

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Тольяттинский государственный университет  
Архитектурно-строительный институт

Л.Н. Грицкив

# ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

Электронное учебно-методическое пособие



© ФГБОУ ВО «Тольяттинский  
государственный университет», 2020

ISBN 978-5-8259-1524-1

УДК 528.063.1

ББК 26.12

Рецензенты:

канд. техн. наук, директор ООО «Экспертный центр Кузнецова»

*А.В. Кузнецов;*

канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры «Промышленное, гражданское строительство и городское хозяйство» Тольяттинского государственного университета *Е.М. Третьякова.*

Грицкив, Л.Н. Геодезическая практика : электронное учебно-методическое пособие / Л.Н. Грицкив. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2020. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1524-1.

В учебно-методическом пособии представлен порядок прохождения учебной геодезической практики, состоящей из полевых и камеральных работ. В первой части даны методические указания по выполнению съемочных работ и перечень оформительской документации по каждому виду съемок. Во второй части предлагается методика и способы выполнения геодезических работ при возведении сооружений. Описаны вопросы техники безопасности. Предложенные методические рекомендации являются дополнением к основному учебнику, практикуму по инженерной геодезии, конспекту лекций при прохождении студентами учебной геодезической практики.

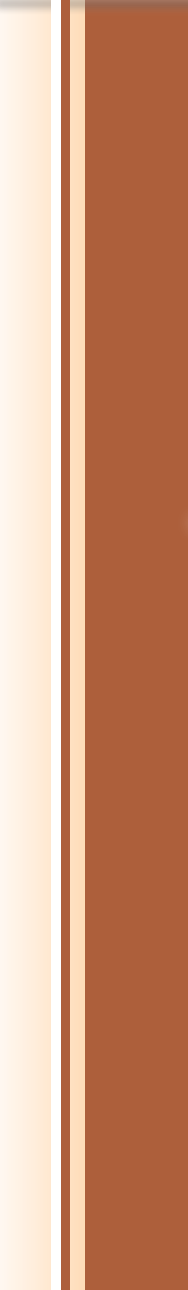
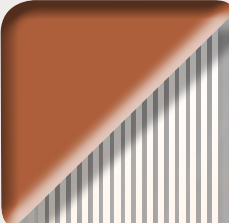
Предназначено для студентов направления подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство», направленность (профиль) «Промышленное и гражданское строительство», всех форм обучения.

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8; PIII 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский  
государственный университет», 2020



Редактор *Е.В. Пилясова*  
Технический редактор *Н.П. Крюкова*  
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*  
Художественное оформление,  
компьютерное проектирование: *Г.В. Карасева*

Дата подписания  
к использованию 10.12.2020.  
Объем издания 2,14 Мб.  
Комплектация издания: компакт-диск,  
первичная упаковка.  
Заказ № 1-31-19.

Издательство Тольяттинского  
государственного университета  
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,  
тел. 8 (8482) 53-91-47, [www.tltsu.ru](http://www.tltsu.ru)

## Содержание

Введение .....	5
1. Организация учебной практики .....	6
2. Виды работ и продолжительность практики .....	9
3. Обязанности руководителя практики .....	11
4. Техника безопасности и охрана труда .....	12
5. Правила обращения с геодезическими инструментами .....	14
6. Теодолитная съемка .....	16
7. Нивелирование трассы .....	28
8. Нивелирование поверхности строительной площадки .....	36
9. Проектирование горизонтальной площадки .....	41
Библиографический список .....	46
Приложение А .....	47
Приложение Б .....	49
Приложение В .....	50
Приложение Г .....	51
Приложение Д .....	52

## Введение

Учебное пособие по геодезической практике написано с учетом новых требований образовательных стандартов и в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования. Завершающим этапом изучения геодезии является полевая учебная геодезическая практика. В процессе прохождения практики студенты закрепляют, расширяют и углубляют теоретические знания, самостоятельно выполняют топографические и инженерно-геодезические работы в условиях, приближенных к производственным.

На этапах современного строительного производства инженерно-геодезические работы, обеспечивающие соблюдение геометрии зданий и сооружений, стали составной частью строительного производства. Прочное знание основ инженерной геодезии, умение выполнять геодезические построения для производства строительного производства, стали крайне необходимы инженеру-строителю. Поэтому возросло значение учебной геодезической практики как завершающего этапа курса инженерной геодезии.

Учебная геодезическая практика студентов Тольяттинского государственного университета является составной частью основной образовательной программы высшего образования. Геодезическая практика организуется в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования в части государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению «Строительство».

## 1. Организация учебной практики

Целью учебной геодезической практики является приобретение студентами практических навыков по выполнению основных видов инженерно-геодезических съемок, разбивок зданий и сооружений, а также по камеральной обработке результатов выполненных работ, геодезических измерений. Вместе с этим практика закрепляет и расширяет теоретические знания, приобретенные студентами в процессе изучения курса инженерной геодезии.

В результате выполнения плана учебной практики каждый студент должен уметь:

- квалифицированно пользоваться топографическими планами и картами;
- выполнять поверки и юстировки геодезических инструментов;
- уверенно пользоваться геодезическими инструментами и приборами, самостоятельно производить ими угловые, линейные и высотные измерения;
- выполнять теодолитную съемку участков с вычислительной обработкой результатов измерений и построением планов;
- производить нивелирование трасс линейных сооружений и поверхности;
- строить продольные и поперечные профили и планы участков в горизонталях по данным нивелировки, с выполнением элементов проектирования.

Зачет по лабораторным и расчетно-графическим работам, а также экзамен по теоретическому курсу инженерной геодезии студентами сдаются до практики.

Студенты, не сдавшие экзамены и не получившие зачеты, к практике не допускаются.

Перед выходом на практику академическая группа разбивается на бригады, состоящие, как правило, из 5–6 человек. Состав бригады остается постоянным на весь период практики. Бригады комплектуются на добровольных началах. В группе создается 4–6 бригад.

Перед формированием бригад ведущий преподаватель назначает из студентов данной группы бригадиров, кандидатуры которых согласовываются с активом группы. В обязанности бригадира входит:

а) получение от руководителя практики заданий по каждому виду работ и доведение их до бригады;

б) согласование с руководителями практики принятых бригадой решений по выполнению геодезических работ;

в) ежедневная расстановка студентов своей бригады по рабочим местам с обеспечением равномерного распределения обязанностей между ними при выполнении всех видов полевых и камеральных работ;

г) поддержание образцовой трудовой дисциплины в бригаде, контроль за соблюдением порядка и чистоты в помещении, выделенном для хранения инструментов и выполнения камеральных работ;

д) контроль за строгим соблюдением каждым студентом бригады правил техники безопасности;

е) контроль за бережным отношением со стороны всех студентов бригады к геодезическим инструментам и приборам;

ж) обеспечение выполнения бригадой всех работ в установленные сроки.

Все члены бригады во время работ подчиняются своему бригадиру.

Бригадир получает соответствующие геодезические инструменты, приборы и принадлежности, которые закрепляются за бригадой и находятся в ее распоряжении до конца практики. По окончании всех полевых работ бригадир проверяет исправность и комплектность инструментов и приборов и силами бригады подготавливает их к сдаче в кабинет геодезии.

Бригада в целом несет материальную ответственность за утерю и порчу выданного имущества. В случае утери или поломки приборов виновные обязаны до окончания практики их приобрести в магазине или, в случае поломки, выполнить ремонт за свой счет.

До получения приборов студенты под руководством преподавателя изучают технику безопасности и правила поведения на практике. Они должны сдать зачет по технике безопасности и правилам обращения с геодезическими инструментами. Без изучения правил техники безопасности студенты к прохождению практики не допускаются.

После получения инструментов и необходимой документации вся бригада приступает к поверкам и юстировкам геодезических приборов. Бригада переходит к выполнению следующего вида работ после завершения и предъявления преподавателю всех материалов по предыдущей работе.

Инструменты и принадлежности на одну бригаду

1. Теодолит со штативом	1 комплект
2. Лента мерная и 6 шпилек	1 комплект
3. Рулетка стальная	1 шт.
4. Нивелир со штативом	1 комплект
5. Рейки нивелирные двусторонние складные	2 шт.
6. Вешки	2 шт.
7. Топор	1 шт.
8. Кольшки	20 шт.
9. Бумага чертежная (ватман)	
10. Бумага миллиметровая	



## 2. Виды работ и продолжительность практики

Таблица 1

№ п/п	Наименование работ	Продолжительность в рабочих днях
1	Организация учебной геодезической практики: сдача зачета по технике безопасности полевых и камеральных геодезических работ. Подготовка инструментов к работе	1
2	Выполнение поверок и юстировок инструментов	1
3	Теодолитная съемка: а) полевые работы; б) вычислительные и графические работы	3 3
4	Производство технического нивелирования	2
5	Нивелирование поверхности по квадратам: а) полевые работы; б) вычислительные и графические работы	2 2
6	Нивелирование трассы: а) полевые работы; б) вычислительные и графические работы	3 5
7	Оформление всех материалов по практике	2
8	Сдача зачета по практике. Подготовка к сдаче геодезических инструментов и их сдача в кабинет инженерной геодезии	1
	Итого	25

Даты выполнения отдельных видов работ устанавливаются календарным планом в зависимости от общих сроков практики по графику учебного процесса.

Каждой бригаде руководителем практики выделяется участок местности для производства на нем учебных геодезических работ, которые выполняются бригадой в сроки и в последовательности, установленные календарным планом практики.

Бригады выполняют работы самостоятельно, согласовывая принимаемые решения с руководителем практики – преподавателем.

По окончании практики студентами сдается дифференцированный зачет руководителю данной группы с занесением оценки в зачетную книжку.

Для непосредственного руководства геодезической практикой к группам студентов в составе до 5–6 бригад прикрепляются преподаватели кафедры или приглашенные специалисты.

### **3. Обязанности руководителя практики**

1. В первый же день практики провести инструктаж студентов по правилам техники безопасности и правилам обращения с геодезическими инструментами и проверить их знание каждым студентом.

2. Назначать для каждой бригады участки и объекты работ и проводить с группой по очередному виду работ краткий инструктаж.

