

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»
Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для прохождения учебной практики
для студентов направления подготовки
21.03.02 «Землеустройство и кадастры»
всех форм обучения

ВОРОНЕЖ 2023

УДК 528.3
ББК 26.12я7

Составитель: Е.В. Васильчикова

Геодезическая практика: метод. указания: для прохождения учебной практики для студентов направления подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» всех форм обучения/ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Е.В. Васильчикова. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022.– 56 с.

Основная цель методических указаний состоит в рассмотрении порядка прохождения практики, состоящей из полевых и камеральных работ. Описывается методика выполнения поверок геодезических приборов, рекогносцировки местности, угловых, линейных и высотных измерений, решения инженерно-геодезических задач, обработки результатов измерений, оформления графических материалов и отчета. Определены цели и задачи каждого этапа работ, описаны требования, предъявляемые к ним.

Методические указания предусмотрены для прохождения учебной геодезической практики по дисциплине «Геодезическая практика» для студентов 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_Геод_ПР.pdf.

Табл. 4. Библиогр.: 8 назв.

УДК 528.3
ББК 26.12я7

Рецензент – Ю.С. Нетребина, к.г.н., доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии ВГТУ

ВВЕДЕНИЕ

Завершающим этапом изучения дисциплины «Геодезия» является 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.

Изложение материала ведется по видам работ с учётом специфик конкретных строительных специальностей.

Даны методические указания по решению общеинженерных геодезических задач и конкретных строительных.

В методическом пособии дано описание отчётной документации и образцы её оформления.

Рассмотрены общие вопросы организации работ, техники безопасности и охраны окружающей среды.

В последние годы требования к инженерам-строителям значительно повысились. Если раньше строитель должен был обладать только техническими навыками, то в настоящее время он должен иметь еще и определенную теоретическую базу, позволяющую освоить новейшие приборы и современные технологии выполнения геодезических работ. Поэтому возникла необходимость более углубленного изучения геодезии и других смежных наук и иметь хорошую теоретическую подготовку.

С учетом всего вышеизложенного в программу геодезической практики включены задания с элементами исследовательского характера.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРАКТИКЕ

1.1 Цели и задачи практики

Задачами геодезической практики являются: приобретение практических навыков работы с геодезическими приборами, умение выполнять геодезические измерения и построения с заданной технической точностью, овладение приемами математической обработки геодезических измерений, составление и оформление технической документации, приобретение навыков организации работы в коллективе.

В результате прохождения учебной Геодезической практики в соответствии с требованиями квалификационной характеристики студенты должны:

- **иметь представление** о важности и ответственности, составе и содержании топографо-геодезических работ, необходимых для решения различных задач строительного производства;
- **знать:**
 - 1) типы и устройства геодезических приборов для линейных и угловых измерений и методику работы с ними;
 - 2) условные знаки топографических карт и планов и решение проектных задач по ним;

- 3) методику нивелирования различных классов;
- 4) виды настенных и грунтовых геодезических знаков и типы их закрепления;
- 5) методику выполнения различных геодезических построений;
- 6) методику выполнения простейших топографических съемок;
- 7) основные приемы камерального и полевого трассирования;
- 8) методику подготовки данных для выноса проекта в натуру;
- 9) методы достижения определенной точности геодезических измерений и выполнения требуемого контроля;
- 10) нормы и правила техники безопасности;

- **уметь:**

- 1) самостоятельно выполнять поверки геодезических приборов и инструментов;
- 2) выполнять измерения углов, превышений и расстояний с требуемой точностью;
- 3) выполнять обработку результатов измерений с соответствующим оформлением документации (ведомости, профили, планы и т.д.)
- 4) при решении инженерно-геодезических задач выполнять анализ полученных результатов и делать соответствующие выводы;
- 5) уметь применить полученные знания и практические навыки при выполнении инженерно-геодезических работ на производстве.

В процессе практики студенты должны научиться соблюдать требования действующих нормативных документов, считать правилом, что любое нарушение инструкций в допусках и технологии геодезических работ недопустимо во время учебной практики так же, как и на производстве.

1.2 Организация практики

Геодезическая практика проводится на геодезическом полигоне ВГТУ в условиях, максимально приближенных к условиям выполнения соответствующих геодезических работ на производстве.

Для руководства учебной практикой из числа преподавателей кафедры «Кадастр недвижимости, землеустройство и геодезия» приказом по университету назначаются руководители, закрепляемые за учебными группами. Руководитель распределяет студентов учебной группы по бригадам в составе 6-7 человек, выдает задание, осуществляет контроль проведения практик, проводит инструктаж по технике безопасности, объясняет правила поведения на геодезическом полигоне.

Из числа учебно-вспомогательного персонала кафедры выделяется лаборант, который организует хранение, выдачу, ремонт и приём приборов и инструментов.

На практику допускаются студенты, прошедшие теоретический курс, полностью выполнившие расчётно-графические и лабораторные задания, предусмотренные программой курса, и успешно сдавшие зачёты и экзамены.

Основной учебно-производственной единицей на практике является бригада в составе 6-7 студентов. Бригадиром по согласованию со студентами группы назначаются студенты, отличающиеся хорошими знаниями геодезии, обладающие организаторскими способностями и пользующиеся авторитетом среди товарищей. В функции бригадира входит организация работы бригады в полевых и камеральных условиях, поддержание трудовой дисциплины и обеспечение хранения приборов и инструментов, полученных бригадой.

Все студенты прибывают на практику в установленное время. Студенты, опоздавшие на практику более чем на два дня, к прохождению практики не допускаются.

Виды, объём и продолжительность работ на практике устанавливаются согласно рабочей программе практики. Каждой бригаде отводится участок для выполнения работ и выдаётся график их проведения, который записывается бригадиром в дневник бригады. Для выполнения каждого вида работ бригада получает в геокамере необходимые приборы, инструменты и принадлежности, журналы измерений, бланки для вычислений и т.п.

До получения приборов студенты под руководством преподавателя изучают технику безопасности и правила поведения на практике. Без изучения правил техники безопасности студенты к прохождению практики не допускаются.

По выполнении всех видов работ, предусмотренных программой практики, каждая бригада представляет руководителю отчёт, содержащий описание всех видов работ, полевые журналы, расчёты и графические материалы. После проверки преподавателем материалов отчёта и устранения студентами сделанных замечаний бригада сдаёт отчёт по практике. Оценка знаний и полученных навыков каждого студента производится дифференцированно по результатам его работы в процессе прохождения практики и сдачи зачёта.

Продолжительность рабочего дня студентов на практике составляет 6 часов. Начало и окончание рабочего дня определяются руководителем практики.

1.3 Основные требования техники безопасности и охраны окружающей среды

В процессе прохождения изыскательской практики (геодезической) студенты обязаны строго соблюдать правила безопасности, санитарии и личной гигиены, требования к охране природы и окружающей среды. К основным из них относятся следующие:

1. Все приборы и инструменты до начала работы должны быть тщательно осмотрены. Ручки или ремни ящичков и футляров приборов и штативов должны быть прочно прикреплены.

Топоры и молотки должны быть плотно насажены на рукоятки с расклиниванием их металлическими клиньями. Деревянные рукоятки не должны иметь трещин и заусениц.

2. Вехи и штативы следует переносить, держа их острыми концами вниз; при этом раздвижные ножки штативов должны быть надёжно закреплены. Во

избежание повреждения ног нельзя носить за спиной геодезические приборы на штативах. Топоры разрешено переносить только в чехлах; при работе с топором в радиусе взмаха топора не должны находиться люди.

3. Запрещается перебрасывать друг другу вешки и шпильки. Во избежание пореза рук краями полотна стальной рулетки или мерной ленты разматывать и сматывать их надо двум студентам одновременно.

Складные и раздвижные рейки должны иметь исправные винты в местах скрепления; для исключения случайного складывания рейки при работе стопор должен быть надёжно закреплён.

4. При выполнении измерений вдоль дорог работающим с приборами нельзя размещаться на проезжей части дорог. Предупреждение о приближении транспорта подаётся условным сигналом. Реечнику нельзя стоять спиной к приближающемуся транспортному средству.

Во время перерывов в работе запрещается оставлять приборы вблизи дороги. При переходах с приборами следует передвигаться по левой стороне дороги навстречу движению транспорта.

5. В солнечные дни работа в поле без головного убора не допускается. В наиболее жаркие часы дня (при температуре выше 25 °С) работа должна быть прервана и перенесена на более прохладное утреннее и вечернее время.

Запрещается работать босиком; в сухую погоду следует использовать лёгкую удобную обувь с прочной подошвой. Одежда должна быть свободной, удобной для работы и соответствовать погоде.

Во избежание простудных заболеваний нельзя садиться или ложиться на сырую землю и траву. Запрещается пить воду из случайных источников; нельзя пить холодную воду или прохладительные напитки, будучи потным или разгорячённым.

6. При приближении грозы полевые работы должны быть прекращены. Во время грозы не разрешается укрываться под высокими деревьями и находиться вблизи столбов, мачт, громоотводов, труб и т.п.

При несчастных случаях пострадавшему должна быть оказана первая медицинская помощь, после чего его следует направить в ближайший медпункт или вызвать скорую медицинскую помощь.

7. Студенты, страдающие тяжёлыми хроническими заболеваниями или находящиеся в болезненном состоянии, к полевым работам не допускаются. Студенты, появившиеся на работу в нетрезвом состоянии, отстраняются от практики и направляются руководителем в распоряжение деканата.

8. При производстве полевых работ следует исключать случаи нанесения ущерба природе и окружающей среде. Прокладку съёмочных ходов надо выполнять вдоль дорог и троп, располагая опорные точки в местах отсутствия лесонасаждений и посевов сельскохозяйственных культур. Запрещается топтать и портить посевы и зелёные насаждения, оставлять забитые выше поверхности земли колья на пашне, лугах и проезжей части дорог. После завершения полевых работ все колышки должны быть извлечены из земли.

9. Категорически запрещается разведение костров в лесопосадках и вблизи спелых посевов. Нельзя бросать на землю горящие спички и не затушенные окурки, курить в сухом лесу или на участках с засохшей травой. При обнаружении очага пожара вблизи места работы студенты обязаны немедленно сообщить о пожаре в органы пожарной охраны и принять меры по быстрой его ликвидации.

10. Запрещается засорять водоёмы и территорию полигона; бумага, целлофановые пакеты, бутылки, остатки пищи и т.п. должны собираться и складываться в специально отведённых местах.

2. ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ

2.1 Порядок проверки технического состояния геодезических приборов при получении их со склада

Для выполнения программы изыскательской практики (геодезической) каждая бригада должна получить на складе следующие геодезические приборы и принадлежности:

- штатив с нитяным отвесом;
- теодолит 2Т30 или 2Т30П;
- нивелир Н-3;
- мерную рулетку с набором шпилек;
- нивелирную рейку.

Все полученные приборы должны быть осмотрены, желательно в присутствии преподавателя, с точки зрения их технического состояния. При обнаружении каких-либо неисправностей или некомплектности прибор должен быть возвращен на склад для его ремонта или замены.

Штатив

Ножки раздвижного штатива шарнирно соединены с головкой штатива специальными винтами. Необходимо проверить, чтобы эти болты были хорошо закреплены и не шатались. Регулировку болтов выполняют гаечным ключом. При выдвижении ножек штатива не следует делать больших усилий, так как можно сорвать стопорные приспособления. Штатив необходимо держать в вертикальном положении, чтобы при выдвижении ножек не нанести себе травму. Если ножки не выдвигаются, нужно ослабить сцепление, слегка покачивая их вправо и влево, держась за наконечники. После выдвижения ножек необходимо закрепить их стопорными винтами и проверить надежность закрепления. Для прикрепления теодолита к головке штатива имеется становой винт. Внутри винта должен находиться крючок для подвешивания нитяного отвеса. На одной из ножек штатива должен располагаться пенал с крышкой для нитяного отвеса. Для переноса штатива на значительные расстояния должны быть специальные ремни, которые стягивают ножки штатива.

В комплекте со штативом должен быть нитяной отвес с фиксатором длины нити. Нить отвеса должна быть без узлов, длиной не менее полутора метров.

Теодолит 2Т30 (2Т30П)

Установить теодолит вместе с футляром на штатив и закрепить его винтом. Снять футляр, для чего открыть замки, отжав пружины-фиксаторы и повернув рукоятки замков по направлению стрелок.

Открепить закрепленные винты алидады и зрительной трубы и вращением от руки проверить плавность вращения алидады и зрительной трубы. Закрепив винты алидады и зрительной трубы и открепив винт лимба, проверить надежность закрепления лимба. Закрепив винт лимба, проверить надежность закрепления лимба, алидады и трубы.

При закрепленном положении закрепительных винтов проверить работу наводящих винтов лимба, алидады и трубы. При их вращении труба должна плавно перемещаться в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Наблюдением через зрительную трубу проверить работу фокусирующих устройств трубы. Для этого вращением диоптрийного кольца отфокусировать сетку нитей, то есть добиться резкости ее изображения. После этого вращением кремальеры добиться резкого изображения как удаленных, так и близлежащих предметов. Если при этом кремальера вращается вхолостую и добиться резкости изображения не удастся, необходимо повернуть опорный винт, расположенный в отверстии на кремальере.

Проверить качество изображения отсчетных шкал в микроскопе. Для этого вращением круглого зеркальца добиться полного освещения шкал и вращением диоптрийного кольца микроскопа - четкого их изображения. Четкость изображения штрихов шкал и оцифровки должна сохраняться по всему полю изображения микроскопа.

Проверить плавность вращения подъемных винтов. Если винты имеют тугой ход, необходимо пригласить со склада учебного мастера для их регулировки.

Проверить целостность исправительных винтов цилиндрического уровня и сетки нитей.

Перед укладкой теодолита в футляр установить все наводящие винты в среднее положение, зрительную трубу поставить вертикально объективом вниз. Совместить красные метки на колонке теодолита и на его основании так, чтобы шпонка футляра вошла в паз основания, и, слегка нажимая на футляр сверху, закрыть на замки, вращая их рукоятки против стрелки.

Нивелир Н-3

Проверить комплектность принадлежностей нивелира, находящихся в упаковочном ящике. Вынуть нивелир из ящика и установить на штативе, закрепив станковым винтом.

Открепить закрепительный винт зрительной трубы и проверить плавность вращения трубы вокруг вертикальной оси.

Закрепить винт зрительной трубы, проверить работу наводящего винта нивелира.

Проверить качество оптики зрительной трубы, для чего вращением окулярного кольца установить резкость сетки нитей и с помощью кремальеры отфокусировать трубу на дальние и близкие точки.

Привести с помощью подъемных винтов пузырек круглого уровня на середину и после этого проверить работу элевационного винта, совместив изображения концов пузырька цилиндрического уровня, видимых в поле зрения окуляра.

Мерная рулетка

При получении мерную рулетку необходимо полностью развернуть и проверить ее целостность. При разрыве мерной рулетки, а также при сильных перегибах, ее следует заменить на исправную.

Нивелирная рейка

В комплекте с нивелиром выдаётся двухсторонняя нивелирная рейка. При получении рейки необходимо её развернуть и, опустив скобу вниз, проверить надежность вхождения фиксаторов в соответствующие отверстия.

2.2 Порядок подготовки приборов для сдачи их на склад

После окончания полевых работ студенты, по разрешению преподавателя-руководителя студенческой группы, сдают приборы на склад. Перед сдачей приборов необходимо:

- мягкой тряпкой протереть от пыли теодолит и нивелир, футляр теодолита и упаковочный ящик нивелира также требуется привести в порядок;
- очистить от грязи и пыли металлические части штатива и вешек, протереть влажной тряпкой нивелирные рейки;
- мерную рулетку, шпильки и топор очистить от ржавчины и протереть тряпкой.

За утерю или поломку геодезических приборов и оборудования студенты несут материальную ответственность. Если виновный в утере или поломке не обнаружен, материальную ответственность несут все члены бригады на равных основаниях.

При полном расчете студенческой бригады со складом заведующий геодезической лабораторией выдаёт бригадиру зачётную книжку. При отсутствии расчёта со складом зачёт по геодезической практике студентам данной бригады не ставится.

3. ПОДГОТОВКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ К РАБОТЕ

После осмотра полученных приборов и принадлежностей выполняют поверки приборов и компарирование мерной рулетки.

Компарирование мерной рулетки

Компарирование мерной рулетки выполняют упрощенным способом – путём сравнения длины рабочей мерной рулетки с образцовой мерой, в качестве которой может служить 20-метровая компарированная (с точностью не ниже 1:10000) рулетка.

Для этого на ровной поверхности укладывают рядом образцовую меру (рулетку) и мерную рулетку и совмещают их нулевые деления. Линейкой измеряют разность Δl_k между фактической длиной мерной рулетки и длиной l_0 эталонной рулетки, т.е.

$$\Delta l_k = l - l_0.$$

где Δl_k – поправка за компарирование.

В рабочей тетради записывают дату компарирования, длину мерной рулетки и температуру компарирования.

Поверки и юстировка теодолита

Ось уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна вертикальной оси теодолита.

Устанавливают уровень параллельно линии, соединяющей два подъемных винта, и, вращая эти винты в разные стороны, приводят пузырек уровня на середину ампулы. Поворачивают алидаду на 180° . При отклонении пузырька уровня от середины более чем на одно деление исправительными винтами уровня смещают пузырек к середине на половину дуги отклонения и окончательно приводят его на середину вращением подъемных винтов. Для контроля поверку повторяют.

Перед выполнением следующих проверок приводят вертикальную ось теодолита в отвесное положение. Для этого уровень ставят параллельно двум подъемным винтам и с их помощью приводят пузырек уровня на середину ампулы. Поворачивают алидаду на 90° и третьим подъемным винтом вновь приводят пузырек уровня на середину. После этого при любом положении алидады пузырек уровня не должен отклоняться от середины более чем на одно деление.

При отвесном положении вертикальной оси теодолита одна из нитей сетки должна быть вертикальна, другая - горизонтальна.

В 5-6 м от теодолита подвешивают отвес. Вертикальную нить сетки наводят на нить отвеса. Если нить сетки совпала с нитью отвеса, условие выполнено. В противном случае отверткой ослабляют винты, скрепляющие окуляр с корпусом трубы, и поворачивают окуляр так, чтобы вертикальная нить сетки совпала с нитью отвеса. Для проверки горизонтальности нити эту нить наводят на хорошо видимую точку местности. При перемещении трубы в горизонтальной плоскости изображение точки не должно сходиться с нити.

Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения трубы.

Угол отклонения визирной оси от перпендикуляра к оси вращения трубы называется коллимационной ошибкой. Для выявления коллимационной ошибки

выбирают удаленную хорошо видимую точку, расположенную так, чтобы линия визирования была примерно горизонтальна. Наводят зрительную трубу на эту точку при положении вертикального круга слева от трубы и берут отсчет по горизонтальному кругу (КЛ). Переведя трубу через зенит, открепляют алидаду, наводят трубу на ту же точку и снова берут отсчет (КП). Величину коллимационной ошибки C вычисляют по формуле

$$C = \frac{KL - KP \pm 180^\circ}{2}.$$

Если величина C превышает удвоенную точность отсчета, необходимо произвести исправление. Для этого вычисляют исправленный отсчет по горизонтальному кругу: $KP_{\text{испр}} = KP + C$ или $KL_{\text{испр}} = KL - C$, и устанавливают его наводящим винтом алидады. Перекрестие сетки нитей сместится относительно наблюдаемой точки. Ослабив предварительно вертикальные исправительные винты, боковыми винтами передвигают сетку до совмещения перекрестия с изображением точки. После исправления поверку повторяют.

Ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна вертикальной оси теодолита.

Наводят трубу на высоко расположенную точку, находящуюся на стене какого-либо здания. Наклонив трубу примерно до горизонтального положения, отмечают на стене точку, в которую проектируется перекрестие сетки нитей. Повернув трубу через зенит, повторяют те же действия при другом положении вертикального круга. Если проекции точки совпадут, то условие выполнено. В современных теодолитах соблюдение этого условия гарантируется заводом, если оно не соблюдается, то исправление необходимо выполнять в специальной мастерской или на заводе.

Поверки и юстировка нивелира

Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения прибора.

Подъемными винтами пузырёк круглого уровня приводят в центр ампулы (в нуль-пункт) и поворачивают верхнюю часть нивелира на 180° вокруг вертикальной оси. Если пузырёк остаётся в нуль-пункте, то условие выполняется. В противном случае исправительными винтами круглого уровня перемещают пузырёк к центру ампулы на половину его отклонения, а подъемными винтами нивелира приводят точно в нуль-пункт уровня.

Чтобы убедиться, что после исправления это условие выполняется, поверку повторяют.

При выполнении последующих проверок пузырёк круглого уровня должен находиться в нуль-пункте.

Горизонтальная нить сетки зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира.

Среднюю нить сетки наводят на ясно видимую точку (можно использовать установленную неподвижно нивелирную рейку на расстоянии 8-10 метров от нивелира) и наводящим винтом плавно вращают трубу.

