Засечки на горизонтальных и вертикальных линиях попарно соединяются между собой (рисунок 13, е).

Контроль правильности построения сетки координат осуществляется путем измерения сторон и диагоналей квадратов, при сравнении которых допускаются расхождения в пределах соответственно 0.1 и 0.2 мм.

Пересечения сетки координат закрепляются зеленой тушью тонкими линиями с размером крестика 6 на 6 мм.

Левую из вертикальных линий сетки координат принимают за ось  $X$ , а нижнюю – из горизонтальных – за ось  $Y$ . От точки пересечения этих осей будет идти счет координат точек. Затем линии сетки координат оцифровываются, согласно полученным координатам точек съемочного обоснования, так, чтобы в результате вычерченный план располагался по центру. Для этого в ведомости координат находят минимальные и максимальные значения координат по осям  $X$  и  $Y$ . Далее, ориентируясь на их величины, и подписывают линии сетки. Оцифровку сетки можно принять кратной 100 или 50 м.

Все точки полигона последовательно наносятся на чертеж по координатам с помощью масштабной линейки и измерителя. Контроль правильности нанесения точек по координатам осуществляется путем сравнения длин сторон на плане с соответствующими длинами горизонтальных проложений, записанными в ведомости координат. Расхождения не должны превышать 0.2 мм.

Нанесение контуров на план выполняют, руководствуясь абрисом. Для построения контуров можно пользоваться транспортиром (рисунок 14), измерителем и линейкой поперечного масштаба, или тахеографом (рисунок 15).

На план наносятся условные знаки с соблюдением их размеров и начертаний. Все линии на плане вычерчиваются толщиной 0,15 мм. Координатную сетку следует подписывать внутри двойной рамки на продолжении линий сетки, с двух сторон, внизу и слева по осям  $X$  и  $Y$ . Слева подписываются над линиями, а внизу симметрично с двух сторон от линии, высотой цифр 3 мм (рисунок 16).

Внутренняя рамка вычерчивается тонкой линией размером  $50 \times 50$  см. Ширина двойной рамки 14 мм. Толщина внешней широкой линии 1.2 мм.