3. В первый день производства полевых работ по теодолитной съемке и нивелированию трассы выполнить побригадно поверки и юстировки в соответствии с показаниями теодолита и нивелира, а также поверки реек и мерных приборов. Затем произвести пробные (предварительные) измерения, относящиеся к данному виду работ, и занести результаты в полевые журналы.

4. Ежедневно проверять принятую в бригадах расстановку студентов по видам и процессам работ и очередности смен на рабочих местах.

5. Систематически контролировать правильность выполнения бригадами полевых и камеральных работ, обращая особое внимание на индивидуальную работу студентов по выполнению геодезических измерений и ведению полевой документации. Руководитель должен обучать практикантов правильной работе с геодезическими инструментами и аккуратному ведению полевых журналов.

6. Руководитель подписывает все выполненные бригадой графические материалы и ведомости. Вся полевая документация подписывается студентами бригады, выполнившими данные измерения, и после проверки визируется руководителем практики.

7. В последний день практики руководитель принимает зачет и заносит оценки в зачетную ведомость и зачетные книжки студентов.

8. Преподаватель — руководитель практики ведет учет выполненных работ и посещаемости в журнале практических занятий.

Журнал и зачетная ведомость по окончании практики сдаются на кафедру.

#### **4. Техника безопасности и охрана труда**

1. При выполнении геодезических работ в поле, связанных с изготовлением и забивкой колышков, пользуются только исправными инструментами (топорами, ножовками), имеющими надежно насаженные рукоятки. Не разрешается забивать колышки подручными предметами (камнями, металлическими частями и пр.). Для забивки колышков применяются топоры или легкие кувалды.

2. Запрещается работать в поле без головных уборов и в пляжной одежде (загорать). Обувь рекомендуется закрытая, на толстой подошве.

3. Не разрешается использовать для питья некипяченую воду, воду из открытых источников. При работе вблизи водоемов купание разрешается только в организованном порядке под наблюдением ответственного лица.

4. Во избежание хотя бы случайного толчка наблюдателя, смотрящего в зрительную трубу, не разрешается находиться кому-либо непосредственно сзади.

5. Не допускается наводить на солнце зрительные трубы геодезических инструментов без светофильтра.

6. При переноске вещей штативов острые концы их должны быть направлены назад. Категорически запрещается перебрасывать друг другу шпильки, вешки, топоры и другие предметы.

7. Нельзя с инструментом перелезть или перепрыгнуть через препятствия.

8. При работе на дорогах и проездах бригадир должен выделить сигнальщика для предупреждения работающих о приближающемся транспорте. Необходимо быть внимательными при переходе через дороги и улицы.

9. Во время полевых работ следует осторожно передвигаться по участкам с подземными коммуникациями. Люки смотровых колодцев могут быть ненадежно закрыты и замаскированы растительностью. Нельзя вставать на люк колодца при установке на него реек или при измерениях рулеткой.

10. Запрещается разводить костры, рубить или вытаптывать посадки, засорять территории, уединяться в закрытой местности.

11. При проведении учебных геодезических работ на строительных объектах следует строго выполнять правила техники безопасности для данного объекта.

## 5. Правила обращения с геодезическими инструментами

1. Геодезические инструменты требуют осторожного обращения и бережного ухода. Студент должен твердо знать общее устройство применяемых инструментов, а также назначение и действие их отдельных частей.

2. Прежде чем вынуть инструмент из футляра, необходимо надежно и правильно установить штатив. Осторожно вынутый инструмент установить на штатив и, придерживая его одной рукой, другой сразу же закрепить становой винт. При этом не допускать чрезмерного затягивания пружинящей пластинки станковым винтом, так как при вращении сильно прижатых подъемных винтов у них может быть сорвана резьба. Закрепление инструмента станковым винтом должно обеспечивать неподвижность инструмента на штативе и сравнительно свободный ход подъемных винтов. Не допускается оставлять инструмент на штативе, не закрепив его станковым винтом. После установки инструмента все упаковочные части положить в футляр.

3. Приступая к работе с нивелиром или теодолитом, необходимо подъемные и микрометрические винты поставить на середину хода так, чтобы они имели достаточный запас нарезки для свободного вращения в любую сторону.

Закрепительные винты завинчивать без применения больших усилий. При действии исправительными винтами (завинчивании) необходимо отпустить противоположный винт (при юстировке).

4. Перед поворотом трубы, алидады или лимба нужно убедиться, что освобожден соответствующий закрепительный винт. При работе с инструментом не допускать резких движений и не прилагать усилий, если движение какой-либо части инструмента затруднено. Следует найти причину неисправности и устранить ее.

5. Предохранять инструмент в полевой обстановке от воздействия солнечных лучей, попадания пыли и от дождя. При переносе инструмента на штативе штатив держать вертикально, со сложенными ножками, при этом все подвижные части (зрительная труба, лимб, алидада, стрелка буссоли) должны быть закреплены. Студент, переносащий инструмент на штативе, ничего другого нести не должен.

6. Устанавливать штатив с прикрепленным к нему прибором необходимо осторожно, чтобы не подвергать прибор резким толчкам.

7. При укладке инструмента в ящик из него вынимают упаковочные части и инструмент с отпущенными закрепительными винтами без усилий укладывают на место. После этого упаковочные и зажимные винты закрепляют.

8. При перевозке прибор должен находиться в футляре и его необходимо предохранять от сильных толчков, ударов и падений во избежание разъюстировки и поломок.

9. Если на прибор попали капли влаги, нужно дать ему высохнуть и только после этого можно протереть.

Прибор, внесенный в теплое помещение после нахождения его при низкой температуре оставляют на два-три часа в закрытом футляре и только после этого вынимают и протирают. Протирку стекол производят осторожно, не прилагая больших усилий во избежание повреждения просветляющего слоя.

10. Следует оберегать от поломок стальную мерную ленту. Разматывать ее с кольца должны два человека, не допуская образования петель. Во время работы нельзя допускать переезда ленты автомашиной. После работы ленту и рулетки протереть. Шпильки, чтобы не потерять, нужно втыкать в землю, а не класть.

11. При транспортировке и переноске реек нужно следить, чтобы острые предметы не повредили плоскости, на которой нанесены деления, и чтобы рейки не соприкасались.

Нельзя бросать рейки и вешки и садиться на них. На станции их нужно держать на расстоянии не менее 4–5 метров от инструмента.

12. По окончании практики бригада обязана все инструменты подготовить к сдаче в кабинет геодезии, тщательно их очистить, проверить комплектность. Мерные ленты и рулетки после протирки смазываются тонким слоем солидола.

## 6. Теодолитная съемка

### А. Подготовительные работы

1. Поверки и юстировки теодолита.
2. Полевое компарирование мерной ленты (рулетки).
3. Подготовка полевых журналов измерений и абрисов.
4. Заготовка деревянных колышков.
5. Получение задания от руководителя практики.

**ЗАДАНИЕ.** Бригаде задается для съемки участок площадью 2 га.

Масштаб съемки – 1:1000 или 1:500 (по заданию руководителя).

Необходимо выполнить следующие работы:

- 1) создание планового съемочного обоснования в виде замкнутого теодолитного хода и диагонального хода с привязкой к пунктам плановых геодезических сетей;
- 2) применение способов съемки ситуации местности: прямоугольных и полярных координат, угловых и линейных засечек, створов, обмеров;
- 3) составление по материалам съемки плана участка местности;
- 4) определение по плану площади участка местности в пределах замкнутого теодолитного хода.

### Б. Полевые работы

**1.** Рекогносцировка участка местности, подлежащего съемке.

Определение и закрепление вершин углов поворота в теодолитных ходах

Теодолитный ход строится замкнутым и геометрически образует неправильный многоугольник – замкнутый полигон. Число вершин (станций) – 5–7.

Вершины углов поворота теодолитного хода – точки – намечаются с условиями:

- взаимной видимости между соседними точками;
- возможности измерить расстояние между точками мерной лентой (рулеткой);
- надежного закрепления точки и ее сохранности на период прохождения практики;



– расстояния между точками не менее 50 метров и не более 300 метров.

Точки теодолитного хода закрепляются колышками диаметром 3–5 см с ровным верхним срезом, в торец которых забивается гвоздь. Рядом, в 15–20 см от основного колышка, устанавливается второй колышек-сторожок, на котором карандашом пишутся номер вершины угла поворота теодолитного хода и номер бригады. Основной колышек забивается выше поверхности земли на 2–3 см, а сторожок – на 15–20 см.

## **2. Привязка к пунктам плановых геодезических сетей**

С целью передачи координат от пунктов плановых геодезических сетей к съемочному обоснованию намечается теодолитный ход от этих пунктов к ближайшим вершинам замкнутого полигона. Этот ход называется привязочным.

Пункты плановых сетей и их координаты задаются руководителем практики.

Способ привязки полигона к геодезическим пунктам может быть выбран не только в виде теодолитного хода. По согласованию с руководителем практики может быть применен и другой способ, рекомендуемый в учебной литературе, если имеющиеся в распоряжении бригады инструменты позволяют провести измерения с достаточной точностью.

## **3. Составление схемы теодолитных ходов**

Все намеченные вершины углов поворота основного теодолитного хода, диагонального и привязочных ходов наносятся глазомерно на схему. Схема составляется в произвольном масштабе так, чтобы на ней в последующем разместились все средние значения измеренных углов и длин линий. Подписывается схема всеми членами бригады.

## **4. Измерение горизонтальных углов**

Нумерация вершин и обход при измерениях замкнутого теодолитного хода ведутся по ходу часовой стрелки. При этом измеряются правые по ходу горизонтальные углы.

На вершинах теодолитных ходов с двумя направлениями (сторонами) горизонтальные углы измеряются способом приемов

с перестановкой лимба между полуприемами примерно на  $90^\circ$ . Расхождение в значениях угла, измеренных при первом полуприеме (КЛ) и втором полуприеме (КП), допускается не более двойной точности отсчетного устройства теодолита. Среднее значение угла из полуприемов округляется до десятых долей минуты.

На первой точке (станции) теодолитного хода при первом полуприеме определяют магнитный азимут стороны (направления) на пункт привязки. Зная склонение магнитной стрелки и сближение меридианов, вычисляют дирекционный угол этой линии.

Запись отсчетов и вычисление результатов измерения углов ведут в журнале теодолитной съемки.