Если нить не сходит с точки, то условие выполнено. При несоблюдении условия, ослабив винты, скрепляющие сетку с корпусом трубы, поворачивают сетку в нужную сторону. После исправления поверку повторяют.

Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси зрительной трубы.

Поверка этого главного условия нивелира выполняется способом нивелирования "из середины" линии длиной около 100 м, закрепленной кольшками.

Нивелир устанавливают по середине линии и определяют превышение между точками:

$$h = З - П.$$

Затем переставляют нивелир как можно ближе к передней точке и снимают отчет по передней рейке $П_1$. Прибавив к нему превышение, получают отчет по задней рейке $З_1$, который должен показать прибор с данной станции:

$$З_1 = П_1 + h.$$

После этого нивелир наводят на заднюю рейку и проверяют правильность отсчета. Если прибор показывает неправильный отчет, то элевационным винтом устанавливают среднюю нить сетки на отчет $З_1$ и исправительными винтами цилиндрического уровня добиваются совпадения изображений концов его пузырька.

После исправления главного условия поверка должна быть повторена.

Результаты выполненных проверок нивелира заносятся в рабочую тетрадь бригады.

4. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ

4.1 Создание плано-высотной геодезической сети (геодезического обоснования) строительной площадки

Подготовительные работы

Изучить правила техники безопасности и охраны окружающей среды. Выполнить поверку теодолитов и нивелиров, прокомпарировать мерные рулетки.

Полевые работы

Рекогносцировка и закрепление пунктов геодезической сети

Рекогносцировка и закрепление пунктов геодезической сети производится бригадой в полном составе под руководством преподавателя, который указывает границы участка съёмки, исходные геодезические пункты и условия прокладки теодолитных ходов. Пункты геодезической сети выбираются с расчётом, чтобы было обеспечено удобство установки прибора на станции и выполнения угловых и линейных измерений. Длины сторон должны быть не более 250 м и не менее 10 м, предельная длина ходов – 2500 м; углы наклона линий не должны превышать 5° . В результате рекогносцировки составляют схему сети теодолитных ходов, которая прилагается к отчёту.

Пункты геодезической сети закрепляют на местности деревянными кольшками, забиваемыми вровень с поверхностью земли; центр обозначается гвоздём, забиваемым в торец кольшка. В 20-30 см от точки забивают сторожок, на котором подписывают номер бригады, номер пункта и дату его закладки.

Измерение углов и длин сторон теодолитного хода при создании плановой геодезической сети

Для создания плановой геодезической сети прокладывают теодолитный ход, в котором измеряются правые по ходу горизонтальные углы при обходе полигона по часовой стрелке. Для этого зрительную трубу теодолита наводят сначала на заднюю, а затем на переднюю веку и из отсчета на заднюю веку вычитают отсчет на переднюю. Наведение делается на нижнюю часть вехи. При небольших расстояниях вместо вехи удобнее использовать шпильку. Каждый угол измеряется двумя полуприёмами. Расхождение в углах между полуприёмами не должно превышать двойной точности отсчета. При большем расхождении запись в журнале аккуратно зачеркивается, лимб смещается на произвольное число градусов и измерения повторяются.

Параллельно с измерением горизонтальных углов измеряются стороны теодолитных ходов. Измерения производятся стальной 20-метровой лентой или рулеткой в прямом и обратном направлениях. Расхождение прямого и обратного значения длин линий не должно превышать 1/1500 при средних условиях измерений.

Для определения горизонтальных проекций линий измеряются углы наклона каждой линии. Измерение угла наклона производится при положении вертикального круга слева от трубы (КЛ) путём наведения зрительной трубы на метку, соответствующую высоте прибора и сделанную на вехе или рейке, устанавливаемой в конце линии. Угол наклона линии рассчитывают по формуле

$$v = \text{КЛ} - \text{МО}. \quad (4.1)$$

Результаты измерений записывают в полевой журнал (табл. 1).

Таблица 1

Журнал измерения углов и линий

Номер станций	Полуприем	Номер пунктов	Отсчеты по ГК	Угол, β	Средний угол, $\beta_{\text{ср}}$	Верт. угол	Длина линии
2	КЛ	1	217° 26,5'	80° 32,0'	80° 32,25'	2°15'	18,91
		3	136° 54,5'			-3°36'	32,05
	КП	1	37°26,5'	80° 32,5'			
		3	316°54,0'				

Определение превышений между пунктами высотной геодезической сети

При создании высотной геодезической сети прокладывают нивелирный ход и определяют превышения между пунктами методом геометрического

нивелирования. Для этого измеряют расстояния между точками хода и находят середину. Затем в эту срединную точку устанавливают нивелир и берут отсчёты по чёрной и красной сторонам рейки на заднюю и переднюю точки хода. Тут же, на станции, выполняется «пяточный» контроль. В случае ошибки измерения следует повторить.

Результаты измерений записывают в полевой журнал (табл. 2).

Таблица 2

Журнал технического нивелирования

Номера стан- ций	Номера реэ- чных точек	Отсчеты по рейке, мм			Превышения, мм (±) h=3-П		Высоты, Н, м	Номера реэ- чных точек
		задний З	передний П	Промежу- точный Пр	h _ч h _к	h _{ср}		
1	1	1058	1661		-603	-603	160,440	1
	2	5842	6445		-603		159,837	2
		4784	4784					
2	2	1458	1353		+105	+104	159,837	2
	3	6240	6138		+102		159,941	3
		4782	4785					

Камеральные работы

Камеральные работы складываются из вычислений и графических построений. В результате вычислений определяют плановые координаты (X, Y) и отметки (H) пунктов планово-высотной геодезической сети (геодезического обоснования); конечной целью графических построений является получение плана геодезического обоснования.

Камеральную обработку результатов измерений начинают с проверки и обработки полевых журналов. Повторно выполняют все вычисления, сделанные в поле, и выводят средние значения измеренных углов (с округлением 0,1') и длин сторон (до 0,01 м). На схему теодолитных ходов, ориентированную по сторонам света, выписывают средние значения горизонтальных углов и горизонтальные длины сторон. На схему также наносят пункты геодезической сети, к которым осуществлялась привязка теодолитных ходов, координаты исходных пунктов и дирекционные углы исходных сторон.

4.2 Вычисление координат и высот пунктов планово-высотной геодезической сети

Вычисление координат пунктов плановой геодезической сети выполняют в ведомости координат (прил. 3). Результаты измерений выписываются из полевого журнала измерения углов и линий. Контролем правильности вычисления координат является получение в конце вычислений координат исходного пункта.

Вычисление высот пунктов высотной геодезической сети выполняют в журнале технического нивелирования (прил. 4), в котором во время полевых работ были записаны отчеты по рейке и вычислены контрольные «пятки» реек. Контролем правильности вычисления высот является получение в конце вычислений высоты исходного пункта.

Камеральные работы

Камеральные работы включают обработку журнала нивелирования, построение профиля трассы и построение проектной линии на профиле.

В полевом журнале проверяют все записи и вычисления, сделанные в поле, и выполняют постраничный контроль. Расчёт средних превышений и отметок точек производится с точностью до 1 мм.

Вычисление высот пунктов высотной геодезической сети выполняют в журнале технического нивелирования, в котором из таблицы исходных данных, согласно варианту, выписываются отчеты по рейке и вычисляются контрольные «пятки» реек.

$$h = 3 - \Pi . \quad (4.2)$$

Обработку журнала выполняют в следующей последовательности:

1. Контролируют взятие отсчетов по рейкам (выполняют в поле). Отсчет по красной стороне рейки - отсчет по черной стороне = 4785 ± 5 мм (начало отсчета по красной стороне).

2. Вычисляют превышения ($h=3-\Pi$) по отсчетам, снятым по черной и красной сторонам реек. Расхождение между $h_{\text{черн}}$ и $h_{\text{крас}}$ не должно превышать ± 5 мм.

3. Вычисляют $h_{\text{ср}} = \frac{h_{\text{чер}} + h_{\text{кр}}}{2}$.

4. После подсчета превышений между всеми связующими точкам на каждой странице журнала выполняют постраничный контроль по формуле

$$\frac{\sum 3 - \sum \Pi}{2} = \frac{\sum(+h) + \sum(-h)}{2} = \sum(h_{\text{ср}}) + \sum(-h_{\text{ср}}), \quad (4.3)$$

где $\sum 3$ – сумма отсчетов по задней рейке,

$\sum \Pi$ – сумма отсчетов по передней рейке.

Постраничный контроль позволяет выявить ошибки, сделанные при вычислении превышений. Пример выполнения постраничного контроля приведен в журнале геометрического нивелирования.

5. Производят увязку средних превышений ($h_{\text{ср}}$). Для этого находят невязку f_h по формуле (для разомкнутого хода)

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - (H_{\text{Рп2}} - H_{\text{Рп1}}) \text{ мм}, \quad (4.4)$$

Для замкнутого нивелирного хода невязка f_h вычисляется по формуле

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} . \quad (4.5)$$

Вычисляют допустимую невязку $f_{h \text{ доп}}$ по формуле

$$f_{h \text{ доп}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad (4.6)$$

где L - длина хода в км.

6. При выполнении условия $f_h \leq f_{h\delta on}$ невязку f_h распределяют с обратным знаком между средними превышениями (вводится поправка) с округлением до целого миллиметра. Контролем распределения является равенство $\sum V_h = f_h$, где V_h - поправка в средние превышения.

7. Вычисляют исправленные превышения по формуле

$$h_{\text{ср}}^{\text{исп}} = h_{\text{ср}} + v. \quad (4.7)$$

8. Вычисляют отметки опорных точек по формуле

$$H_{\text{посл}} = H_{\text{пред}} + (\pm h_{\text{ср}}^{\text{исп}}). \quad (4.8)$$

Контролем правильности вычисления высот является получение в конце вычислений высоты исходного пункта.

Построение плана геодезического обоснования

Графические работы включают построение координатной сетки, нанесение пунктов геодезического обоснования на план с его последующим оформлением.

Построение координатной сетки со сторонами 10×10 см для плана масштаба 1:500 выполняется линейкой Дробышева на листе ватмана формата А1. При правильном построении сетки 5×5 квадратов вершины малых квадратов должны лежать на диагоналях большого квадрата либо линиях, параллельных им. Расхождения между диагоналями малых квадратов не должны превышать 0,2 мм. При несоблюдении указанных условий сетку квадратов следует построить заново.

Цифровые подписи линий координатной сетки по осям X и Y должны быть кратными длине стороны квадрата, т.е. 50 м (0,05 км). При оцифровке сетки следует помнить, что значения абсцисс возрастают снизу вверх, а ординат – слева направо.