*Рисунок 14 – Транспортир геодезический азимутальный ТГ-А*



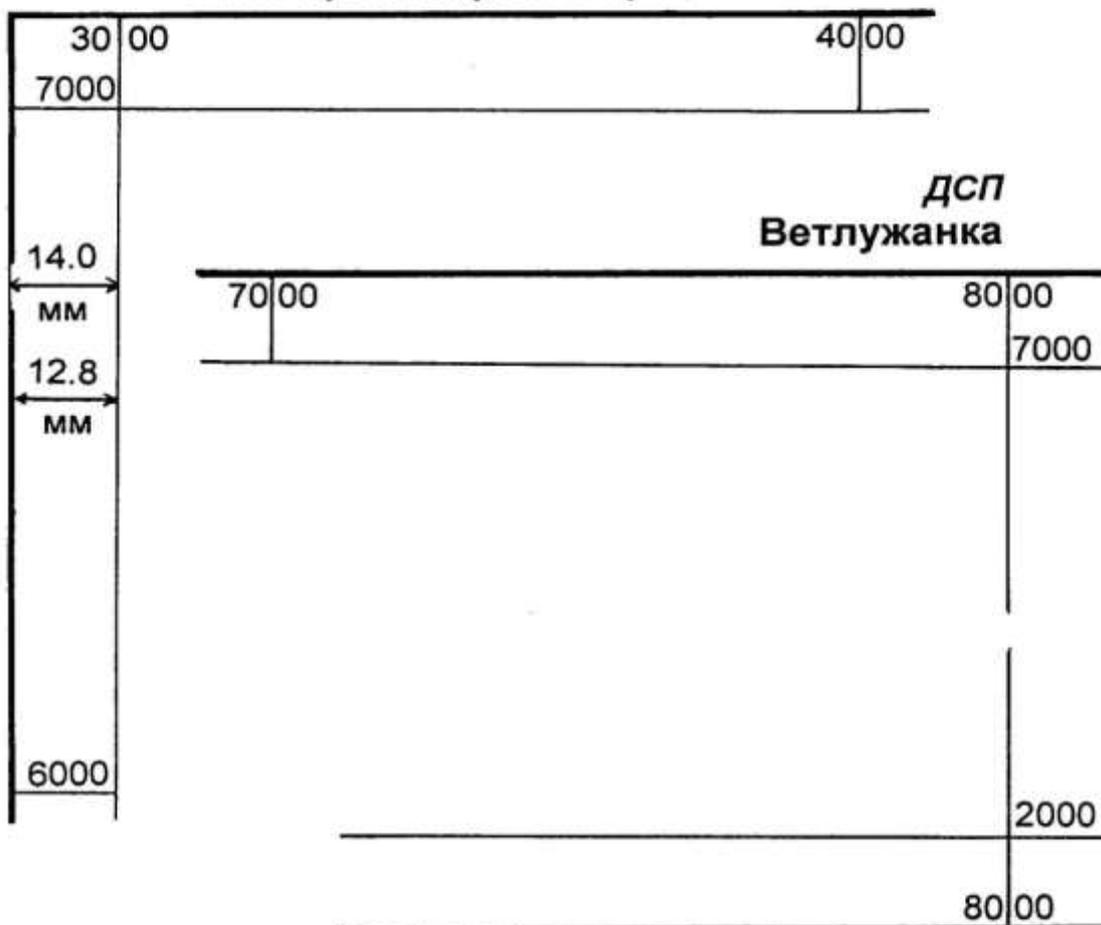
*Рисунок 15 – Тахеограф ТГ-Б-360°*

В зарамочном оформлении подписывают:  
– слева над рамкой, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом рубленным высотой 3.0 мм «Система координат условная» или та, которая была использована;

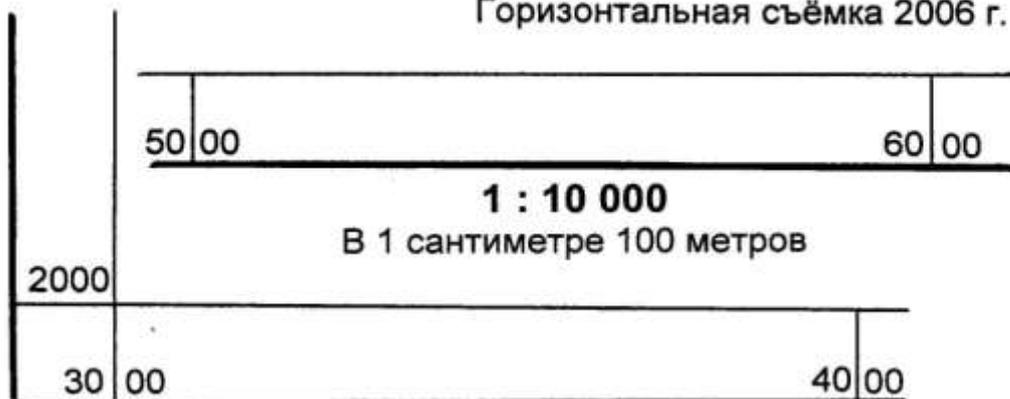
**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
КГАУ**



Система координат условная  
**Россия. Красноярский край**



Горизонтальная съёмка 2006 г.



Выполнил

**ст-т ИЗКиП- 14 Донской Д.А.**

*Рисунок 16 – Рамка планшета и зарамочные надписи*

– чуть ниже шрифтом топографическим полужирным высотой 3.8 мм «**Россия. Красноярский край**» или другой регион, где была выполнена работа;

– посередине шрифтом топографическим полужирным высотой 3.8 мм «**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ**»;

– чуть ниже шрифтом топографическим полужирным высотой 3.8 мм «**КГАУ**» или другое наименование организации, в которой была выполнена работа;

– справа сверху, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом топографическим полужирным курсивом высотой 3.0 мм «*ДСП*» или другой необходимый в конкретном случае гриф (если нужен);

– чуть ниже шрифтом топографическим полужирным высотой 3.8 мм «**Ветлужанка**» или другое наименование площадки;

– внизу слева, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом рубленным высотой 3.0 мм «**Бригадир: Донской Д.А.**» или фамилия конкретного исполнителя;

– чуть ниже, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом рубленным высотой 3.0 мм «**Исполнители: в столбик приводятся все фамилии членов бригады с инициалами**»;

– внизу посередине шрифтом топографическим полужирным высотой 4.0 мм «**1:10 000**», или другой использованный численный масштаб. Например, «**1:1 000**»;

– чуть ниже шрифтом рубленным высотой 3.0 мм «**В 1 сантиметре 100 метров**», или другой соответствующий именованный масштаб. Например, «**В 1 сантиметре 10 метров**»;

– внизу справа, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом рубленным высотой 3.0 мм «**Горизонтальная съемка 2006 г.**», или другая выполненная съемка. Например, «**Тахеометрическая съемка 2017 г.**»;

– если план выполнялся с вычерчиванием рельефа или определялись отметки отдельных точек, тогда ниже именованного масштаба шрифтом рубленным высотой 3.0 мм «**Сплошные горизонтالي проведены через 1 м**», или указывается другая использованная высота сечения рельефа;

– чуть ниже шрифтом рубленным высотой 3.0 мм «**Система высот Балтийская**», или указывается другая использованная система высот. Например, «**Система высот условная**».