### 5. Измерение вертикальных углов

На сторонах теодолитного хода, имеющих наклон с крутизной ска- та более  $1-1,5^\circ$ , измеряют вертикальные углы – углы наклона местности для введения поправок за наклон в измеренные расстояния.

В случаях, когда стороны теодолитного хода имеют переменный наклон, углы наклона измеряют на каждом отдельно взятом отрезке стороны хода. Результаты измерений записывают в журнал.

### 6. Измерение сторон в ходах

Стороны теодолитного хода измеряются стальной 20-метровой лентой или рулеткой. Перед измерением линия должна быть расчищена и провешена. Каждая сторона измеряется дважды: в прямом и обратном направлении. Разница между результатами измерений при относительной ошибке 1:2000 не должна превышать 5 см на 100 метров расстояния: 5 см – это значение абсолютной погрешности. Значение относительной погрешности определяется по формуле

$$\frac{1}{N} = \frac{\Delta}{S_{\text{cp}}} = \frac{1}{\frac{S_{\text{cp}}}{\Delta}}, \quad (1)$$

где  $\frac{1}{N}$  – относительная погрешность;  $\Delta$  – абсолютная погрешность;  $S_{\text{cp}}$  – средняя длина линии: прямо, обратно.

При соблюдении этого условия принимается среднее арифметическое значение длины линии с округлением до 0,01 м. Результаты измерений записывают в журнал.

При необходимости или по заданию руководителя практики одна-две стороны теодолитного хода измеряются как неприступные расстояния.

Измерение сторон в теодолитных ходах ведется, как правило, параллельно с измерениями горизонтальных и вертикальных углов. Все измерения записываются в специальный журнал.

Журналы полевых измерений подписывают все члены бригады и предъявляют руководителю практики.

## **В. Вычислительные и графические работы**

**1.** Проверка журнала полевых измерений. Введение поправок в измеренные расстояния (за температуру, наклон линии и компарирование мерного прибора). Вычисление недоступных расстояний.

Проверяют все арифметические вычисления при угловых измерениях. Средние значения углов выписывают на схему.

В измеренные расстояния вводят поправки за наклон, температуру и компарирование. Окончательное значение горизонтальных проложений выписывают на схему.

Выписывают в ведомость в соответствии со схемой теодолитных ходов значения измеренных углов и длин сторон.

Затем выполняют уравнивание угловых и линейных измерений в замкнутом теодолитном ходе.

**2.** Уравнивание и оценка точности угловых измерений замкнутого теодолитного хода

Вычисляют сумму внутренних измеренных (правых по ходу) горизонтальных углов по формуле

$$\sum \beta_{\text{изм}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4. \quad (2)$$

Вычисляют теоретическую сумму углов полигона по формуле

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ(n - 2), \quad (3)$$

где  $n$  – количество внутренних измеренных горизонтальных углов полигона.

Вычисляют угловую невязку: разность между практической суммой измеренных углов и теоретической суммой – по формуле

$$f_{\beta_{\text{изм}}} = \sum \beta_{\text{изм}} - 180^\circ(n - 2). \quad (4)$$

Для углов, измеренных теодолитом тридцатисекундной точности полным приемом, допустимая предельная невязка суммы углов определяется по формуле

$$f_{\beta\text{доп}} = \pm 2 \cdot m_{\beta} \cdot \sqrt{n}, \quad (5)$$

где  $m_{\beta} = 0,7'$  – средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального угла одним приемом;  $n$  – количество измеренных углов.

Сравнивают  $f_{\beta}$  и  $f_{\beta\text{доп}}$ , если  $f_{\beta} \leq f_{\beta\text{доп}}$ , т. е. погрешности в угловых измерениях находятся в допустимых пределах, вычисляют поправку в каждый измеренный угол по формуле

$$\delta_{\beta} = -\frac{\pm f_{\beta}}{n}. \quad (6)$$

Знак поправки противоположен знаку невязки. Поправку надписывают над каждым измеренным углом в долях минуты красным цветом.

Контроль введения поправок:

$$\sum \delta_{\beta} = -f_{\beta}. \quad (7)$$

Вычисляют горизонтальные углы с учетом поправок:

$$\beta_{\text{испр}} = \sum \beta_{\text{изм}} \pm \delta_{\beta}. \quad (8)$$

Контролируют правильность увязки углов, для чего подсчитывают сумму  $\sum \beta_{\text{изм}}$  (увязанных) углов и убеждаются в соблюдении условия

$$\sum_1^n \beta_{\text{испр}} = \sum_1^n \beta_{\text{теор}}. \quad (9)$$

**3. Уравнивание и оценка точности угловых измерений диагонального теодолитного хода**

Вычисляют теоретическую сумму измеренных углов в ходе по формуле

$$\sum \beta_{\text{теор}} = \alpha_{\text{нач}} + 180^{\circ} \cdot n - \alpha_{\text{конеч}}, \quad (10)$$

где  $\alpha_{\text{нач}}$  – исходный начальный (опорный) дирекционный угол;  $\alpha_{\text{конеч}}$  – исходный конечный (опорный) дирекционный угол;  $n$  – число измеренных углов в ходе.

Контролем вычисления дирекционных углов в диагональном ходе является получение в конце значения дирекционного угла конечной (опорной) стороны.

Теоретическую сумму приращений координат вычисляют как разность конечной и начальной вершин (пунктов):

$$\begin{aligned}\sum \Delta X_{\text{теор}} &= X_{\text{конеч}} - X_{\text{нач}}; \\ \sum \Delta Y_{\text{теор}} &= Y_{\text{конеч}} - Y_{\text{нач}}.\end{aligned}\tag{11}$$

Невязки в приращениях определяются по формулам:

$$\begin{aligned}f_{\Delta X} &= \sum \Delta X_{\text{выч}} - \sum \Delta X_{\text{теор}}; \\ f_{\Delta Y} &= \sum \Delta Y_{\text{выч}} - \sum \Delta Y_{\text{теор}}.\end{aligned}\tag{12}$$

Контролем введения поправок в приращения является равенство сумм исправленных приращений и теоретических сумм.

Контролем вычисления координат является получение в конце вычислений координат конечного пункта (вершины).

#### 4. Вычисление дирекционных углов сторон теодолитного хода

По измеренному дирекционному углу и увязанным горизонтальным углам вычисляют дирекционные углы всех направлений (сторон) по формуле связи дирекционных углов и правых горизонтальных углов теодолитного хода:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_{\text{пр.испр}},\tag{13}$$

где  $\alpha_n$  — дирекционный угол последующей стороны;  $\alpha_{n-1}$  — дирекционный угол предыдущей стороны.

По известному дирекционному углу  $\alpha_{1-2}$  и по исправленным углам  $\beta$  вычисляют дирекционные углы всех сторон замкнутого хода по формулам:

$$\begin{aligned}\alpha_{2-3} &= \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_{2\text{испр}}; \\ \alpha_{3-4} &= \alpha_{2-3} + 180^\circ - \beta_{3\text{испр}}; \\ \alpha_{4-1} &= \alpha_{3-4} + 180^\circ - \beta_{4\text{испр}}.\end{aligned}\tag{14}$$

и т. д.

Контролем вычисления дирекционных углов является получение дирекционного угла стороны 1–2 полигона:

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{4-1} + 180^\circ - \beta_{1\text{испр}}.\tag{15}$$

По дирекционным углам вычисляют румбы по формулам связи их с дирекционными углами.

5. Вычисление приращений координат. Уравновешивание и оценка точности линейных измерений

Вычисляют приращения координат по формулам:

$$\begin{aligned}\Delta X &= D \cdot \cos(r); \\ \Delta Y &= D \cdot \sin(r),\end{aligned}\quad (16)$$

где  $D$  – горизонтальное проложение стороны;  $r$  – румб линии.

Знаки приращений координат определяют по названию румба и номеру четверти.

Суммируют все вычисленные приращения:

$$\begin{aligned}\sum \Delta X_{\text{выч}} &= \pm \Delta X_{1-2} \pm \Delta X_{2-3} \pm \Delta X_{3-4} \pm \Delta X_{4-1}; \\ \sum \Delta Y_{\text{выч}} &= \pm \Delta Y_{1-2} \pm \Delta Y_{2-3} \pm \Delta Y_{3-4} \pm \Delta Y_{4-1}.\end{aligned}\quad (17)$$

Вычисляют невязки в полученных приращениях:

$$\begin{aligned}f_{\Delta x} &= \sum \Delta X_{\text{выч}} - \sum \Delta X_{\text{теор}} = \sum \Delta X_{\text{выч}} = 0,08 \text{ м}; \\ f_{\Delta y} &= \sum \Delta Y_{\text{выч}} - \sum \Delta Y_{\text{теор}} = \sum \Delta Y_{\text{выч}} = 0,06 \text{ м}.\end{aligned}\quad (18)$$

Вычисляют линейную невязку в периметре замкнутого теодолитного хода (рис. 1).

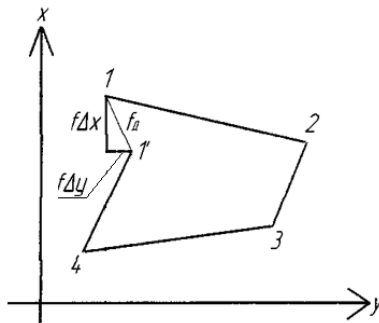


Рис. 1. Линейная невязка в теодолитном ходе

Здесь  $f_D$  – величина несовпадения (незамыкания) точек 1 и 1' вследствие наличия невязок. Невязки  $f_{\Delta x}$  и  $f_{\Delta y}$  являются приращением линейной невязки или ее проекциями на координатные оси:

$$f_D = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2} = \sqrt{0,08^2 + 0,06^2} = 0,1 \text{ м}.\quad (19)$$

Оценку точности линейных измерений выполняют по относительной погрешности.