Нанесение на план пунктов геодезического обоснования следует выполнять по их вычисленным координатам с помощью циркуля-измерителя и поперечного масштаба. Правильность нанесения на план пунктов теодолитного хода необходимо проверить по длинам сторон (расхождение измеренных на плане расстояний между точками хода и горизонтальными проекциями соответствующих линий местности не должно превышать 0,2 мм, по горизонтальным углам и дирекционным углам сторон).

Рядом с пунктом геодезического обоснования подписывается его номер и высота (отметка).

Выполнение зарамочного оформления и вычерчивание плана тушью необходимо производить со строгим соблюдением правил топографического черчения (прил. б).

Оформляется соответствующий раздел отчета.

4.3. Продольно-поперечное нивелирование и проектирование трассы линейного сооружения

Подготовительные работы

Изучить правила техники безопасности и охраны окружающей среды. Выполнить поверку теодолитов и нивелиров, прокомпарировать ленты и рулетки. Получить задание.

Полевые работы

Рекогносцировка и разбивка пикетажа

Начало и направление трассы, вершины углов поворота и протяженность трассы задаются бригаде руководителем практики в процессе рекогносцировки местности. Нивелирный ход, как правило, должен быть разомкнутым, иметь два угла поворота и 2-3 поперечника.

Начало, вершины углов поворота и конец трассы закрепляют кольями. В вершинах углов поворота теодолитом измеряют правые по ходу горизонтальные углы одним полным приёмом. При необходимости одновременно с измерением горизонтальных углов следует произвести вешение линий между вершинами углов поворота.

Разбивка пикетов выполняется через каждые 100 м 20-метровой мерной лентой в одном направлении с контролем по нитяному дальномеру. Пикет ПК0 соответствует началу трассы. Пикеты закрепляют деревянными колышками, забиваемыми вровень с землёй; в 5-10 см справа от пикета по ходу трассы забивается сторожок, на котором подписывают номер бригады и номер пикета (например, Бр. №5/ПК 4).

Характерные точки перегиба скатов, а также точки пересечения трассы с естественными препятствиями (оврагами, ручьями и т.п.) и инженерными сооружениями (дорогами, подземными и наземными коммуникациями) отмечают «плюсовыми» точками. «Плюсовые точки» закрепляются сторожками, на которых указывают расстояние от заднего (младшего) пикета (например, ПК 4 + 32,48).

В характерных местах рельефа перпендикулярно к направлению трассы разбивают поперечные профили длиной по 20 м в обе стороны от трассы. На поперечных профилях закрепляются деревянными колышками характерные точки рельефа; на колышках подписываются пикетажные обозначения точек (например, $\frac{ПК5 + 23,56}{Л15,7}$) [1].

Разбивка кривых на трассе

В каждой вершине угла поворота по измеренному горизонтальному углу вычисляют угол поворота трассы. По углу Q и радиусу кривой R , задаваемому руководителем практики, вычисляются элементы закруглений: тангенс T , кривая K , биссектриса B и домер D . По вычисленным элементам кривой на местности

выносят главные точки кривой НК, КК и СК, которые закрепляются колышками со сторожками. Далее выполняется расчёт пикетажных обозначений главных точек кривой с обязательным контролем.

Вынос пикетов с тангенсов на кривую выполняется способом прямоугольных координат. Детальная разбивка кривой производится также способом прямоугольных координат; при этом дополнительные точки на кривой закрепляются через каждые 10 м.

Все расчёты элементов кривой, пикетажных обозначений главных точек кривой, исходных данных для выноса пикетов на кривую и детальной разбивки кривой выполняются с помощью микрокалькуляторов непосредственно в поле. Дальнейшая разбивка пикетажа допускается только после завершения расчётов, закрепления на местности главных точек и пикетов, детальной разбивки кривой на каждой вершине угла поворота и выноса пикетов на кривую.

Съёмка полосы местности

Съёмка полосы местности по обе стороны от оси трассы на отстоянии 20 м рекомендуется выполнять способом перпендикуляров (ординат) одновременно с разбивкой пикетажа. Перпендикуляры из характерных точек контуров восстанавливают к оси трассы с помощью угломерных приборов, их длины измеряют рулеткой.

В процессе разбивки трассы и контурной съёмки полосы местности в обязательном порядке ведётся пикетажный журнал в масштабе 1:1000 (прил. 16). Для удобства ведения записей журнал изготавливается в виде полосы миллиметровой бумаги шириной 10 см. В пикетажный журнал заносится ось трассы в виде прямой линии, показывается расположение пикетов, плюсовых точек, точек на поперечниках, вершин углов поворота и их обозначения с элементами кривых, характерных точек ситуации, даются необходимые размеры, полученные в результате съёмки, с пояснительными записями; повороты трассы показываются стрелками.

Нивелирование трассы

Начало трассы (ПК 0) привязывается к ближайшему реперу нивелирной сети или к условному реперу по указанию преподавателя. Нивелирование трассы производят поверенным нивелиром и двухсторонними рейками способом из середины. Расстояние от нивелира до реек принимается в среднем равным 50 м. В нивелирный ход включаются все пикеты, плюсовые точки, точки поперечников.

Установка нивелира на станции производится по круглому уровню. Рейки устанавливаются в отвесное положение на глаз; при отсчётах, больших 1000 мм, рекомендуется покачивать рейки в плоскости визирования, принимая при этом минимальные отсчёты. Перед взятием отсчёта по рейке пузырёк цилиндрического уровня следует тщательно выводить в нуль-пункт с помощью элевационного винта. На связующих точках отсчёты берутся по чёрной и красной сторонам рейки с точностью до 1 мм, на промежуточных – только по чёрной стороне.

Расхождения в превышениях на станции, вычисленных из отсчётов по чёрным и красным сторонам реек, не должны превышать 5 мм.

Если нивелирный ход опирается на одну опорную точку с известной абсолютной меткой, то нивелирование трассы выполняется в прямом и обратном направлениях. В прямом ходе нивелируют все связующие и промежуточные точки, а в обратном – только связующие. Разница в превышениях между одноимёнными связующими точками, определённых из прямого и обратного ходов, не должна превышать 5 мм.

Камеральные работы

Камеральные работы включают обработку журнала нивелирования, построение профиля трассы и построение проектной линии на профиле.

В полевом журнале проверяют все записи и вычисления, сделанные в поле, и выполняют постраничный контроль. Расчёт средних превышений и отметок точек производится с точностью до 1 мм.

Допустимая высотная невязка хода определяется по формуле

$$f_{\text{доп.}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L},$$

где L – длина хода, км.

Отметки связующих точек вычисляются через превышения, а промежуточных – через горизонт инструмента ГИ по формуле соответственно

$$\begin{aligned} \text{ГИ} &= H_z + 3, \\ H_c &= \text{ГИ} - C, \end{aligned}$$

где H_c – отметка промежуточной точки, C – отчет на промежуточную точку.

Разбивка круговой кривой с расчетом основных элементов кривой

При строительстве линейных сооружений, в местах поворота трассы, возникает необходимость разбивки на местности круговых кривых.

Разбивка кривой начинается с разбивки главных точек, т.е. начала кривой A , конца кривой C и середины кривой M (рис. 1, а).

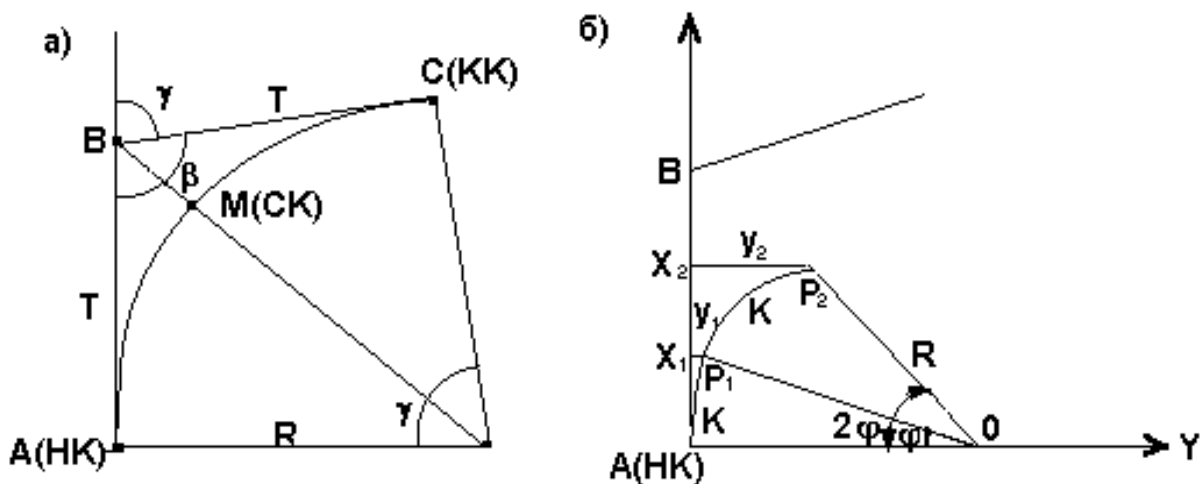


Рис. 1. Разбивка круговой кривой

Для получения этих точек необходимо знать угол поворота $\gamma = 180^\circ - \beta$ и радиус кривой R . Угол β измеряется теодолитом, R задается согласно техническим нормативам. Разбивочными элементами для разбивки главных точек будут являться отрезки $AB = BC = T$, называемые тангенсом, длина кривой $AMC = K$ и биссектриса $BM = B$. Эти элементы могут быть получены по формулам:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2},$$

$$B = R \cdot \left[\operatorname{Sec} \frac{\gamma}{2} - 1 \right],$$

$$K = \frac{\pi R}{180^\circ} \cdot \gamma.$$

Рассчитанные элементы кривой заносят в ведомость прямых и кривых (прил. 15).

Последовательность обработки ведомости прямых и кривых приведена в [6].

На углах поворота (ВУ) производят подготовку к детальной разбивке круговой кривой способом прямоугольных координат, т.е. находят положение ее промежуточных точек с интервалом равным k . Выбор интервала между промежуточными точками должен обеспечить необходимую кривизну.

При определении прямоугольных координат за ось X принимается ось тангенсов, а за ось Y – перпендикуляр к оси тангенсов. За начало системы координат принимается НК для $\frac{1}{2} K$ и КК для второй половины кривой (рис. 2).