При выполнении только теодолитной съемки последние два пункта не заполняются.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ОТДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ ПРЯМОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЗАСЕЧКОЙ

Сущность прямой геодезической засечки заключается в определении координат пункта по трем исходным. Для решения этой задачи достаточно измерить горизонтальные углы между смежными исходными направлениями и определяемый пункт.

**Формулы Юнга** (с углами треугольника PAB). Используются углы A и B. Буквой A обозначается левый и буквой B – правый пункт, если стоять в определяемом пункте P лицом к стороне AB (рисунок 17).

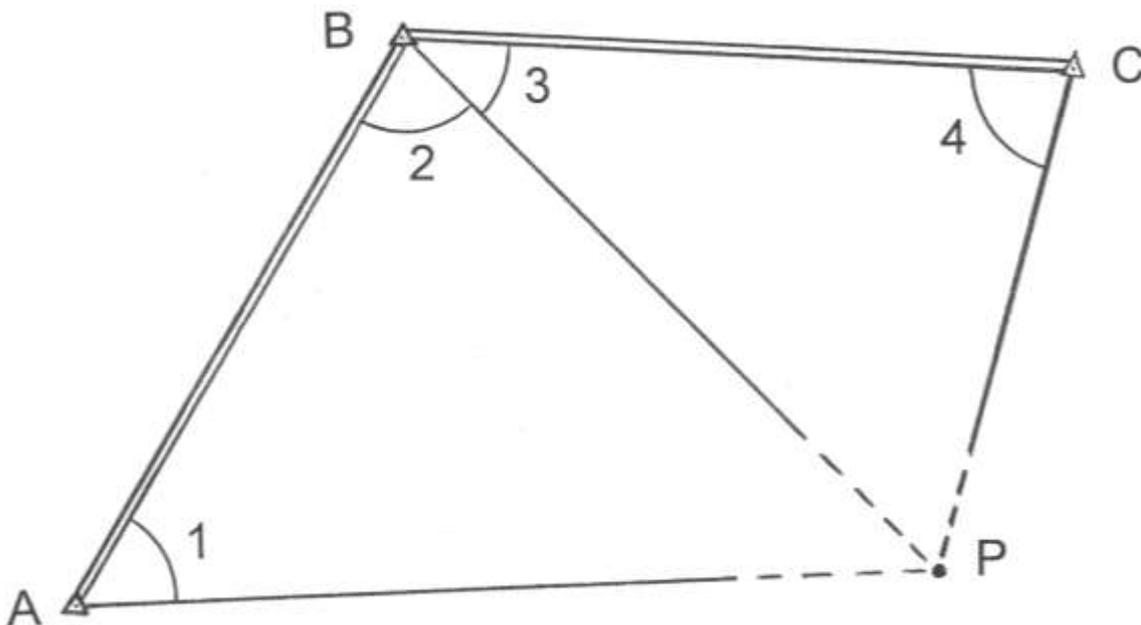


Рисунок 17 – Прямая угловая засечка

$$X_P = \frac{X_A \operatorname{ctg} B + X_B \operatorname{ctg} A + Y_A - Y_B}{\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B}; \quad (26)$$

$$Y_P = \frac{Y_A \operatorname{ctg} B + Y_B \operatorname{ctg} A + X_B - X_A}{\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B} . \quad (27)$$

Контрольные формулы

$$\angle P = 180^\circ - (A + B); \quad (28)$$

$$X_A = \frac{X_B \operatorname{ctg} P + X_P \operatorname{ctg} B + Y_B - Y_P}{\operatorname{ctg} B + \operatorname{ctg} P}. \quad (29)$$

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ОТДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ ОБРАТНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЗАСЕЧКОЙ

Сущность обратной засечки заключается в определении координат пятого пункта по координатам четырех исходных пунктов и горизонтальным углам, измеренным при определяемом пункте.

$\angle 1 = APC$  и  $\angle 2 = CPB$  – измеренные углы (рисунок 18).