$f_D$  – абсолютная линейная погрешность в периметре хода. Чем больше периметр, тем большее допускают значение  $f_D$ . В ходе вычисления относительную погрешность линейных измерений:

$$\frac{1}{N} = \frac{f_D}{\sum D} = \frac{0,1 \text{ м}}{439 \text{ м}} = \frac{1}{4390}. \quad (20)$$

Периметр хода может быть принят для вычислений до целых метров. При средних условиях измерения (спокойная, слабопересеченная местность) допустимая относительная погрешность линейных измерений в теодолитных ходах установлена

$$\frac{1}{N} \text{ доп} = \frac{1}{2000}. \quad (21)$$

Сопоставляя две относительные погрешности – вычисленную по результатам измерений и допустимую, – находим, что линейные измерения произведены на местности в пределах установленного допуска:

$$\frac{1}{N} < \frac{1}{N} \text{ доп}. \quad (22)$$

Уравновешивают вычисленные приращения введением поправок:

$$\begin{aligned} \delta_{\Delta x 100} &= - \left( \frac{\pm f_{\Delta x}}{\sum D_{100}} \right); \\ \delta_{\Delta y 100} &= - \left( \frac{\pm f_{\Delta y}}{\sum D_{100}} \right), \end{aligned} \quad (23)$$

где  $\delta_{\Delta x}$  и  $\delta_{\Delta y}$  – поправки, вычисленные для приращений координат на сто метров периметра теодолитного хода.

Для каждого отдельно взятого приращения поправку получают умножением  $\delta_{\Delta x 100}$  и  $\delta_{\Delta y 100}$  на длину горизонтального проложения каждой стороны в сотнях метров:

$$\delta_{\Delta x i} = \delta_{\Delta x 100} \cdot S_{i100}; \quad \delta_{\Delta y i} = \delta_{\Delta y 100} \cdot S_{i100}. \quad (24)$$

Поправки надписывают красным цветом над соответствующим приращением.

Контролем вычисления поправок является равенство суммы поправок и невязки в периметре полигона.

Вычисляют исправленные приращения координат с учетом поправок:

$$\begin{aligned}\Delta X_{\text{исп}} &= \Delta X_{\text{ивыч}} \pm \delta_{\Delta X_i}; \\ \Delta Y_{\text{исп}} &= \Delta Y_{\text{ивыч}} \pm \delta_{\Delta Y_{xy}}.\end{aligned}\quad (25)$$

Контролем введения поправок является получение равенства:

$$\begin{aligned}\sum \Delta X_{\text{исп}} &= \sum \Delta X_{\text{теор}} = 0; \\ \sum \Delta Y_{\text{исп}} &= \sum \Delta Y_{\text{теор}} = 0.\end{aligned}\quad (26)$$

## 6. Вычисление координат вершин замкнутого теодолитного хода

За исходные координаты принимают значение абсциссы и ординаты станции, указанные в задании.

Координаты последующей вершины равны координатам предыдущей плюс приращения (со своим знаком) между этими вершинами:

$$\begin{aligned}X_n &= X_{n-1} \pm \Delta X_{n-1}; \\ Y_n &= Y_{n-1} \pm \Delta Y_{n-1}.\end{aligned}\quad (27)$$

Контролем вычисления координат в замкнутом теодолитном ходе является определение координат исходной вершины хода.

В привязочном ходе уравнивание угловых и линейных измерений не ведется, так как в этом ходе, как правило, не более 1–2 углов поворота и расстояние не превышает 200–300 метров.

Привязочный ход позволяет лишь передать координаты от пунктов геодезических сетей к точкам съемочного обоснования.

Все ведомости по вычислению координат привязочного, замкнутого (основного) ходов подписывают все члены бригады и предоставляют руководителю практики для проверки, после чего бригада приступает к построению плана участка.

## 7. Построение координатной сетки. Нанесение по координатам точек теодолитных ходов

Построение плана теодолитной съемки начинают с построения на ватмане координатной сетки со сторонами квадрата 10 см. Такую сетку удобно строить при помощи металлической линейки Дробышева, ЛБЛ.

Сетку с небольшим числом квадратов строят при помощи выверенной чертежной линейки, поперечного масштаба и циркуля-измерителя.

Выверку прямолинейности линейки выполняют следующим образом: укладывают линейку на лист ватмана и проводят остро



заточенным карандашом тонкую линию, затем линейку перекалывают на  $180^\circ$ , и приложенный к линии край линейки должен совпасть с этой линией.

Для этого на листе ватмана проводят приблизительно по диагоналям листа бумаги две пересекающиеся прямые линии. Из точки их пересечения откладывают равные отрезки. Соединяют концы отрезков прямыми линиями. Получают прямоугольник (квадрат).

Контролем построения является равенство длин диагонали.

На сторонах прямоугольника (квадрата) откладывают с помощью поперечного масштаба циркулем-измерителем отрезки по 10 см. Соответствующие точки на противоположных сторонах прямоугольника (квадрата) соединяют прямыми линиями, которые образуют координатную сетку. Тщательно контролируют построение сетки. Проверку проводят сравнением длин сторон и диагоналей каждого квадрата при помощи циркуля-измерителя и поперечного масштаба. Отклонение не должно превышать 0,1 мм.

После построения и проверки координатной сетки подписывают абсциссы и ординаты по осям  $X$  и  $Y$ . Вертикальные линии сетки принимают за линии, параллельные осевому меридиану — оси абсцисс (оси  $X$ ), а горизонтальные — оси ординат (оси  $Y$ ). Начало координат выбирают таким образом, чтобы полигон разместился в центре квадрата размером  $50 \times 50$  см, приблизительно посередине листа. Оцифровку координатных линий по осям  $X$  и  $Y$  делают в соответствии с выбранным масштабом плана. Для численного масштаба  $1:500$  1 см плана соответствует 5 метрам местности. Длина стороны квадрата — 10 см, или 50 метров ( $5 \text{ м} \cdot 10 \text{ см} = 50 \text{ м}$ ). Подписывают координаты  $X$  и  $Y$  в четырех углах: ЮЗ, СВ, СЗ, ЮВ.

Затем при помощи поперечного масштаба и циркуля-измерителя строят вершины (станции) теодолитных ходов по координатам. Каждую вершину, полученную по координатам, фиксируют иголкой циркуля-измерителя диаметром 0,1 мм, обводят его кружком диаметром 1,5 мм и подписывают номер вершины. Правильность нанесенных на план вершин (станций) теодолитного хода проверяют путем сравнения длин сторон хода с длинами соответствующих горизонтальных проложений этих сторон, записанных в координатной ведомости. Расхождение не должно превышать

0,2 мм графической точности масштаба. Для численного масштаба  $1 : 500$ ;  $0,2 \cdot 500 = \pm 0,1$  м на местности.

Для выявления грубых ошибок построения сторон теодолитных ходов целесообразно при помощи транспортира определить их румбы и сравнить полученные значения с вычисленными в ведомости координат.

После построения точек теодолитных ходов их соединяют тонкими линиями. Построенное таким образом плановое обоснование служит основой для нанесения ситуации местности.

За пределами рамок квадрата, вверху (на севере участка съемки) оставляют 3–5 см для названия плана. Внизу также оставляют 3–5 см для записи численного масштаба и его расшифровки.

### 8. Построение плана

С северной стороны на плане делается надпись: «План теодолитной съемки участка местности».

С южной стороны вычерчивают и оцифровывают поперечный масштаб и подписывают численный масштаб.

В юго-восточном углу плана пишется список бригады, ставятся подпись студентов и дата съемки.

### 9. Определение площади участка

Площадь участка определяют в пределах замкнутого полигона аналитическим способом. Определение площади участка по координатам показано на рис. 1.2.

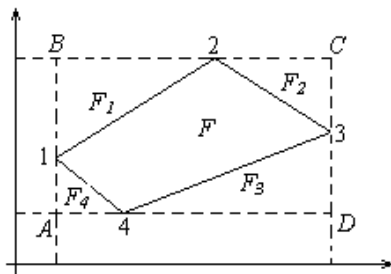


Рис. 2. Схема определения площади полигона аналитическим способом

*Исходные данные*

Замкнутый полигон 1–2–3–4.

Координаты точек  $X_1Y_1, X_2Y_2, X_3Y_3, X_4Y_4$ .

Определить площадь ( $F$ ) полигона.

$$F = F_{ABCD} - F_1 - F_2 - F_3 - F_4, \quad (28)$$

где  $F_{ABCD}$  — площадь прямоугольника  $ABCD$ , образованного максимальными и минимальными абсциссами и ординатами вершин полигона;  $F_1, F_2, F_3, F_4$  — площади треугольников, образованных приращениями координат соседних точек.

Подставим значение площадей в исходную формулу, раскроем скобки и после приведения подобных членов получим

$$2F = x_2y_3 - x_2y_1 + x_3y_4 - x_3y_2 + x_4y_1 - x_4y_3 + x_1y_2 - x_1y_4. \quad (29)$$

Вынесем за скобки одноименные значения:

$$2F = x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_2) + x_4(y_1 - y_3) + x_1(y_2 - y_4). \quad (30)$$

То есть удвоенная площадь полигона равна сумме произведений (для каждой точки полигона) абсциссы  $X$  на разность между ординатами  $Y$  последующей и предыдущей точек.

В отчет о теодолитной съемке включаются следующие материалы:

1. План участка теодолитной съемки.
2. Полевой журнал измерения углов и линий.
3. Абрисы съемки ситуации местности и обмеры зданий.
4. Ведомости вычисления координат точек теодолитных ходов: замкнутого, диагонального и привязочного.
5. Ведомость вычисления площади полигона по координатам.
6. Схема теодолитных ходов.

## **7. Нивелирование трассы**

### **А. Подготовительные работы**

1. Поверки и юстировки нивелира, нивелирных реек.
2. Изготовление пикетажных книжек.
3. Заготовка деревянных колышков для разбивки трассы в натуре.
4. Получение задания от руководителя практики.

**ЗАДАНИЕ.** Каждой бригаде задают участок трассы для проектирования автомобильной дороги протяженностью 1,0–1,5 км с 2–3 углами поворота, указывают реперы для высотной привязки и пункты плановой сети для привязки трассы на плане. Задаются радиусы кривых. Необходимо выполнить следующие работы:

- сделать разбивку пикетажа и закруглений на углах поворота трассы;
- осуществить нивелирование трассы;
- произвести съемку контуров местности вдоль трассы;
- сделать плановую и высотную привязку трассы;
- составить продольный профиль трассы;
- рассчитать основные элементы проектной линии;
- составить ведомость вычисления координат (начала, конца трассы, вершин углов поворота);
- составить план трассы.