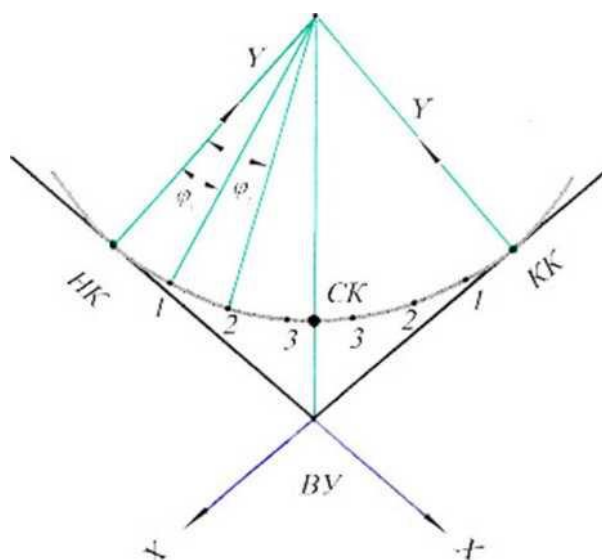


Рис. 2. Система прямоугольных координат

Порядок вычисления координат промежуточных точек:

1. Вычисляют центральные углы φ_i по формуле $\varphi_i = \frac{k_i \cdot 180^\circ}{R \cdot \pi}$
2. Вычисляют координаты промежуточных точек по формулам

$$X_i = R \cdot \sin \varphi_i,$$

$$Y_i = R \cdot (1 - \cos \varphi_i).$$

В табл. 3 показаны расчеты и координаты для промежуточных точек круговой кривой P_1 и P_2 (рис. 1).

Таблица 3

Детальная разбивка кривой при $R = 100$ м и $K = 10$ м

Точки кривой	Расстояние точек от НК и КК, м	x, м	y, м
P_1	10	9,98	0,50
P_2	20	19,87	1,99

Детальная разбивка кривой на местности производится в последовательности:

1. Выносят НК и КК. Для этого с помощью рулетки (безотражательного дальномера) откладывают от ВУ по направлениям к $H_{тр}$ и $K_{тр}$ тангенсы и закрепляют колышками.
2. Откладывают от НК (КК) в направлении к вершине угла (ВУ) координаты X_i в соответствии с интервалом k_i , восстанавливают координаты Y_i .
3. Точки кривой закрепляют.

Совокупность закрепленных точек на местности обозначает круговую кривую.

Так как разбивка пикетажа ведется по кривой, то координаты пикетов, лежащих на кривой, рассчитывают по приведенным выше формулам.

В этом случае за k принимается расстояние от НК (КК) до последующего пикета и расстояние между последующими пикетами как сумма $k_1 + 100$ м (рис. 3).

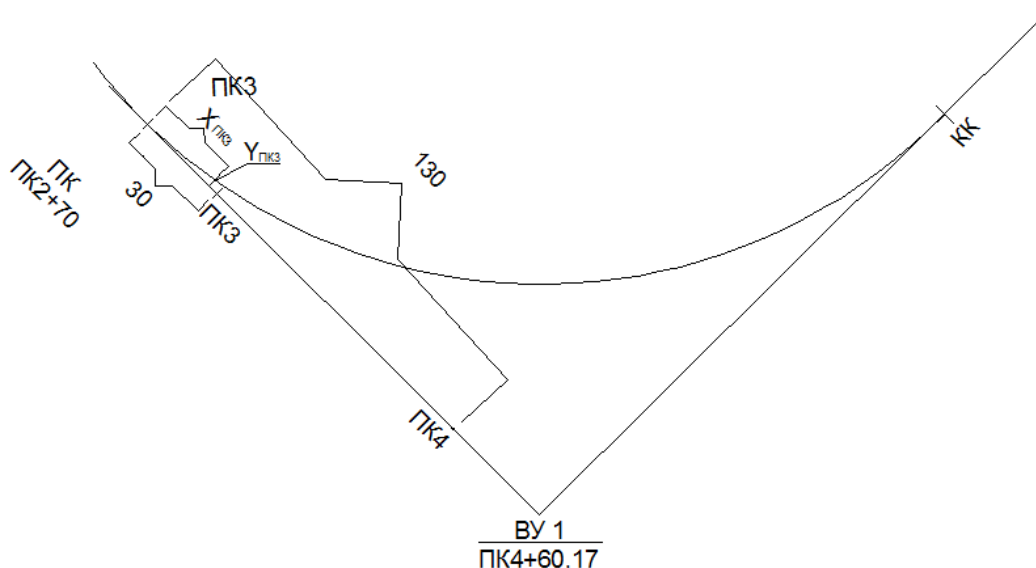


Рис. 3. Вынос ПК на кривую

Вычисление координат для выноса пикетов на кривую приведено в табл. 4.

Таблица 5

Расчет координат пикетов на кривой

Номера пикетов	Длина дуги (от НК или КК), $k_{ПК}$, м	R, м	$\varphi_{ПК}$	$X_{ПК}$	$k - X_{ПК}$	$Y_{ПК}$
ВУ 1						
3	30,00	350	4,91	29,96	0,40	1,28
4	130,00	350	21,28	127,02	2,98	23,86
5	18,40	350	3,01	18,39	0,01	19,83
6	118,40	350	19,38	116,14	2,26	

Построение продольно-поперечного профиля и проектирование трассы линейного сооружения

Построение профиля трассы выполняется на листе миллиметровой бумаги в масштабах: горизонтальном – 1:2000, вертикальном – 1:200; масштаб поперечных профилей – 1:500. Выбирается условный горизонт. Для построения профилей используются данные журнала нивелирования прямого хода (отметки пикетов и плюсовых точек), пикетажного журнала и ведомости углов поворота прямых и кривых.

Поперечные профили строят выше продольного профиля над теми точками трассы, от которых они разбиты на местности. После построения профиля приступают к проектированию трассы линейного сооружения.

А. Рассмотрим пример проектирования трассы самотечного трубопровода.

Проектирование заключается в проведении проектной линии трубопровода и вычислении отметок верха трубы. При этом необходимо соблюдать следующие правила: уклоны проектной линии трубопровода должны быть в одном направлении, при этом проектный уклон не должен быть меньше минимально допустимого уклона; глубина заложения труб должна быть минимальной, но не меньше глубины промерзания грунта; в местах изменения направлений и уклонов трассы, а также на равных участках через 100 метров проектируют смотровые колодцы.

Проектирование начинается с нанесения на профиль начальной глубины заложения трубы (глубина промерзания грунта), затем рассчитывается конечная отметка линии заданного уклона. Все проектные отметки рассчитывают по формуле

$$H_k = H_n + i \times L,$$

где H_n – проектная отметка начальной точки линии данного уклона i ;
 H_k – проектная отметка любой точки этой линии;
 L – расстояние от начальной точки уклона до определяемой точки.

Проектный уклон на некоторых участках трассы рассчитывают по формуле

$$i = (H_k - H_n) / L.$$

Затем рассчитывают глубину заложения трубы (рабочую отметку) на каждом пикете и плюсовой точке:

$$h_{\text{раб}} = H_{\text{абс}} - H_{\text{проект}}.$$

Рабочие отметки подписывают синим цветом над линией трубопровода. Отметки земли и проектные отметки записывают в соответствующие графы с округлением до 1 см. Все линии и подписи, относящиеся к проектной части профиля, выполняются красным цветом.

Б. Рассмотрим пример проектирования трассы автомобильной дороги. При проектировании дорог ставятся требования соблюдения предельно допустимых уклонов, минимальных объемов земляных работ при их нулевом балансе.

После графического задания проектной линии ее уклон i вычисляется по начальной $H_{\text{нач}}$ и конечной $H_{\text{кон}}$ отметкам линии, взятым с профиля, и расстоянию d между точками с этими отметками:

$$u = \frac{H_{\text{кон}} - H_{\text{нач}}}{d}.$$

Полученный уклон округляется до 3-го знака после запятой и по этому значению уклона вычисляют проектные отметки пикетных и плюсовых точек по формуле

$$H_{k+1} = H_k + u \cdot d,$$

где H_k, H_{k+1} – отметки предыдущей и последующих точек;
 d – расстояние между этими точками.

При большой протяженности линейного объекта проектная линия может состоять из нескольких отрезков неодинаковой длины и с разными уклонами.

Вычисленные проектные отметки округляют до 0,01 метра и записывают в соответствующую графу. Рабочие отметки, характеризующие высоту насыпи и глубину выемки на пикете или плюсовой точке, получают, вычитая из проектной отметки фактическую.

Положительные рабочие отметки соответствуют насыпи. Их записывают над проектной линией. Отрицательные рабочие отметки (выемка) записывают ниже проектной линии. Знаки плюс и минус у рабочих отметок не ставятся.

Пересечение проектной линии с линией профиля – точка нулевых работ; она определяется расстоянием x от предыдущего пикета (пикета с меньшим номером) до этой точки по формуле

$$x = \frac{|a|}{|a| + |b|} \cdot d,$$

где a – рабочая отметка на предыдущей точке профиля,
 b – рабочая отметка на последующей точке профиля,
 d – расстояние между точками с отметками a и b , определяемое по профилю.

Величина x округляется до 0,01 метра. Её записывают слева от пунктирной линии, опущенной из точки нулевых работ до линии условного горизонта, справа от этой линии записывают дополнение x до 100 метров.

Оформляется соответствующий раздел отчета [2].

4.4. Нивелирование поверхности с элементами вертикальной планировки

Построение сетки квадратов на местности

Построение сетки квадратов на местности выполняется теодолитом и лентой. Стороны квадратов в зависимости от масштаба съемки и рельефа местности

принимают равными 10, 20, 40 и более метров. В нашем примере рассмотрен вариант разбивки 25 квадратов со сторонами 20 м (рис. 4).