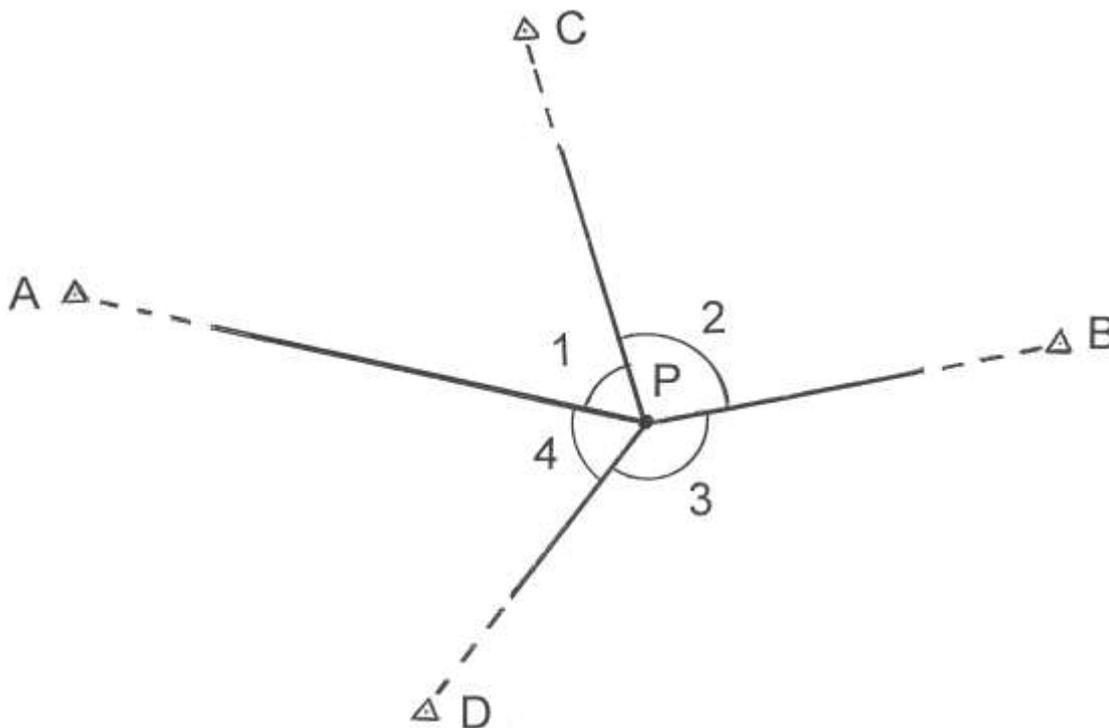


Рисунок 18 – Обратная угловая засечка

$$K_1 = (X_A - X_C) + (Y_A - Y_C) \operatorname{ctg} 1; \quad (30)$$

$$K_2 = (Y_A - Y_C) - (X_A - X_C) \operatorname{ctg} 1 ; \quad (31)$$

$$K_3 = (X_B - X_C) - (Y_B - Y_C) \operatorname{ctg} 2 ; \quad (32)$$

$$K_4 = (Y_B - Y_C) + (X_B - X_C) \operatorname{ctg} 2 ; \quad (33)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{CP} = \frac{K_3 - K_1}{K_2 - K_4} \quad (34)$$

$$X_P = X_C + \frac{K_1 + K_2 \operatorname{tg} \alpha_{CP}}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_{CP}} = X_C + \frac{K_3 + K_4 \operatorname{tg} \alpha_{CP}}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_{CP}} ; \quad (35)$$

$$Y_P = Y_C + (X_P - X_C) \operatorname{tg} \alpha_{CP} . \quad (36)$$

### *Контрольные формулы*

По координатам пунктов А и Р вычисляем  $\alpha_{AP}$ , а затем вторично вычисляем угол 1:

$$\angle 1 = \alpha_{CP} - \alpha_{AP} . \quad (37)$$

Вычисляем:

$$\alpha_{PD} = \alpha_{PA} - \angle APD , \quad (38)$$

или

$$\alpha_{PD} = \alpha_{PB} - \angle BPD . \quad (39)$$

Полученное значение  $\alpha_{PD}$  сравниваем со значением  $\alpha_{PD}$ , вычисленным по координатам пунктов Р и D.

## **ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ**

Все материалы по учебной практике по инженерной геодезии, полученные бригадой, формируются в папку. Сдаче в составе технического отчета подлежат следующие документы:

– дневник практики и табель учета рабочего времени;

- журнал поверок;
- журнал измерения углов и длин линий;
- журнал измерения горизонтальных направлений способом круговых приемов;
- журнал технического нивелирования;
- журнал тахеометрической съемки;
- результаты и оценка точности камеральных вычислений;
- план тахеометрической съемки;
- каталоги координат и высот;
- пояснительная записка технического отчета с полученными результатами по всему объему выполненных за время практики работ, с ведомостями и каталогами.

Оформляется титульный лист отчета. Форма титульного листа при прохождении практики на базе ИЗКиП в составе бригады представлена в приложении А. При индивидуальном прохождении практики на базе научного учреждения или производственной организации используется форма титульного листа представленная в приложении Б.

Пояснительную записку желательно дополнить фотографиями с изображением видов работ выполненных бригадой. Также составляется опись вложенных в папку документов. Кроме этого, к отчету по практике прилагается справка из геокамеры о том, что бригада не имеет задолженности по приборам, инструментам и методичкам перед геокамерой.

## **ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ И ЗАЩИТА ОТЧЕТА ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ**

Контроль этапов выполнения плана практики проводится в виде производства контрольных приборных измерений на местности, с проверкой «во вторую руку» результатов камеральных вычислений и оценки их точности.