### **Б. Полевые работы**

**1.** Рекогносцировка трассы. Закрепляют колышками на местности начало, конец трассы, вершины углов поворота.

**2.** Разбивка с помощью теодолита и мерной ленты пикетов, промежуточных точек, поперечников. Длина поперечников: по 20 метров в каждую сторону от оси трассы. На поперечниках отмечают промежуточными точками от оси трассы точки перегиба скатов местности. Заполняют пикетажный журнал.

**3.** Закрепление трассы. Пикеты закрепляют колышками и сторожками, промежуточные точки – только сторожками. На сторожках подписывают номер бригады, а также номер пикета, промежуточной точки, поперечника.

**4.** Угловые измерения. На вершинах углов поворота трассы измеряют способом приемов правые по ходу горизонтальные углы и вычисляют углы поворота трассы. Совместно с руководителем практики выбирают радиус закругления.

**5.** Расчет основных элементов и пикетажных наименований главных точек закругления.

**6.** Разбивка главных точек закругления. Вынос пикетов с тангенсов на кривую.

**7.** Съёмка ситуации местности в полосе по 20 метров вправо и влево от оси трассы. Результаты съёмки заносят в пикетажный журнал.

**8.** Привязка к пунктам плановых геодезических сетей начала и конца трассы, вершин углов поворота. Измерение магнитных азимутов прямых участков трассы.

**9.** Предъявление пикетажного журнала руководителю практики.

**10.** Нивелирование трассы. Пикеты нивелируют как связующие точки; «плюсы», поперечники, главные точки закругления — как промежуточные.

Для нивелирования трассы прокладывают нивелирный ход, который начинается от репера с известной отметкой. Заканчивается нивелирный ход также на репере. В случае если в конце трассы нет репера с известной отметкой, то по трассе прокладывают обратный ход. Обратный ход является контрольным — его выполняют с целью привязки к реперу, поэтому измерение превышений в нем ведут только по связующим точкам. Расхождение в превышениях, измеренных в прямом и обратном ходах, не должно превышать 4 миллиметров.

Порядок взятия отсчетов на станции по рейкам на связующих точках:

- отсчет по черной стороне задней рейки;
- отсчет по черной стороне передней рейки;
- отсчет по красной стороне передней рейки;
- отсчет по красной стороне задней рейки.

После измерения превышения между связующими точками на станции берут отсчеты по черной стороне рейки на промежуточные точки.

Расхождение в превышениях, измеренных на станции по черной и красной сторонам реек, не должно превышать 4 мм.

Все результаты нивелирования заносят в журнал нивелирования. В полевых условиях в журнале подсчитывают значение «пяток» красных сторон реек и превышений между связующими точками.

В целях удобства для ведения постраничного контроля все отсчеты по рейкам на связующих точках с одной станции должны размещаться на одной странице.

Результаты нивелирования предъявляются руководителю практики для проверки.

## В. Вычислительные и графические работы

1. Проверка полевого журнала нивелирования. Правильность записей и вычислений проверяют постраничным контролем:

$$\frac{\Sigma a - \Sigma b}{2} = \frac{\Sigma h}{2} = \Sigma h_{\text{ср}} = H_{\text{К}} - H_0, \quad (31)$$

где  $\Sigma a$  — сумма всех отсчетов «назад»;  $\Sigma b$  — сумма всех отсчетов «вперед»;  $\Sigma h$  — алгебраическая сумма превышений по черной и красной сторонам реек;  $\Sigma h_{\text{ср}}$  — сумма средних превышений;  $H_{\text{К}}$  и  $H_0$  — отметки конечной и начальной точек.

2. Оценка точности нивелирования трассы.

Невязка в превышениях  $f_h$  в случае нивелирования трассы прямым и обратным ходом:

$$f_h = \Sigma h_{\text{обр}} - \Sigma h_{\text{пр}}, \quad (32)$$

где  $\Sigma h_{\text{обр}}$  и  $\Sigma h_{\text{пр}}$  — сумма вычисленных на каждой станции средних значений превышений между связующими точками.

Невязка в превышениях в случае нивелирования трассы с привязкой к реперам в начале и в конце трассы:

$$f_h = \Sigma h_{\text{изм}} - (H_{\text{Ррк}} - H_{\text{Ррн}}), \quad (33)$$

где  $H_{\text{Ррк}}$  — отметка исходного репера в конце трассы;  $H_{\text{Ррн}}$  — отметка исходного репера в начале трассы.

Допустимую невязку в нивелирных ходах технического нивелирования вычисляют по формуле

$$f_{h_{\text{доп}}} = \pm 50\sqrt{\ell} \text{ мм}, \quad (34)$$

где  $\ell$  — длина нивелирного хода в километрах.

Оценка точности:

$$f_{h_{\text{изм}}} \leq f_{h_{\text{доп}}}.$$

Если невязка в измеренных превышениях в нивелирном ходе по трассе превышает установленный допуск, то требуется повторить нивелирование трассы, проанализировать причины ошибочных измерений.

**3. Распределение невязки в измеренных превышениях между связующими точками.**

Допустимую невязку распределяют (поровну) с обратным знаком в измеренные превышения (вводят поправки).

$$\delta = -f_h/n, \quad (35)$$

где  $\delta$  — поправка;  $n$  — количество станций.

**4. Вычисление отметок точек.**

После введения поправок в измеренные превышения вычисляют отметки всех связующих точек (пикетов):

$$H_{\text{пк}0} = H_{\text{рп}} + h_{\text{ср.ур}} \quad (36)$$

Отметки промежуточных точек — «плюсов», поперечников, главных точек закруглений — вычисляют через горизонт инструмента на каждой станции. Он равен отметке задней (или передней) точки плюс отсчет по черной стороне рейки, стоящей на этой точке.

Горизонт инструмента для контроля вычисляют два раза, и за окончательное значение берется среднее:

$$H_{\text{ГИ}(A)} = H_A + a_4; \quad (37)$$

$$H_{\text{ГИ}(B)} = H_B + b_4; \quad (38)$$

$$H_{\text{ГИ(ср)}} = H_{\text{ГИ}(A)} + H_{\text{ГИ}(B)}/2, \quad (39)$$

где  $A, B$  — задняя и передняя точки.

При вычислениях  $H_{\text{ГИ}(A)}$  и  $H_{\text{ГИ}(B)}$  разности могут быть  $\pm 5$  мм.

Вычисленные отметки проверяет руководитель практики.

**5.** Построение профильной сетки и профильной линии. Масштабы для построения продольного профиля трассы: горизонтальный – 1:2000; вертикальный – 1:200 (1:100, 1:50).

Масштаб для построения поперечных профилей одинаковый: горизонтальный, вертикальный – 1:200.

Профиль строят на миллиметровой бумаге. На профильной сетке должны быть следующие графы:

- план трассы,
- отметки рельефа,
- проектные отметки,
- проектные уклоны,
- расстояния,
- пикеты,
- план прямых и кривых.

Отметки рельефа выписывают на профильную сетку из журнала нивелирования с округлением до 0,01 м.

Профильную сетку и профильную линию оформляют черной тушью.

**6.** Построение проектной линии, вычисление проектных уклонов и отметок.

Проектные отметки переломных точек красной линии задает руководитель практики. По ним вычисляют проектные уклоны, проектные и рабочие отметки.

Определяют плановое положение и отметки точек нулевых работ.

Проектные и рабочие отметки, проектные уклоны оформляют красным цветом. Отметки и расстояние для точек нулевых работ – синим цветом.

**7.** Вычисление элементов горизонтальной кривой, расчет прямых и кривых участков трассы. Вычисление дирекционных углов и румбов прямых участков.

По радиусу  $R$  и по величине угла поворота  $\theta$  находят элементы кривой: Т (тангенс), К (кривая), Д (домер), Б (биссектриса). Элементы горизонтальной кривой или вычисляют по известным формулам, или находят по специальным таблицам для разбивки круговых кривых.



Тангенс

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}. \quad (40)$$

Кривая

$$K = \pi R \frac{\theta}{180}. \quad (41)$$

Домер

$$D = 2T - K. \quad (42)$$

Биссектриса

$$B = R \left( 1 - \cos \frac{\theta}{2} \right) / \cos \frac{\theta}{2}. \quad (43)$$

Рассчитывают пикетажные значения начала (НК) и конца (КК) кривой с обязательным контролем вычислений. Расчеты производят на отдельном листе бумаги.

$$\text{ПК ВУ} - \text{ПК Т} = \text{ПК НК}; \quad (44)$$

$$\text{ПК НК} + \text{ПК К} = \text{ПК КК}; \quad (45)$$

$$\text{ПК НК} + 0,5 K = \text{ПК СК}. \quad (46)$$

Контроль

$$\text{ПК ВУ} + \text{ПК Т} = \Sigma; \quad \Sigma - \text{ПК Д} = \text{ПК КК}, \quad (47)$$

где НК – начало кривой; КК – конец кривой; ВУ – вершина угла поворота; СК – середина кривой.

Полученные значения конца кривой могут за счет округления чисел различаться между собой на 1–2 см. Расчеты обычно записываются столбиком.

Если  $T = 146,77$ ;  $K = 292,32$ ;  $D = 1,24$ ;  $B = 8,26$ , а угол поворота находится на пикете ПК3 + 30, то

–	ВУ ПК3 + 30,00	+	ВУ ПК3 + 30,00
	Т ПК1 + 46,77		Т ПК1 + 46,77
<hr/>			
	НК ПК1 + 83,23		Σ ПК4 + 76,77
+	К ПК2 + 92,32	–	Д ПК0 + 1,24
<hr/>			
	КК ПК4 + 75,55		КК ПК4 + 75,53

Вся трасса состоит из прямых и кривых участков. В данном примере трасса состоит из двух прямых участков и одной кривой.

Длину первого прямого участка трассы вычисляют как разность пикетажного значения начала кривой и начала трассы:

$$\text{ПК НК} - \text{ПК НТ},$$

где НТ – начало трассы.

Длину второго участка – как разность пикетажного значения конца трассы и конца кривой:

$$\text{ПК КТ} - \text{ПК КК},$$

где КТ – конец трассы.