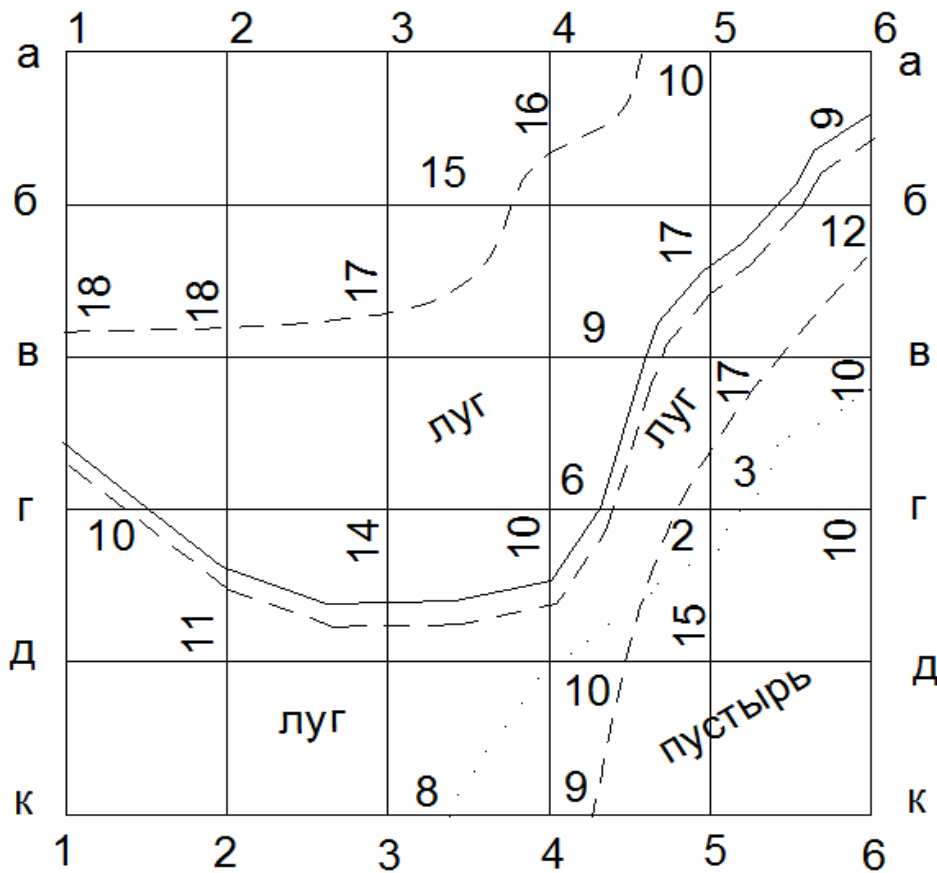


Рис. 4. Полевой абрис разбивки квадратов и съемки ситуации

Выбрав за начальное направление линию а/1 - а/6, через 20 м в ее створе закрепляют вершины, соответствующие точкам а/1, а/2, а/3, а/4, а/5, а/6. В угловых точках а/1 и а/6 строят прямые углы (см. задачу «Построение проектного угла») и откладывают отрезки а/1 - к/1 и а/6 - к/6, закрепляют угловые точки к/1 и к/6. Для контроля измеряют сторону к/1 - к/6, и если ее длина не отличается от проектной более чем на 1:2000 (<5 см на 100 м), то выполняют разбивку точек б/1, б/6, в/1, в/6, г/1, г/6, д/1, д/6 и вешением в соответствующих створах точек б/2, б/3, б/4, б/5; в/2, в/3, в/4, в/5 и т.д.

Колышки забивают в открытой местности вровень с поверхностью земли, рядом забивают колышки – «сторожки», на которых подписывают их обозначения, на застроенной территории используют краску, металлические стержни и др.

Плановое положение элементов ситуации определяют линейными промерами от вершин и сторон квадратов способами прямоугольных координат, линейных засечек и створов (рис. 4).

Нивелирование вершин квадратов и вычисление их отметок

После проложения опорного нивелирного хода, со станций I, II, III производится нивелирование вершин квадратов. Отсчеты по черной стороне рейки, установленной поочередно в вершинах квадратов, записывают в журнале-схеме (рис. 5).

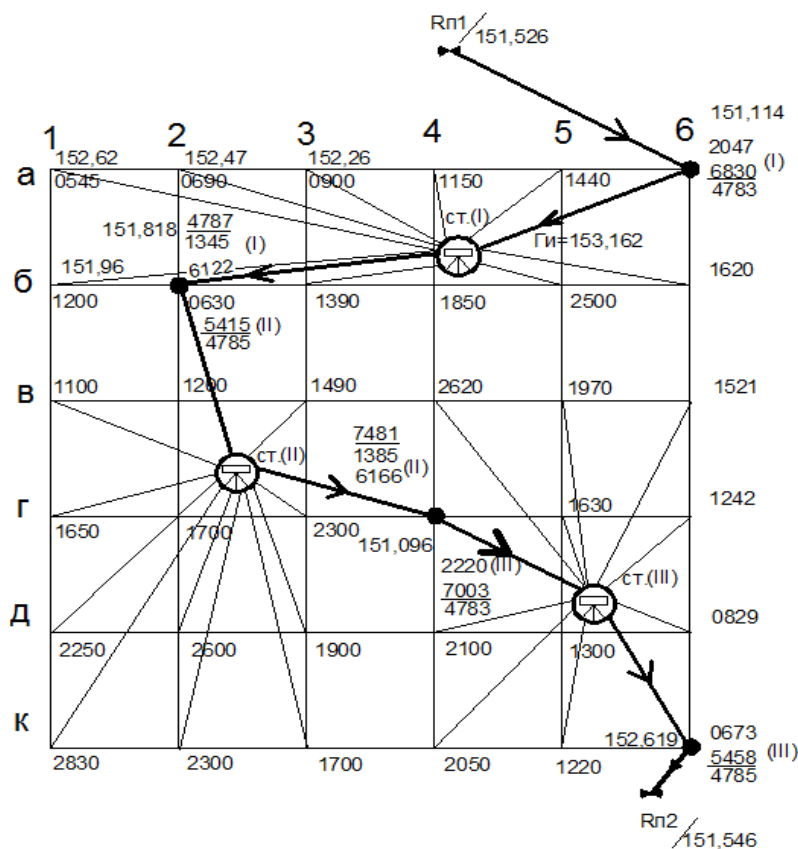


Рис. 5. Схема нивелирования и вычисления отметок связующих точек и вершин квадратов

В табл. 6 приведён обработанный журнал технического нивелирования точек опорного хода.

Абсолютные отметки вершин квадратов вычисляются через горизонт инструмента (ГИ) станции, с которой были занивелированы эти вершины, по формуле $H_i = ГИ - \text{отсчёт}$.

Для вычисления $ГИ_i$ используются абсолютные отметки связующих точек. Так, например $ГИ_{ст1} = 151,114 + 2,047 = 153,161$ м. Для контроля: $ГИ_{ст1} = 151,818 - 1,345 = 153,163$ м. $ГИ^{cp}_{ст1} = 153,162$ м используется для вычисления отметок. Например, $H_{a/1} = 153,162 - 0,545 = 152,617$ м. $ГИ_{ст2} = 153,162 - 0,690 = 152,472$ м и т.д.

Вычисленные абсолютные отметки выписывают с округлением до 0.01 м около соответствующей вершины на «Схеме нивелирования...» (см. рис. 5).

Журнал технического нивелирования

Номер станции	Номер реечных точек	Отсчёты по рейке, мм			Превышения, мм h = 3 - П		Высота Н, м	Номер реечных точек
		задний	передний	промежуточный	h _ч h _{кр}	h _{ср}		
1	Рп1	0425	0840		-0415	+2	151,526	Рп1
		5210	5623			-0414		
2	а/6	4785	4783		-0413	-0412	151,114	а/6
		0923	0219		+0704	+2	151,114	а/6
3	б/2	4782	4786		+0700	+0704	151,818	б/2
		5705	5005			+0702		
4	в/2	1305	2058		-0753	+2	151,818	в/2
		6091	6840			-0751		
5	г/4	4786	4782		-0749	-0749	151,069	г/4
		2666	1119		+1547	+2	151,069	г/4
6	д/6	4784	4782		+1549	+1550	152,619	д/6
		7450	5901			+1548		
7	е/6	0716	1790		-1074	+2	152,619	е/6
		5499	6575			-1075		
8	Рп2	4783	4785		-1076	-1073	151,546	Рп2

$$\frac{\Sigma 3 - \Sigma П}{2} = \frac{\Sigma(+h) - \Sigma(-h)}{2} = \Sigma h_{ср}$$

Построение плана нивелирования поверхности по квадратам

На чертежной бумаге (формат А4) в масштабе 1:1000 вычерчивают сетку квадратов. С абриса переносят ситуацию. У вершин квадратов выписывают соответствующие отметки. Способом графической (с помощью палетки) или аналитической интерполяции проводят горизонтали через 0,25 м.

Составленный план оформляют в туши строго по «Условным знакам». Фрагмент плана показан на рис. 6.

При оформлении плана рекомендуется сетку вычерчивать синим цветом; отметки – черным; горизонтали – коричневым.

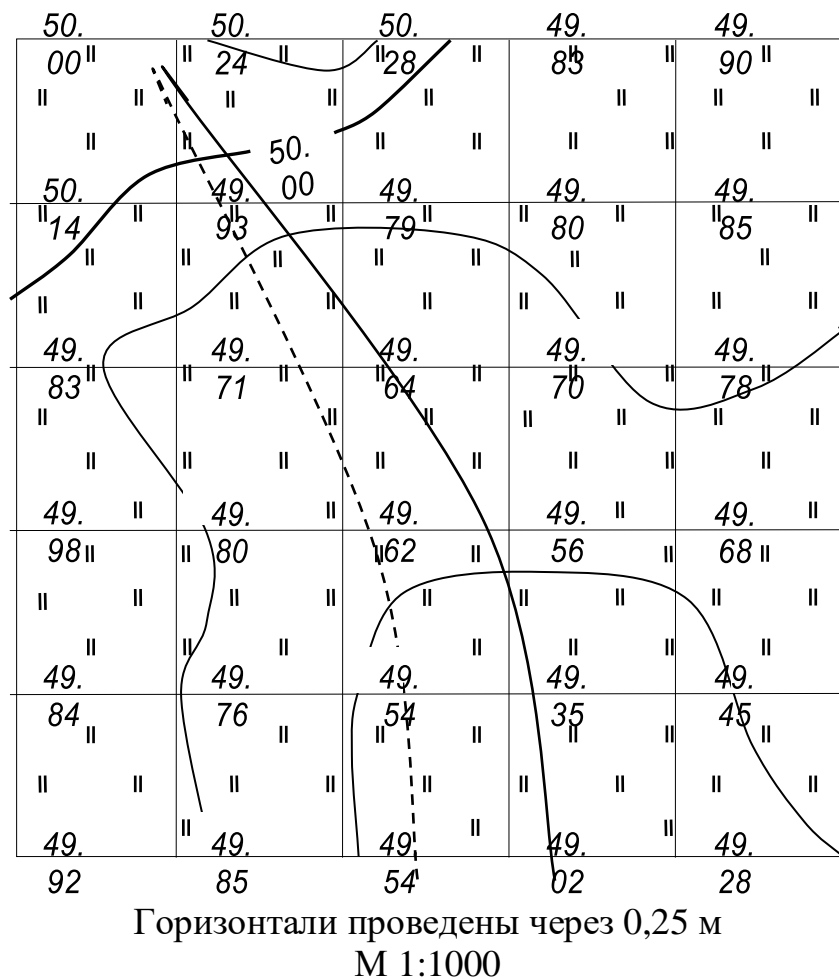


Рис. 6. План нивелирования поверхности по квадратам

Составление проекта вертикальной планировки

В состав проекта вертикальной планировки включают два рабочих чертежа: план организации рельефа и план земляных работ. При разработке плана организации рельефа естественную поверхность называют фактической, а преобразованную – проектной. Проектные и фактические отметки наносят на план в виде дроби с проектной отметкой в знаменателе и фактической – в числителе. Разность между проектной и фактической отметками называют рабочей отметкой. Положительные рабочие отметки определяют высоту насыпи, отрицательные – глубину выемки (срезки). Точка, для которой рабочая отметка равна нулю, называется точкой нулевых работ. Геометрическое место этих точек образует линию нулевых работ [6].

5. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЕДЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРАКТИКИ

К концу практики каждая студенческая бригада составляет отчет по всем видам работ, предусмотренным программой учебной геодезической практики. В отчет включаются все материалы полевых и камеральных работ по разделам, объединяющим отдельные виды работ.

Полевые, вычислительные и графические материалы сопровождаются пояснительной запиской по каждому виду работ. В пояснительной записке приводится задание, описание места производства работ, применяемых приборов и выполненных поверок, методики выполнения полевых измерений и камеральной обработки их результатов. Во введении излагаются цели и задачи практики, дается описание места прохождения практики и перечень выполненных видов работ. В заключении члены бригады должны высказать свое мнение, что дала им учебная практика, и предложения по ее совершенствованию.

Графические материалы должны быть вычерчены в туши в соответствии с требованиями действующих инструкций по производству топографо-геодезических работ с соблюдением установленных условных знаков.

Все материалы практики, включая пояснительную записку, подшиваются в одну папку, на титульном листе которой указывается название отчета, группа, номер бригады и ее состав. Обязательно приводится содержание отчета и список использованной литературы. Нумерация материалов в отчете сквозная.

Материалы отчета должны быть проверены и подписаны всеми членами бригады и руководителем практики. К отчету обязательно прилагаются дневники практики каждого члена бригады.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акинъшин, С. И. Геодезия : учебное пособие / С. И. Акинъшин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 304 с. — ISBN 978-5-4497-1103-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108289.html>
2. Акинъшин, С. И. Геодезия : лабораторный практикум / С. И. Акинъшин. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 144 с. — ISBN 978-5-89040-421-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22653.html>
3. Геодезия. Инженерное обеспечение строительства : учебно-методическое пособие. Практикум / Т. П. Синютина, Л. Ю. Миколишина, Т. В. Котова, Н. С. Воловник. — Москва : Инфра-Инженерия, 2020. — 164 с. — ISBN 978-5-9729-0172-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98395.html>
4. Поклад, Геннадий Гаврилович. Геодезия [Текст] : учеб. пособие : рек. УМО. - Москва : Академический проект : Парадигма, 2011 (Ульяновск : ОАО "Обл. тип. "Печатный двор", 2011). - 537 с. : ил. - (Б-ка геодезиста и картографа). - Библиогр.: с. 525-526 (30 назв.). - ISBN 978-5-8291-1321-6. - ISBN 978-5-902833-23-9 : 697-00.
5. Подшивалов, В. П. Инженерная геодезия : Учебник / Подшивалов В. П. - Минск : Вышэйшая школа, 2011. - 463 с. - ISBN 978-985-06-1957-0. URL: <http://www.iprbookshop.ru/20074.html>
6. Костылев, Владимир Алексеевич. Геодезия [Текст] : учебно-методическое пособие по учебной геодезической практике для студентов первого курса направления подготовки бакалавра 270800.62 "Строительство" / Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2013 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии изд-ва учеб. лит. и учеб.-метод. пособий ВГАСУ, 2013). - 76 с. - ISBN 978-5-89040-440-4 : 23-42.
7. Акинъшин, С. И. Геодезия : Лабораторный практикум / Акинъшин С. И. - Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. - 144 с. - ISBN 978-5-89040-421-3. URL: <http://www.iprbookshop.ru/22653.html>
8. Маринин, Е. И. Инженерная геодезия : Курс лекций / Маринин Е. И. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 80 с. - ISBN 978-5-9585-0575-3. URL: <http://www.iprbookshop.ru/29786.html>

Содержание

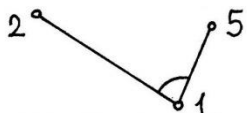
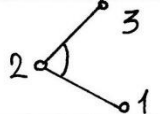
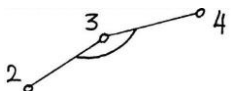
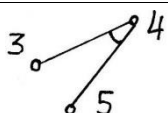
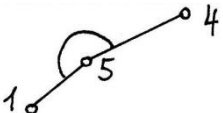
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРАКТИКЕ.....	2
1.1 Цели и задачи практики	2
1.2 Организация практики	3
1.3 Основные требования техники безопасности и охраны окружающей среды	4
2. ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ.....	6
2.1 Порядок проверки технического состояния геодезических приборов при получении их со склада.....	6
2.2 Порядок подготовки приборов для сдачи их на склад	8
3. ПОДГОТОВКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ К РАБОТЕ	8
4. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ	11
4.1 Создание планово-высотной геодезической сети (геодезического обоснования) строительной площадки	11
4.2 Вычисление координат и высот пунктов планово-высотной геодезической сети.....	13
4.3 Геодезическая подготовка проекта к выносу и вынос проекта в натуру	Ошибка! Закладка не определена.
4.4. Продольно-поперечное нивелирование и проектирование трассы линейного сооружения.....	16
4.4. Нивелирование поверхности с элементами вертикальной планировки	23
4.5. Определение положения дополнительных опорных пунктов	Ошибка! Закладка не определена.
4.6 Тахеометрическая съемка	Ошибка! Закладка не определена.
5. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЕДЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРАКТИКИ.....	28
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	29

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица П.1.1

Пример оформления журнала измерения углов и линий теодолитного хода

№№ станций	полуприём	№№ точек визирования	Отсчёты по горизонтальному кругу	Угол в полу-приёме	Средняя величина угла	Длина линии	Отсчёт по вертикальному кругу	Угол наклона линии	Схема
1	КЛ	5	241°50.0'	54°14.0'	54°14.5'	10,80	-0°58'	-0°59'	
		2	187°36.0'			22,96	-1°29'	-1°30'	
	КП	5	61°48.0'	54°15.0'					
		2	7°33.0'						
2	КЛ	1	207°26.0'	80°32.0'	80°32.0'	22,92	+1°31'	+1°30'	
		3	126°54.0'			17,97	+0°17'	+0°16'	
	КП	1	27°26.0'	80°32.0'					
		3	306°54.0'						
3	КЛ	2	67°33.0'	169°07.0'	169°06.5'	17,99	-0°15'	-0°16'	
		4	258°26.0'			18,11	-1°24'	-1°25'	
	КП	2	247°32.0'	169°06.0'					
		4	78°26.0'						
4	КЛ	3	79°52.0'	36°05.0'	36°05.5'	18,09	+1°24'	+1°23'	
		5	43°47.0'			26,96	+1°38,5'	+1°37,5'	
	КП	3	259°53.0'	36°06.0'					
		5	223°47.0'						
5	КЛ	4	71°27.0'	200°04.0'	200°03.5'	26,92	-1°37,5'	-1°38,5'	
		1	231°23.0'			10,78	+1°00'	+0°59'	
	КП	4	251°26.0'	200°03.0'					
		1	51°23.0'						

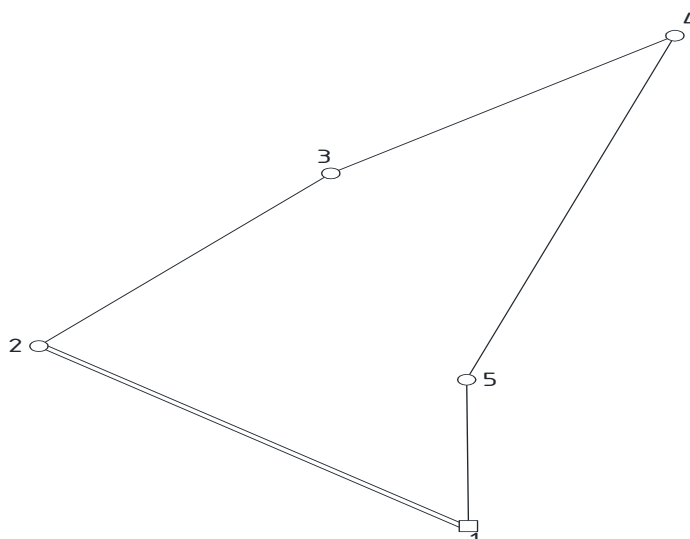
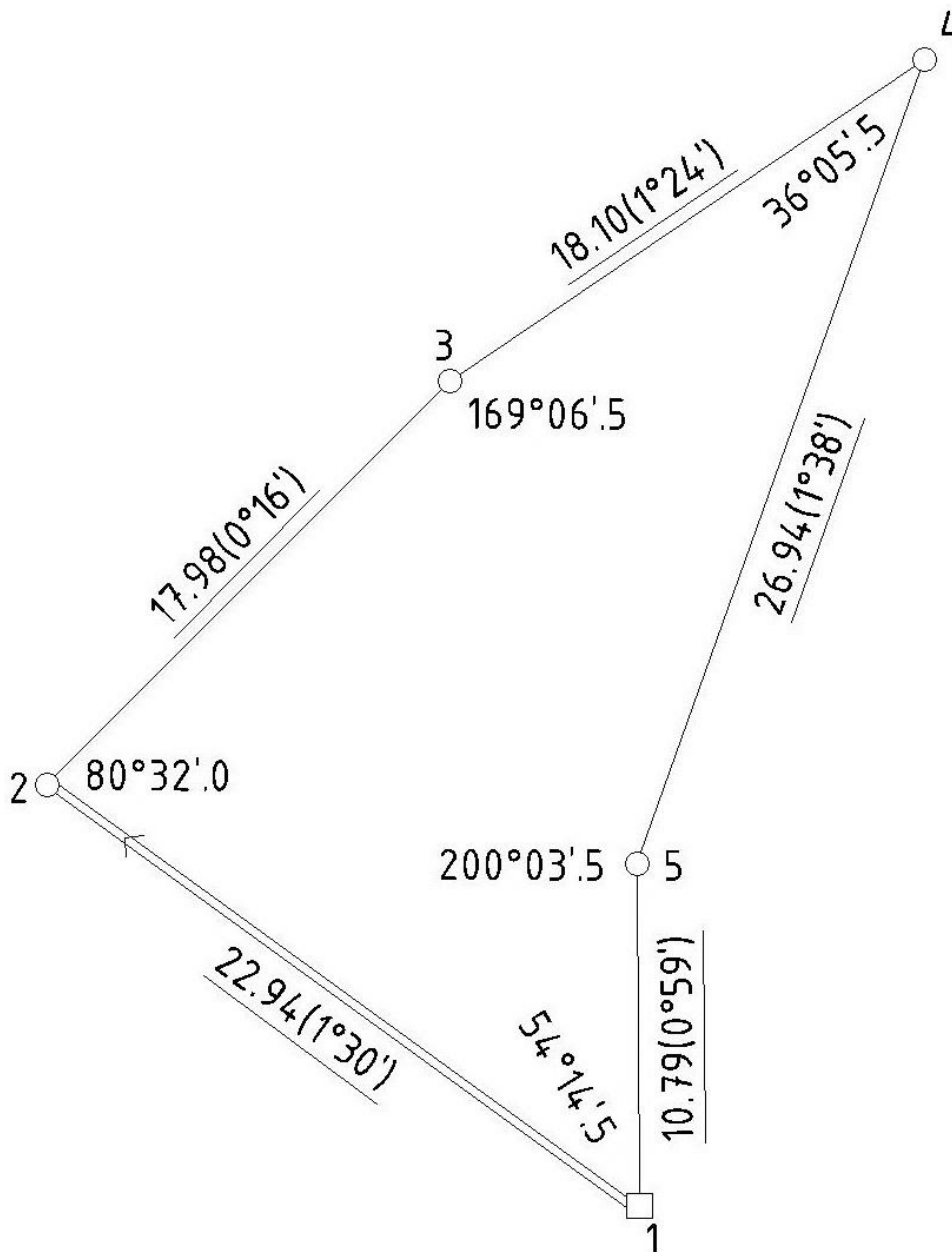