Промежуточная аттестация проходит в форме дифференцированного зачета, принимаемого руководителем практики. При защите практики учитывается объем выполнения программы практики, правильность оформления документов, содержание характеристики, правильность ответов на заданные руководителем практики вопросы, умение самостоятельно выполнять геодезические измерения и их камеральную обработку. В защите отчета принимает участие вся брига-

да. Критерии оценивания промежуточного контроля представлены в таблице 8. В соответствии с приказом ректора повторная защита технического отчета осуществляется комиссионно.

Таблица 8 – Критерии оценивания промежуточного контроля

Оценка	Критерий оценивания промежуточного контроля
Оценка «отлично»	Полное и глубокое изучение круга вопросов, реализация целей и задач практики, получение знаний, умений и способностей, определенных программой практики и планом практики, освоение планируемых компетенций в полном объеме
Оценка «хорошо»	Неполное изучение круга вопросов, неполная реализация целей и задач практики, получение знаний, умений и способностей, определенных программой практики и планом практики, полное освоение планируемых компетенций
Оценка «удовлетворительно»	Фрагментарное изучение круга вопросов, частичная реализация целей и задач практики, частичное получение знаний, умений и способностей, определенных программой практики и планом, полное освоение планируемых компетенций
Оценка «неудовлетворительно»	Отсутствие полного и глубокого изучения круга вопросов, реализации целей и задач практики, получение знаний, умений и способностей, определенных программой практики и планом практики, неполное освоение планируемых компетенций

## **ОХРАНА ТРУДА И ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И КАМЕРАЛЬНЫХ РАБОТ**

До начала учебной практики изучаются правила 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 техники безопасности.

Необходимо всегда помнить и соблюдать следующие основные правила:

- к практике не допускаются студенты без прививки против клещевого энцефалита или страховки от укуса клеща;
- купаться можно только в отведенных местах и в установленное расписанием время;
- в жаркую погоду запрещается 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 змеи или клеща нужно немедленно обратиться в ближайший медпункт;
- 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 топорща и черенки;

– при работе на железной или автомобильной дороге нужно выставлять сигнальщиков для своевременного оповещения о приближающемся транспорте;

– запрещается хождение по полотну железной дороги, проезд на подножках автомашин;

– запрещается соскакивать с автомашин до их полной остановки;

– запрещается прикасаться к проводам, свисающим с опор. 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;

– при измерении длин линий лазерной рулеткой запрещается наводить ее на людей;

– категорически запрещается студентам и посторонним лицам из любопытства рассматривать без светофильтра солнце в зрительную трубу геодезического прибора. При проведении астрономических наблюдений использование светофильтра обязательно;

– строго запрещается любая потрава зерновых посевов, посевов технических и овощных культур, плодово-ягодных питомников, а также производство каких-либо лесорубочных работ в лесах, лесонасаждениях и лесополосах.

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

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 наблюдателя;
- 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;
- в аудитории категорически запрещается снимать оконные рамы;
- запрещается включать адаптер электронного планиметра или калькулятора в поврежденную розетку;
- нельзя ставить на электрошнуры тяжелые или острые предметы;
- запрещается разбирать или ремонтировать осветительные приборы, розетки или выключатели;
- 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. Медицинская аптечка находится в деканате и на кафедре геодезии;
- в аудитории запрещается зажигать спички или зажигалки, допускается подсветка отсчетного устройства теодолита при помощи сотового телефона;
- при возгорании – обесточить щит освещения на этаже, принять меры по эвакуации людей и попытаться погасить пламя огнетушителями из пожарных ящиков, а при сложном возгорании сообщить в службу пожаротушения по телефону 01;