Контролем является заданная длина трассы как сумма прямых участков трассы и кривой.

По измеренному дирекционному углу  $\alpha = 32^\circ 40'$  и вычисленному углу поворота трассы  $\theta_{\text{лев}} = 12^\circ 53'$  вычисляют дирекционный угол второго прямого участка трассы и румбы этих двух участков (рис. 3).

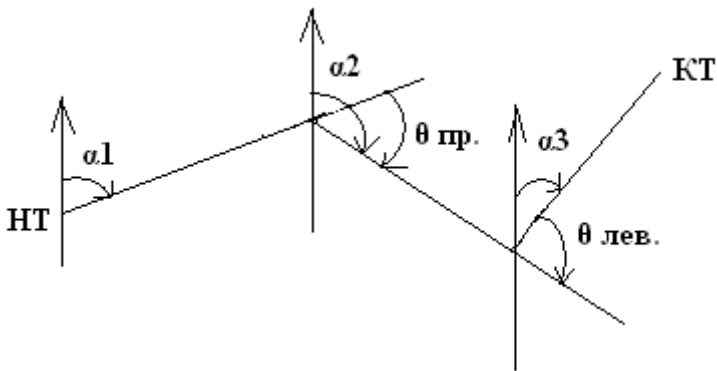


Рис. 3. Дирекционные углы прямых участков трассы

Здесь  $\alpha_2 = \alpha_1 + \theta_{\text{пр}}$  – дирекционный угол для правых углов поворота трассы;  $\alpha_3 = \alpha_2 - \theta_{\text{лев}}$  – дирекционный угол для левых углов поворота трассы.

Румбы направлений вычисляют по формулам связи дирекционных углов и румбов.

План прямых и кривых оформляют красной тушью. Выписывают значения магнитных румбов и горизонтальных проложений прямых участков. Закругление на правых углах поворота показы-

вают кривыми выпуклостью вверх, на левых углах — выпуклостью вниз. Выписывают расстояния от начала и конца кривой до ближайших пикетов трассы, значения угла поворота, радиуса закругления и численные значения основных элементов закругления: тангенс, кривая, биссектриса, домер.

#### **8. Построение поперечных профилей.**

Масштабы горизонтальный и вертикальный — 1:200. Строят поперечники на отдельном листе миллиметровой бумаги. Оформляют черной тушью.

**9. Вычисление координат точек начала, вершин угла и конца трассы.**

Вычисление координат ведут на основании привязки трассы к пунктам плановых сетей. На листе ватмана строят координатную сетку и по координатам наносят трассу. В таблицу выписывают координаты точек трассы.

**10. По нивелированию трассы бригада представляет следующие материалы:**

- чертежи продольного и поперечного профилей (на миллиметровке);
- план трассы в координатах (на ватмане с указанием элементов привязки);
- плановую и высотную привязку;
- пикетажный журнал;
- журнал нивелирования.

## **8. Нивелирование поверхности строительной площадки**

**ЗАДАНИЕ.** Для проведения топографической съемки методом нивелирования поверхности бригаде определяют участок площадью 1–1,5 га.

Масштаб съемки – 1:500. Высота сечения рельефа – 0,25 м. Длина стороны квадрата – 20 м.

Исходный репер с отметкой и пункт плановых геодезических сетей с координатами задаются для каждого члена бригады руководителем практики.

Выполнить следующие работы:

- разбивку квадратов и их привязку к пунктам плановых геодезических сетей;
- нивелировку вершин квадратов и привязку к пунктам и реперам высотных геодезических сетей;
- вычерчивание топографического плана участка строительной площадки;
- проектирование горизонтальной площадки;
- составление картограммы земляных работ.

### **Полевые работы**

#### **1. Построение на местности сетки квадратов.**

На заданном участке с помощью теодолита и мерной ленты строится общий контур в виде прямоугольника. Вершины его закрепляют колышками и сторожками. Измеряют магнитный азимут наиболее длинной стороны.

**2. Привязка к пунктам плановых геодезических сетей:** осуществляется теодолитным ходом.

#### **3. Разбивка заполняющих квадратов.**

От сторон основного прямоугольника размечаются заполняющие квадраты, вершины которых также закрепляют колышками и сторожками. На сторожках записывают номер вершины квадрата и номер бригады.

Обозначение вершин квадратов ведется по одной стороне общего прямоугольника прописными буквами русского алфавита, а по другой стороне – цифрами.

#### 4. Оформление полевого журнала нивелирования поверхности.

На плотной бумаге (листе ватмана 420×297 мм) строится в произвольном масштабе сетка квадратов, подобная сетке квадратов на местности, с соответствующими обозначениями. На изготовленном таким образом полевом журнале нивелирования поверхности по квадратам записывают результаты привязки сетки квадратов к пунктам плановых сетей и измерения магнитных азимутов.

#### 5. Определяют последовательность нивелирования:

- 1) делается привязка к реперу с известной отметкой ближайшей вершины квадрата;
- 2) определяется количество станций, которых должно быть не менее двух;
- 3) намечаются связующие точки — не менее двух между двумя соседними станциями.

#### 6. Нивелирование вершин квадратов.

Берут отсчеты по черной стороне рейки на всех вершинах квадратов с первой станции, затем со второй и т. д. На связующих вершинах квадратов отсчет берут по черной и по красной сторонам реек.

7. Контроль нивелирования на связующие вершины квадратов вычисляется по формуле

$$a_1 + b_2 = a_2 + b_1, \quad (48)$$

где  $a_1$  и  $b_1$  — отсчеты по рейке с первой станции (на точках  $A$  и  $B$ );  $a_2$  и  $b_2$  — со второй станции.

Равенство должно соблюдаться как для отсчетов по черным сторонам реек, так и по красным. Расхождение допускается не более 4 мм.

#### 8. Вычисление отметок вершин квадратов.

Начиная от репера и далее по всем связующим точкам вычисляют среднее значение превышений. Если образован замкнутый нивелирный ход или ход, опирающийся на два репера, то выполняют уравнивание превышений.

Вычисляют по исправленным превышениям отметки всех связующих точек. Используя отметки связующих точек и отсчеты по черным сторонам реек, находят отметки горизонта нивелира на всех станциях.

Вычитая из отметок горизонта нивелира отсчеты по черной стороне рейки с соответствующей станции, определяют отметки всех вершин квадратов. Отметки округляют до 0,01 м и выписывают черным цветом у вершин квадратов в полевом журнале нивелирования поверхности.

### 9. Построение плана.

Для построения топографического плана по результатам нивелирования поверхности строительной площадки на листе ватмана вычерчивают сеть квадратов в масштабе М 1:500. Сторону А1–А4 ориентируют на север и принимают за ось абсцисс – X, а сторону А1–В1 принимают за ось ординат – Y (рис. 4).

В каждой вершине квадрата подписывают вычисленные отметки с точностью до 0,01 м. По всем сторонам квадратов и по диагоналям (направлениям скатов местности) выполняют интерполирование горизонталей.

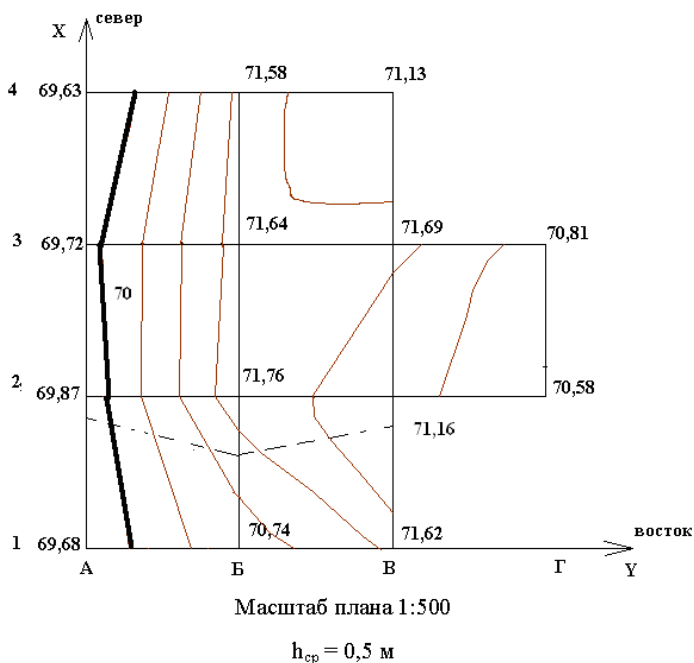


Рис. 4. Топографический план строительной площадки

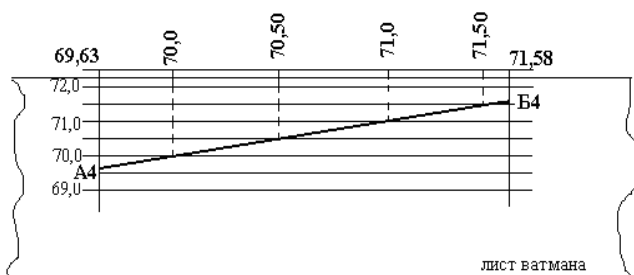
Горизонтали наносят способом графического интерполирования отметок по каждой стороне квадрата и линии, показывающей направление однообразного ската.

Интерполирование горизонталей можно выполнить аналитически: вычисляя заложения и откладывая их в масштабе плана по сторонам квадратов.

Интерполирование можно выполнить, используя лист кальки или палетку с нанесенными через произвольные, но равные расстояния параллельными линиями.

Также выполняют интерполирование, используя лист миллиметровки.

Для примера рассмотрим интерполирование по стороне квадрата А4–Б4, где проходят четыре горизонтали (рис. 5).



$$h_{\text{ср}} = 0,5 \text{ м}$$

Рис. 5. Интерполирование горизонталей с помощью миллиметровки

На листе миллиметровки через произвольные, но равные расстояния (например, через 5 мм) проводят параллельные линии. Подписывают шкалу высот в соответствии с отметками вершин квадратов, между которыми выполняют интерполирование отметок. Отметки между двумя ближайшими горизонтальными линиями по шкале высот кратны высоте сечения рельефа.