Рис. П.1.1 Схема теодолитного хода



Исходные данные

$$\alpha_{1-2} = 305^{\circ}25'.0$$

$$X_1 = 765.25 \text{ м}$$

$$Y_1 = 477.16 \text{ м}$$

Выполнили студенты 1 курса гр.113 2 бригада
--

Рис. П.2.1 Пример оформления схемы теодолитного хода

Таблица П.3.1

Пример оформления ведомости координат (замкнутый теодолитный ход)

№№ пунктов	Горизонтальные углы (правые)			Дирекционные углы α	Наклонные расстояния, м (углы накл.) $D, (\nu)$	Горизонтальные продолжения, м	Приращения, м						Координаты, м		№№ пунктов	
	Измерен $\beta_{изм}$	Попр V_{β} \pm	Исправл $\beta_{испр}$				Вычисленные \pm			Исправленные \pm			x	y		
							$\Delta x_{выч} = D \cos \alpha$	Попр $V_{\Delta x}$	$\Delta y_{выч} = D \sin \alpha$	Попр $V_{\Delta y}$	Δx	Δy				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	54°14.5'	-0.4'	54°14.1'											765.25	477.16	1
				305°25.0'	22.94 (1°30')	22.93	+13.29	-0.02	-18.69	0.00	+13.27	-18.69				
2	80°32.0'	-0.4'	80°31.6'											778.52	458.47	2
				44°53.4'	17.98 (0°16')	17.98	+12.74	-0.01	+12.69	+0.01	+12.73	+12.70				
3	169°06.5'	-0.4'	169°06.1'											791.25	471.17	3
				55°47.3'	18.10 (1°24')	18.09	+10.17	-0.02	+14.96	+0.01	+10.15	+14.97				
4	36°05.5'	-0.4'	36°05.1'											801.40	486.14	4
				199°42.2'	26.94 (1°38')	26.93	-25.35	-0.01	-9.08	+0.02	-25.36	-9.06				
5	200°03.5'	-0.4'	200°03.1'											776.04	477.08	5
				179°39.1'	10.79 (0°59')	10.79	-10.79	0.00	+0.07	+0.01	-10.79	+0.08				
1	54°14.5'	-0.4'	54°14.1'											765.25	477.16	1
Σ	540°02.0'	-2.0'	540°00.0'			96.72	+0.06	-0.06	-0.05	+0.05	0.00	0.00				
Σ_r	540°00.0'						0.00		0.00		$\Sigma \Delta x_i = 0$	$\Sigma \Delta y_i = 0$				
f_{β}	+2.0'					$f_x =$	+0.06		$f_y =$	-0.05						
$f_{\beta^{дон}}$	$\pm 2.4'$															

$\Sigma \beta_i = 180^\circ(n+2) = 180^\circ \times (5-2) = 540^\circ 00.0'$
 Невязка угловая (f_{β}) = $540^\circ 02.0' - 540^\circ 00.0' = \pm 2.0'$
 $f_{\beta^{дон}} = \pm 1' \cdot \sqrt{n} = \pm 1' \cdot \sqrt{5} = \pm 2.4'$

$$f_{abc} = \pm 1' \cdot \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2} = \sqrt{0,06^2 + 0,05^2} = \pm 0,08$$

$$f_{отн} = \frac{f_{abc}}{\Sigma D} = \frac{1}{\Sigma D : f_{abc}} = \frac{1}{96,72/0,08} = \frac{1}{1200}$$

Пример оформления журнала технического нивелирования

№№ станций	№№ реечных точек	Отсчеты по рейке, мм			Превышения, мм (±) h=З-П		Вы- соты, Н, м	№№ реечных точек
		Зад- ний З	Перед- ний П	Промежу- точный Пр	hч hk	hср		
1	1	1057	1662		-0605	-0605	160,440	1
	2	5841	6446		-0605	+2	159,837	2
		4784	4784			-0603		
2	2	1457	1354		0103	0103	159,837	2
	3	6240	6138		0102	+1	159,941	3
		4783	4784			0104		
3	3	909	1303		-0394	-0395	159,941	3
	4	5692	6087		-0395	+2	159,548	4
		4783	4784			-0393		
4	4	1958	1219		0739	0740	159,548	4
	5	6741	6000		0741	+1	160,289	5
		4783	4781			0741		
5	5	1583	1435		0148	0149	160,289	5
	1	6369	6219		0150	+2	160,440	1
		4786	4784			0151		
	Σ	37847	37863		$\Sigma h_{ср} = f_h =$		-8 мм	

$$\Sigma h_{испр} = 0 \text{ мм}$$

$$\text{Контроль: } \frac{\Sigma \text{З} - \Sigma \text{П}}{2} = \frac{37847 - 37863}{2} = \frac{-16}{2} = -8 \text{ мм}$$

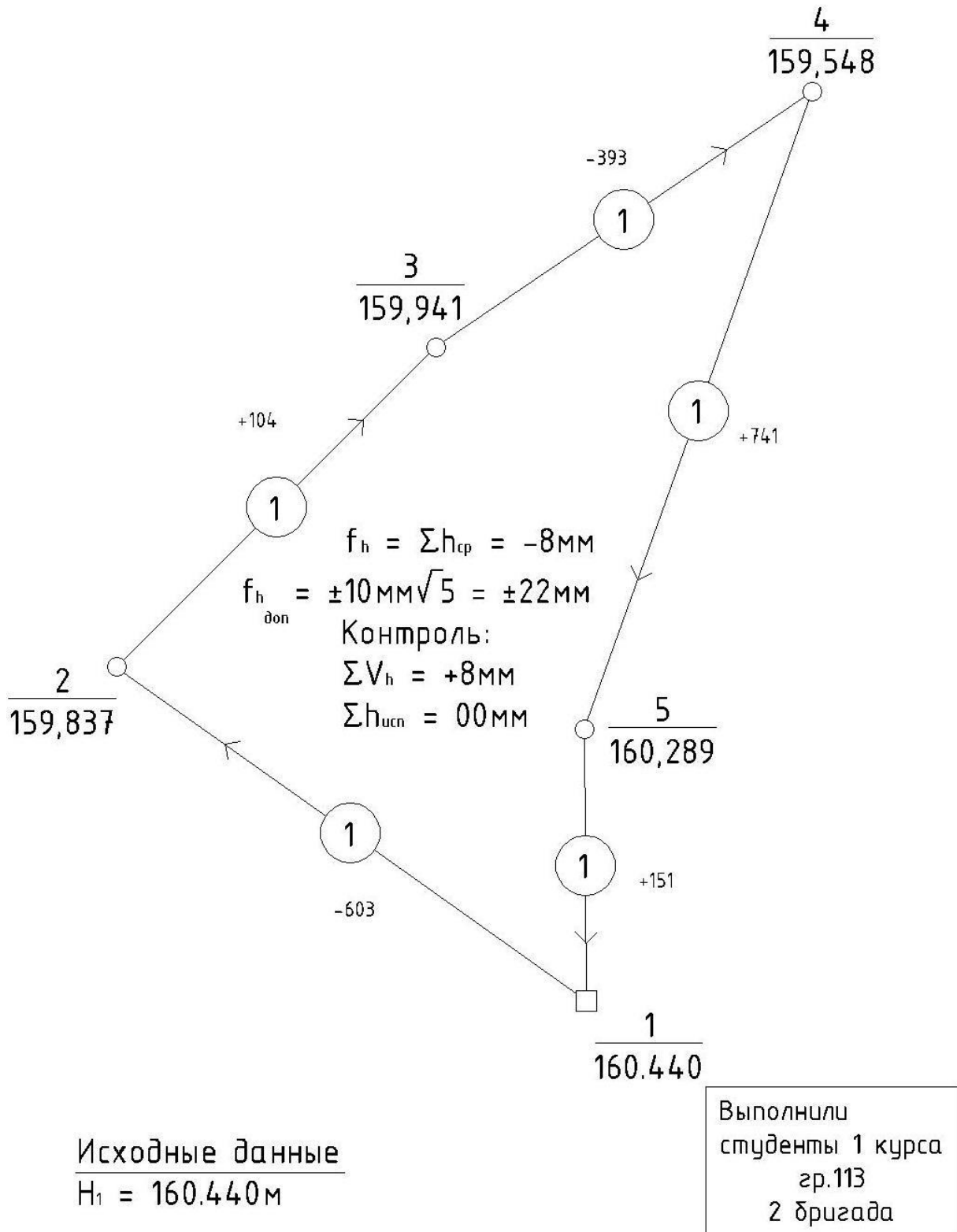


Рис. П.5.1 Пример оформления схемы нивелирного хода

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для прохождения учебной практики
для студентов направления подготовки
21.03.02 «Землеустройство и кадастры»
всех форм обучения**

Составитель:
Васильчикова Екатерина Владимировна