- вычислительные и графические работы должны выполняться при достаточном освещении;
- на рабочем месте необходимо сидеть прямо, туловище должно быть наклонено вперед с прогнутой вперед поясницей и развернутыми плечами;
- для отдыха глаз рекомендуется периодически закрывать глаза или смотреть вдаль;
- во избежание развития близорукости необходимо следить, чтобы расстояние от глаз до рабочей поверхности равнялось примерно 25–30 см.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авакян, В.В. Прикладная геодезия: технологии инженерно-геодезических работ / В.В. Авакян. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 588 с.
2. Беспилотные летательные аппараты: справочник UAV Guide / В.Ю. Барковский, Л.Р. Милованова, под. ред. Н.Н. Новичкова. – М.: АРМС-ТАСС, 2009. – 436 с.
3. Букринский, В.А. Геодезия и маркшейдерия / В.А. Букринский, В.Н. Попов. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. – 453 с.
4. Булдакова, М.Б. Геодезия. Тахеометрическая съемка и построение геодезической сети: учеб. пособие / М.Б. Булдакова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2000. – 136 с.
5. Василин, Н.Я. Беспилотные летательные аппараты / Н.Я. Василин. – Минск: Попури, 2003. – 272 с.
6. Все о GPS-навигаторах / В.С. Найман, А.Е. Самойлов, Н.Р. Ильин [и др.]. – М.: НТ Пресс, 2005. – 392 с.
7. Геодезия: учеб. / А.Г. Юнусов, А.Б. Беликов, В.Н. Баранов [и др.]. – М.: Академический проект; Трикста, 2015. – 411 с.
8. Геодезия в ландшафтной архитектуре: учеб. пособие / В.Д. Карпенко, К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 150 с.
9. Геодезия. Изучение оптического теодолита 4Т30П: метод. указания к выполнению лабораторных работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 38 с.
10. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр: Энциклопедия. В 2-х т. Т. 1. – М.: Геодезкартиздат, 2008. – 496 с.
11. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр: Энциклопедия. В 2-х т. Т. 2. – М.: Геодезкартиздат, 2008. – 496 с.
12. Гиршберг, М.А. Геодезия: учеб. / М.А. Гиршберг. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 384 с.
13. ГОСТ 21667-76. Картография. Термины и определения. – М., 1976
14. ГОСТ Р 7.0.5–2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. – М., 2008
15. ГОСТ 7.32.01 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – М., 2001

16. Дьяков, Б.Н. Основы геодезии и топографии: учеб. пособие / Б.Н. Дьяков, В.Ф. Ковязин, А.Н. Соловьев. – СПб.: Лань, 2011. – 272 с.
17. Ефимов, Г.Н., Результаты уравнивания астрономо-геодезической сети / Г.Н. Ефимов // Геодезия и картография. – 1995. – №8. – С. 17–22.
18. Зинченко, О.Н. Беспилотные летательные аппараты: применение в целях аэросъемки для картографирования (часть 1) / О.Н. Зинченко // <http://www.racurs.ru/?page=681>.
19. Золотова, Е.В. Геодезия с основами кадастра: учеб. для вузов / Е.В. Золотова, Р.Н. Скогорева. – М.: Академический Проект; Трикста, 2015. – 414 с.
20. Инженерная геодезия: учеб. / Е.Б. Ключин, М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, В.Д. Фельдман. – М.: Академия, 2010. – 496 с.
21. Инженерная геодезия: учеб. / А.Г. Парамонов [и др.]. – М.: МАКС Пресс, 2014. – 368 с.
22. Инструкция о порядке контроля и приемки геодезических, топографических и картографических работ (ГКИНП (ГНТА)-17-004-99) / Федер. служ. геод. и картогр. России. – М.: ЦНИИГАиК, 1999.
23. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS (ГКИНП (ОНТА)-02-262-02) / Федер. служ. геод. и картогр. России. – М.: ЦНИИГАиК, 2002. – 55 с.
24. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКИНП-02-033-82) / ГУГК. – М.: Недра, 1985. – 152 с.
25. Карпенко, В.Д. Геодезия в ландшафтной архитектуре: учеб. пособие / В.Д. Карпенко, К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 150 с.
26. Карпенко, В.Д. Учебная практика по геодезии в ландшафтной архитектуре: метод. указания к выполнению полевых и камеральных работ / В.Д. Карпенко, Ю.В. Горбунова, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 76 с.
27. Киселев, М.И. Геодезия: учеб. / М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. – 384 с.
28. Костылев, В.А. Геодезия: учебно-методическое пособие по учебной геодезической практике / В.А. Костылев, В.В. Шумейко, К.Г. Барсуков. – Воронеж: ВГАСУ, 2013. – 77 с.
29. Курошев, Г.Д. Геодезия и топография: учеб. / Г.Д. Курошев, Л.Е. Смирнов. – М.: Академия, 2006. – 176 с.