По шкале высот определяют положение каждой вершины квадрата в соответствии с их отметками. Соединяют эти точки прямой. Проведенная линия пересекает горизонтальные линии миллиметровки. Точки пересечения проектируют на сторону квадрата. По-

лученные заложения должны быть равны между собой. Интерполирование выполняют по всем сторонам квадратов и по диагоналям, где направление ската местности показано стрелками.

После интерполирования одноименные точки соединяют плавными кривыми линиями — горизонталями, как это указано на рис. 4. На плане подписывают горизонтالي, отметки которых кратны 5 м. Такие горизонтали проводят утолщенными.

План оформляют тушью: сеть квадратов с отметками вершин — черной тушью, а горизонтали — коричневой. Толщина горизонталей — 0,1 мм, утолщенных горизонталей — 0,25 мм. Ситуацию наносят в соответствии с действующими условными знаками.

#### **10. Оформление плана.**

План оформляют тушью: сеть квадратов с отметками вершин — черной тушью, а горизонтали — коричневой. Толщина горизонталей — 0,1 мм, утолщенных горизонталей — 0,25 мм. Ситуацию наносят в соответствии с действующими условными знаками.



## 9. Проектирование горизонтальной площадки

Проектирование горизонтальной площадки с соблюдением баланса земляных масс – простейший пример вертикальной планировки. В процессе проектирования студенты осваивают принцип выполнения геодезических расчетов при составлении проекта геодезической планировки.

### 1. Вычисление проектной отметки горизонтальной площадки.

Вычисляют проектную отметку горизонтальной площадки по формуле

$$H_{\text{пр}} = H_{\text{min}} + \frac{\Sigma h'_1 + 2\Sigma h'_2 + 3\Sigma h'_3 + 4\Sigma h'_4}{4n}, \quad (49)$$

где  $H_{\text{min}}$  – наименьшая из фактических отметок вершин квадратов;  $n$  – число квадратов.

Для облегчения расчетов вводят в расчетную формулу понятие: условная отметка  $h'$ . Вычисляют условную отметку для каждой вершины квадрата:

$$h' = H_{\text{факт}} - H_{\text{min}}. \quad (50)$$

Согласно топографическому плану (рис. 4) вычисляют  $\Sigma h'_1$ ,  $\Sigma h'_2$ ,  $\Sigma h'_3$ ,  $\Sigma h'_4$ .

$\Sigma h'_1$  – сумма отметок вершин квадратов, принадлежащих только одному квадрату:

$$\Sigma h'_1 = H_{A1} + H_{A4} + H_{B4} + H_{Г3} + H_{Г2} + H_{B1}. \quad (51)$$

$\Sigma h'_2$  – сумма отметок вершин квадратов, общих для двух смежных квадратов:

$$\Sigma h'_2 = H_{B4} + H_{B1} + H_{A2} + H_{A3}. \quad (52)$$

$\Sigma h'_3$  – сумма отметок вершин квадратов, общих для трех смежных квадратов:

$$\Sigma h'_3 = H_{B2} + H_{B3}. \quad (53)$$

$\Sigma h'_4$  – сумма отметок вершин, объединяющих четыре квадрата:

$$\Sigma h'_4 = H_{B2} + H_{B3}. \quad (54)$$

## 2. Вычисление рабочих отметок всех вершин квадратов.

Вычисляют рабочие отметки всех вершин квадратов, показывающих высоту насыпи (+) или глубину выемки (-) как разность проектной и фактической отметок по формуле

$$\Delta h = H_{\text{проект}} - H_{\text{факт}}. \quad (55)$$

Правильность вычисления рабочих отметок контролируют по формуле

$$\Delta h = \frac{\Sigma \Delta h_1 + 2\Sigma \Delta h_2 + 3\Sigma \Delta h_3 + 4\Sigma \Delta h_4}{4 \cdot n} = 0. \quad (56)$$

## 3. Вычисление положения точек нулевых работ.

Вычерчивают картограмму земляных работ. Картограмма земляных работ – это графический документ вертикальной планировки. Составляется на основе топографического плана строительной площадки. Для этого вычерчивают сеть квадратов и в каждой вершине подписывают фактические (черные) отметки и вычисленные рабочие отметки. Проектную отметку подписывают ниже картограммы (рис. 6).

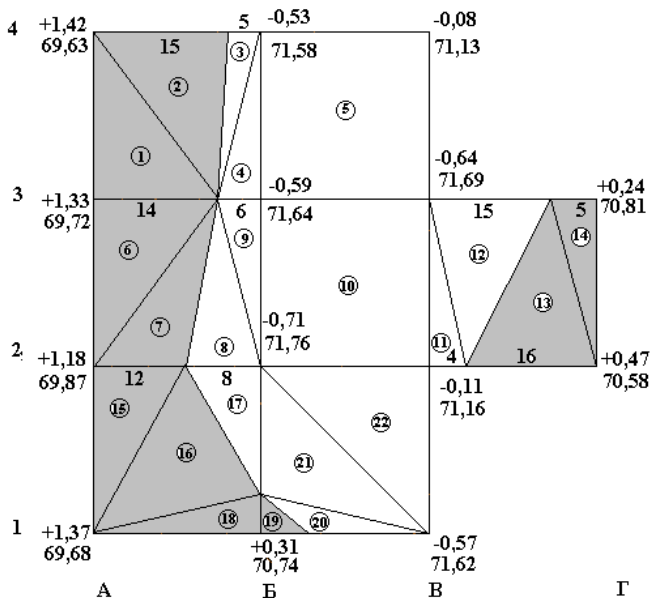


Рис. 6. Картограмма земляных работ. Длина сторон квадрата – 20 м

Вычисляют положение точек нулевых работ. Ноль работ – это точка пересечения фактической линии (линии земли) и проектной линии. Определение положения точек нулевых работ проводят между смежными рабочими отметками сторон квадратов, имеющими разные знаки.

Положение точек нулевых работ определяют аналитическим способом по формуле:

$$l_1 = \frac{|\Delta h_1| \cdot l}{|\Delta h_1| + |\Delta h_2|}; \quad (57)$$

$$l_2 = \frac{|\Delta h_2| \cdot l}{|\Delta h_1| + |\Delta h_2|},$$

где  $\Delta h_2$  – рабочая отметка выемки;  $\Delta h_1$  – рабочая отметка насыпи;  $l$  – длина стороны квадрата;  $l_1$  и  $l_2$  – расстояния, определяющие положение точек нулевых работ на стороне квадрата (рис. 7).

Контроль вычислений:

$$l_1 + l_2 = l, \quad (58)$$

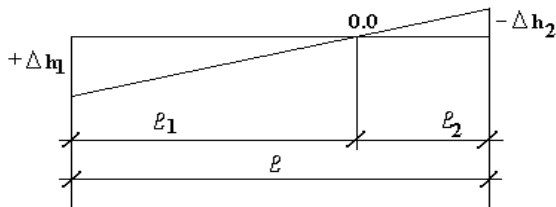


Рис. 7. Определение положения точек нулевых работ

### ***Пример вычисления точки нулевых работ***

Для стороны между вершинами А4–Б4 положение точки нулевых работ определяют по формуле:

$$l_1 = \frac{1,42 \cdot 20}{1,42 + 0,53} \approx 15 \text{ м}; \quad (59)$$

$$l_2 = \frac{0,53 \cdot 20}{1,42 + 0,53} = 5,436 \approx 5 \text{ м}.$$

Точка нулевых работ находится на расстоянии 15 м от вершины квадрата с рабочей отметкой +1,42 м.

Соединив точки нулевых работ прямыми линиями, получают линию нулевых работ – границу между насыпями и выемками. Линия нулевых работ проводится красным цветом. Площадь участка, подлежащую выемке грунта, окрашивают слабым голубым цветом, а насыпи – розовым цветом.

#### 4. Определение баланса земляных масс.

Объем земляных масс можно вычислить методом четырехгранных или трехгранных призм.

Объем четырехгранной призмы определяют по формуле

$$V = \frac{\Sigma \Delta h}{4} \cdot S, \quad (60)$$

где  $\frac{\Sigma \Delta h}{4}$  – средняя высота однородной призмы, ее вычисляют как среднее арифметическое из рабочих отметок;  $S$  – площадь основания призмы.

Объем трехгранной призмы определяют по формуле

$$V = \frac{\Sigma \Delta h}{3} \cdot S. \quad (61)$$

Объем пятигранных призм в смешанных квадратах можно вычислять как разность объемов четырехгранных и трехгранных призм.

Вычисление объемов земляных масс насыпей и выемок выполняют для каждого квадрата или части его, используя вышеприведенные формулы, и заполняют ведомость вычисления объемов земляных масс (табл. 2).

После вычисления объемов отдельных фигур находят общий объем насыпи и выемки. Контролем вычисления объемов земляных масс является примерное равенство объемов насыпи и выемки. Допускается расхождение в пределах до 5 % от общего объема насыпи и выемки.

При этом предпочтительно, чтобы объем выемки несколько превышал объем насыпи, это связано с уплотнением и потерями грунта при его отсыпке в насыпь. После вычисления объемов земляных работ составляется ведомость.

Таблица 2

## Ведомость вычисления объемов земляных масс

Номер фигуры	Площадь фигуры, м <sup>2</sup>	Средняя рабочая отметка	Объемы земляных работ, м <sup>3</sup>	
			Выемка (-)	Насыпь (+)

Картограмма земляных работ, оформленная на отдельном листке, подписывается всеми членами бригады.

По нивелированию поверхности бригада представляет следующие материалы:

- схема нивелирования поверхности по квадратам (полевой журнал), подписанная всеми членами бригады;
- план участка съемки;
- картограмма земляных масс.

## Библиографический список

1. Азаров, Б.Ф. Геодезическая практика : учеб. пособие / Б.Ф. Азаров, И.В. Карелина, Г.И. Мурадова, Л.И. Хлебородова. – Изд. 3-е, испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 288 с. – Текст : непосредственный.
2. Ерилова, И.И. Геодезия : лабораторный практикум / И.И. Ерилова. – Москва : МИСиС, 2017. – 52 с. – Текст : непосредственный.
3. Батчаева, З.Х. Инженерная геодезия : учеб.-метод. пособие / З.Х. Батчаева. – Черкесск : БИЦ СевКавГГТА, 2014. – 23 с. – Текст : непосредственный.
4. Батчаева, З.Х. Инженерная геодезия: раздел «Теодолитная съемка» : учеб.-метод. пособие / З.Х. Батчаева. – Черкесск : БИЦ СевКавГГТА, 2014. – 23 с. – Текст : непосредственный.
5. Золотова, Е.В. Геодезия с основами кадастра : учебник / Е.В. Золотова, Р.Н. Скогорева. – 3-е изд., испр. – Москва : Академический Проект : Трикта, 2015. – 413 с. – Текст : непосредственный.

*Проверки оптических теодолитов (марка №)*

№ п/п	Условия проверок	Способы проверок	Юстировка
1	Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения инструмента	Устанавливают уровень по направлению двух подъемных винтов и приводят ими пузырек на середину. Поворачивают алидаду на $180^\circ$ . Если пузырек остался на середине, условие выполнено	Если пузырек отошел от середины более чем на одно деление, то исправительными винтами при уровне его перемещают к середине на половину отклонения. Подъемными винтами доводят пузырек до середины и проверку повторяют
2	Вертикальная линия сетки зрительной трубы должна быть отвесной	Ось вращения теодолита приводится в отвесное положение по выверенному уровню. При наведении зрительной трубы на отвес, находящийся в 4–5 м от инструмента, вертикальная линия сетки должна совпасть с нитью отвеса	Если условие не выполнено, то, ослабив исправительные сетки, поворачивают весь корпус сетки так, чтобы вертикальная нить совпала с изображением нити отвеса. Винты закрепляют, и проверка повторяется
3	Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна горизонтальной оси вращения трубы	<p>1. При круге лево (КЛ) визируют на удаленную, хорошо видимую точку, расположенную так, чтобы линия визирования была примерно горизонтальна. Берут отсчет по горизонтальному кругу <math>M_1</math>.</p> <p>2. При круге право (КП) визируют на ту же точку и берут отсчет <math>M_2</math>.</p> <p>3. Переставив лимб примерно на <math>180^\circ</math> и закрепив его, вновь визируют на ту же точку и берут отсчеты при КЛ–<math>N_1</math>, при КП–<math>N_2</math>.</p>	<p>Если коллимационная ошибка составляет более одной минуты, то вычисляется правильный отсчет.</p> <p>При круге лево:  <math>N = N_1 - c</math>.</p> <p>Или при круге право:  <math>N = N_2 + c</math>.</p>

№ п/п	Условия поверок	Способы поверок	Юстировка
		<p>4. Вычисляют коллимационную ошибку:  <math display="block">c = \frac{(M_1 - M_2 \pm 180^\circ) + (N_1 - N_2 \pm 180^\circ)}{4}</math></p> <p>5. Величина коллимационной ошибки не должна превышать одной минуты</p>	<p>Устанавливают этот отсчет с помощью наводящего винта алидады горизонтального круга. Исправительными винтами сетки смещают ее центр до совпадения с изображением точки местности. Поверку повторяют</p>
4	<p>Горизонтальная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения теодолита</p>	<p>Навести трубу при круге справа и круге слева на высокую точку предмета (стена здания), находящегося в 10–20 м от инструмента, и спроектировать эту точку, опуская трубу вниз до горизонта инструмента. Если проекции точек совпадут, то условие выполнено</p>	<p>Если проекции не совпадут, то инструмент сдается в ремонтную мастерскую. Условие гарантируется заводом</p>
5	<p>При горизонтальном положении визирной оси отсчет по вертикальному кругу должен быть равен нулю. Отклонение не должно превышать двойной точности отсчетного устройства</p>	<p>Производят наблюдения на одну и ту же точку при двух положениях вертикального круга и берут отсчеты КП и КЛ. Вычисляют место нуля по формулам:  для ТОМ, ТТ4, Т5К, Т30  <math display="block">MO = \frac{КП + КЛ + 180^\circ}{2}</math>  К отсчетам, меньшим 90°, прибавляют 360°</p>	<p>Приведение вертикального круга к нулю выполнять в зависимости от типа теодолита, руководствуясь описанием заводской инструкции</p>



**Поверки уровенных нивелиров (марка №2)**

№ п/п	Условия поверки	Способ поверки	Способ исправления
1	Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира	Подъемными винтами пузырек круглого уровня приводят в нуль-пункт (в центр награвированных окружностей). Поворачивают инструмент на 180°. Если пузырек останется в центре, то условие выполнено	Если пузырек круглого уровня сойдет с нуль-пункта, то исправительными винтами при уровне пузырек перемещают к нуль-пункту на половину отклонения. Поверка повторяется
2	Сетка нитей должна быть установлена правильно	Вертикальную нить сетки наводят на нить отвеса. Если нити совпадают, то условие выполнено	При несовпадении вертикальной нити сетки с изображением нити отвеса инструмент исправляется в мастерской. Условие гарантируется заводом
3	Визирная ось зрительной трубы и ось цилиндрического уровня должны быть параллельны между собой	На наклонной местности забивают два колышка-точки на расстоянии 60–70 м друг от друга и производят двойное нивелирование способом «вперед». Ошибка из-за наклона визирной оси определяется по формуле $x = \frac{a_1 + b_1}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2},$ где $a_1, b_1$ – отсчеты по рейке; $i_1, i_2$ – высоты инструмента. Если $x \leq 4$ мм, то условие выполнено	Если условие не выполнено, то вычисляют верный отсчет $a = a_1 - x$ и элевационным винтом среднюю горизонтальную нить сетки устанавливают на этот отсчет. Пузырек уровня приводится в контакт вертикальными исправительными винтами. Поверка повторяется
4	Визирная ось должна сохранять свое положение при изменении фокусировки трубы	На ровной местности закрепляют колышками две точки с расстоянием между ними 80–100 м. Производят нивелирование из середины на равных расстояниях и на неравных. Расхождение в превышениях не должно быть больше 4 мм, то есть $\Delta h = h_1 - h_2 \leq 4$ мм, где $h_1 = a_1 - b_1$ ; $h_2 = a_2 - b_2$ ; $a_1, a_2, b_1, b_2$ – отсчеты по рейкам	Если условие не выполнено, то инструмент подлежит сдаче в ремонт или можно работать только нивелированием из середины на равных расстояниях

Таблица поправок на наклон линий

Угол наклона, град	Поправки в миллиметрах при расстоянии в метрах									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
2°00'	6	12	18	24	30	37	43	49	55	61
2°15'	8	15	23	31	39	46	54	62	69	77
2°30'	10	19	29	38	48	57	67	76	86	95
2°45'	12	23	35	46	58	69	81	92	104	115
3°00'	14	27	41	55	69	82	96	110	123	137
3°15'	16	32	48	64	80	96	113	129	145	161
3°30'	19	37	56	75	93	112	131	149	168	187
3°45'	21	43	64	86	107	128	150	171	193	214
4°00'	24	49	73	97	122	146	171	195	219	244
4°15'	28	55	83	110	138	165	193	220	248	275
4°30'	31	62	92	123	154	185	216	247	277	308
4°45'	34	69	103	137	172	206	240	275	309	343
5°00'	38	76	114	152	190	229	266	304	342	381
5°15'	42	84	126	168	210	253	294	336	378	420
5°30'	46	92	138	184	230	276	322	368	414	460
5°45'	50	101	151	201	252	302	352	402	453	503
6°00'	55	110	164	219	274	329	383	438	493	548
6°15'	59	119	178	238	297	357	416	476	535	594
6°30'	64	129	193	257	321	386	450	514	579	643
6°45'	69	139	208	277	347	416	485	555	624	693
7°00'	75	149	224	298	373	447	522	596	671	745
7°15'	80	160	240	320	400	480	560	640	720	800
7°30'	86	171	257	342	428	513	599	684	770	856
7°45'	91	183	274	365	457	548	639	731	822	913
8°00'	97	195	292	389	487	584	681	779	876	973
8°15'	103	207	310	414	517	621	724	828	931	1035
8°30'	110	220	330	439	549	659	769	879	989	1098
8°45'	116	233	349	466	582	698	815	931	1047	1164
9°00'	123	246	369	492	616	739	862	985	1108	1231
9°15'	130	260	390	520	650	780	910	1040	1170	1300
9°30'	137	274	411	549	686	823	960	1097	1234	1371
9°45'	144	289	433	578	722	867	1011	1156	1300	1444
10°00'	152	304	456	608	760	912	1063	1215	1367	1519

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

*(наименование института)*

Кафедра «Промышленное, гражданское строительство

и городское хозяйство»

*(наименование кафедры)*

ОТЧЕТ

Учебная практика (практика по получению первичных  
профессиональных умений и навыков, в том числе первичных  
умений и навыков научно-исследовательской деятельности).

Геодезическая практика

*(наименование практики)*

ОБУЧАЮЩЕГОСЯ \_\_\_\_\_

*(И. О. Фамилия)*

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ) 08.03.01 Строительство

ГРУППА \_\_\_\_\_

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРАКТИКИ: \_\_\_\_\_

*(И. О. Фамилия)*

ДАТА СДАЧИ ОТЧЕТА \_\_\_\_\_

Руководитель практики от организации  
(предприятия, учреждения, сообщества):

*(фамилия, имя, отчество, должность)*

*(подпись)*

Тольятти 20\_\_

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

*(наименование института)*

Кафедра «Промышленное, гражданское строительство  
и городское хозяйство»

*(наименование кафедры)*

**АКТ о прохождении практики**

**Данным актом подтверждается, что**

ОБУЧАЮЩИЙСЯ \_\_\_\_\_

*(И. О. Фамилия)*

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ) 08.03.01 Строительство

ГРУППА СТРБ-1603а

проходил учебную практику (практику по получению первичных  
профессиональных умений и навыков, в том числе первичных  
умений и навыков научно-исследовательской деятельности),  
геодезическую практику \_\_\_\_\_

*(название практики)*

в Тольяттинском государственном университете

*(название организации)*

в период с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ г.

Руководитель практики от центра:

\_\_\_\_\_  
*(фамилия, имя, отчество, должность)*

ОЦЕНКА \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

Руководитель практики от организации  
(предприятия, учреждения, сообщества):

\_\_\_\_\_  
*(фамилия, имя, отчество, должность)*

М.П. \_\_\_\_\_

*(подпись)*

Тольятти 20 \_\_\_\_