30. Куштин, И.Ф. Инженерная геодезия: учебник / И.Ф. Куштин, В.И. Куштин. – Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 416 с.
31. Лазерная локация земли и леса: учеб. пособие / Е.М. Медведев, И.М. Данилин, С.Р. Мельников; Геолидар, Геокосмос, Институт леса СО РАН. – Красноярск, 2007. – 229 с.
32. Маслов, А.В. Геодезия: учеб. / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. – М.: Недра, 1993. – 480 с.
33. Маслов, А.В. Геодезия / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. – М.: КолосС, 2006. – 598 с.
34. Медведев, Е.М. Методы лазерной локации и цифровой аэрофотосъемки в современной топографии / Е.М. Медведев // Геодезия и картография. – 2006. – № 10. – С. 46–53.
35. Мирошников, А.Е. Картография с основами топографии: метод. пособие / А.Е. Мирошников, Е.В. Бажкова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2004. – 92 с.
36. Неволин, А.Г. Обработка результатов наземного лазерного сканирования и трехмерное моделирование объектов местности / А.Г. Неволин, А.А. Басаргин. – Новосибирск: Изд-во СГГА, 2012. – 111 с.
37. Нестеренок, М.С. Геодезия: учеб. / М.С. Нестеренок, В.Ф. Нестеренок, А.С. Позняк. – Минск: Университетское, 2001. – 310 с.
38. Неумывакин, Ю.К. Практикум по геодезии: учеб. пособие / Ю.К. Неумывакин. – М.: КолосС, 2008. – 318 с.
39. Неумывакин, Ю.К. Практикум по геодезии: учеб. пособие / Ю.К. Неумывакин, А.С. Смирнов. – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1995. – 315 с.
40. Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации ГКИНП (ГНТА)-01-006-03.
41. Основные положения об опорной межевой сети. ЕСДЗем. 02–06–005–02. – М., 2002.
42. Охрана труда: путеводитель по нормативным документам / Комитет труда администрации Красноярского края. – Красноярск, 2002. – 512 с.
43. Первунин, В.А. Картография: учеб.-метод. пособие / В.А. Первунин; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 130 с.
44. Перфилов, В.Ф. Геодезия: учеб. / В.Ф. Перфилов, Р.Н. Скогорева, Н.В. Усова. – М.: Высш. шк., 2006. – 350 с.
45. Поклад, Г.Г. Геодезия: учеб. пособие / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – М.: Академический проект, 2007. – 592 с.

46. Правила начертания условных знаков на топографических планах подземных коммуникаций масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 / ГУГК. – М.: Недра, 1981. – 44 с.
47. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах: справочное пособие (ПТБ-88) / ГУГК. – М.: Недра, 1991. – 303 с.
48. Практикум по геодезии: учеб. пособ. / под ред. Г.Г. Поклада. – М.: Академический Проект; Фонд «Мир», 2015. – 487 с.
49. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS (ГКИНП (ОНТА)-01-271-03) / Федер. служ. геод. и картогр. России. – М.: ЦНИИГАиК, 2003. – 85 с.
50. Руководящий технический материал. Применение приемников спутниковой системы WILD GPS System 200 фирмы Лейка (Швейцария) при создании и реконструкции городских геодезических сетей / Федер. служ. геод. и картогр. России. – Нижний Новгород: Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие, 1995.
51. Сайт «Геостройизыскания» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gsi.ru/>.
52. Сайт «Leica Geosystems» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.Leica-geosystems.ru/>.
53. Самошина, Т.Ю. Геодезическое трассирование: метод. указания / Т.Ю. Самошина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 19 с.
54. Сафонов, А.Я. Топография: учеб. пособие / А.Я. Сафонов, К.Н. Шумаев, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 222 с.
55. Середович, В.А. Наземное лазерное сканирование / В.А. Середович. – Новосибирск: Изд-во СГГА, 2009. – 261 с.
56. Сечин, А.Ю. Беспилотные летательные аппараты: применение в целях аэросъемки для картографирования. Ч. 2 / А.Ю. Сечин, М.А. Дракин, А.С. Киселева // <http://www.racurs.ru/?page=699>.
57. Справочник стандартных и употребляемых (распространенных) терминов по геодезии, картографии, топографии, геоинформационным системам, пространственным данным. – М.: Братишка, 2007. – 736 с.
58. Топографическое черчение: учеб. / Н.Н. Лосяков, П.А. Скворцов и др. – М.: Недра, 1986. – 325 с.
59. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 / ГУГК. – М.: Недра, 1989. – 286 с.

60. Условные знаки для топографической карты масштаба 1:10 000 / ГУГК. – М.: Недра, 1977. – 143 с.
61. Уставич, Г.А. Геодезия: учеб. Кн. 1 / Г.А. Уставич. – Новосибирск: СГГА, 2012. – 352 с.
62. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия: учеб. / Г.А. Федотов. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 479 с.
63. Фельдман, В.Д. Основы инженерной геодезии: учеб. / В.Д. Фельдман, Д.Ш. Михелев. – М.: Высш. шк., 2001. – 314 с.
64. Федеральный закон «О геодезии и картографии» от 26 декабря 1995 г. № 209-ФЗ.
65. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 27 апреля 1993 г. № 4871-1.
66. Фокина, Л.А. Картография с основами топографии: учеб. пособ. / Л.А. Фокина. – М.: ВЛАДОС, 2005. – 335 с.
67. Хохановская, В.И. Пособие по дешифрированию аэрокосмических снимков и таблицы условных знаков для целей создания планов и карт / В.И. Хохановская; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 163 с.
68. Центры и реперы государственной геодезической сети СССР / ГУГК. – М.: Недра, 1973. – 40 с.
69. Чекалин, С.И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии: учеб. пособие / С.И. Чекалин. – М.: Академический Проект, 2009. – 393 с.
70. Чурилова, Е.А. Картография с основами топографии. Практикум: учеб. пособие / Е.А. Чурилова, Н.Н. Колосова. – М.: Дрофа, 2004. – 128 с.
71. Шумаев, К.Н. Геодезия. Изучение масштабов планов и карт: метод. указ. к выполнению расчетно-графической работы / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 28 с.
72. Шумаев, К.Н. Геодезия. Изучение оптического теодолита 4Т30П: метод. указания к выполнению лабораторных работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 38 с.
73. Шумаев, К.Н. Краткий топографо-геодезический справочник землеустроителя: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2002. – 110 с.
74. Шумаев, К.Н. Геодезия. Курс лекций: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов. – Красноярск: Гротеск, 2004. – 80 с.
75. Шумаев, К.Н. Геодезия. Лазерный дальномер Leica DISTO A5: метод. указ. к выполнению лабораторных работ / К.Н. Шумаев,

Ю.В. Горбунова А.Я. Сафонов, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 39 с.

76.Шумаев, К.Н. Геодезия. Линейный планиметр PLANIX 7: метод. указания к выполнению лабораторных работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 30 с.

77.Шумаев, К.Н. Геодезия. Нивелирование и вертикальная планировка площадки для объекта недвижимости: методические указания к выполнению расчетно-графической работы [Электронное издание] / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 36 с.

78.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; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 23 с.

79.Шумаев, К.Н. Геодезия. Нивелирование и вертикальная планировка строительной площадки: методические указания к выполнению расчетно-графической работы / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 36 с.

80.Шумаев, К.Н. Геодезия. Определение площади объекта недвижимости: метод. указ. к выпол. расч.-графич. работы / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 36 с.

81.Шумаев, К.Н. Геодезия. Охрана труда при выполнении топографо-геодезических работ: метод. указания к выполнению полевых и камеральных работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 55 с.

82.Шумаев, К.Н. Геодезия. Решение задач по топографической карте: метод. указ. по выпол. расчет.-граф. работы / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 52 с.

83.Шумаев, К.Н. Геодезия. Составление плана объекта недвижимости: метод. указ. к выполнению расчетно-графической работы / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 28 с.

84.Шумаев, К.Н. Геодезия: справочное пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2006.– 152 с.

85.Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические инструменты уходящей эпохи: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ф.Н. Мойсеенок; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2005. – 164с.

86.Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические работы в землеустройстве: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 180 с.

87.Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические работы в мелиорации: учебное пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 192 с.

88.Шумаев, К.Н. Геодезия. Электронный теодолит ТЕО5: метод. указания к выполнению лабораторных работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Т.Т. Миллер, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 47 с.

89.Шумаев, К.Н. Геодезия. Электронные теодолиты технической точности ТЕО 20 и 56-BDT30: метод. указ. к выполнению лаборат. работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 54 с.

90.Шумаев, К.Н. Картография. Основы геометризации пространства: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 308 с.

91.Шумаев, К.Н. Практика по инженерной геодезии: метод. указания / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 50 с.

92.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. – 53 с.

93.Южанининов, В.С. Картография с основами топографии / В.С. Южанининов. – М.: Высш. шк., 2001. – 303с.

94.Южанининов, В.С. Картография с основами топографии / В.С. Южанининов. – М.: Высш. шк., 2005. – 302с.

95.Ямбаев, Х.К. Инженерно-геодезические инструменты и системы: учеб. пособие для студ. вузов / Х.К. Ямбаев. – М.: МИИГАиК, 2012. – 461 с.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

*Приложение А*

## Образец оформления титульного листа отчета бригады

**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  
по инженерной геодезии**

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

Студента (-ки) гр. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
Научный руководитель

\_\_\_\_\_  
(степень, должность, Ф.И.О.)

Красноярск 2017

**Образец оформления титульного листа  
индивидуального 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 по инженерной геодезии  
в организации (на предприятии) \_\_\_\_\_**

---

Студент

\_\_\_\_\_

Курс/группа

\_\_\_\_\_

(наименование подготовки)

Руководитель от организации \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Руководитель от института \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Дата защиты отчета

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Оценка

\_\_\_\_\_

Красноярск 2017

**ПРАКТИКА ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ПО  
ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ**

*Методические указания к учебной практике*

*Шумаев Константин Николаевич*

*Сафонов Александр Яковлевич*

*Горбунова Юлия Викторовна*

*Редактор М.М. Ионина*

Подписано в свет 17.05.2017. Регистрационный номер 92.

Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117  
e-mail: rio@kgau.ru