

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА

Методические указания

для прохождения ознакомительной практики

для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки: 21.03.03

**«Геодезия и дистанционное зондирование» профиль: «Геодезия» всех форм
обучения**

ВОРОНЕЖ 2022

УДК 528.3
ББК 26.12я7

Составители: В.В. Шумейко, И.В. Нестеренко

Геодезическая практика: метод. Указания для прохождения ознакомительной практики для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки: 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» профиль: «Геодезия» всех форм обучения / сост.: В.В. Шумейко, И.В. Нестеренко; ВГТУ. – Воронеж. Изд-во ВГТУ, 2022. – 38 с

В методических указаниях предусмотрены для прохождения ознакомительной практики. В ней представлен порядок прохождения практики, состоящей из полевых и камеральных работ. Описывается методика выполнения проверок 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. Предназначены для студентов направления 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» профиль «Геодезия».

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

Библиогр.: 8 назв Рис. 6

УДК 528.3
ББК 26.12я7

Рецензент: Т.Б. Харитоновна – канд. техн. наук, доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии.

*Издается по решению учебно-методического совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Завершающим и промежуточным этапом изучения дисциплины «Геодезия» является ознакомительная практика. В процессе прохождения практики студенты закрепляют, расширяют и углубляют теоретические знания, самостоятельно выполняют топографические и инженерно-геодезические работы в условиях, приближенных к производственным. Ознакомительная практика состоит из двух частей.

Изложение материала ведется по видам работ с учётом специфик конкретных видов геодезических работ.

Даны методические указания по решению общих геодезических и конкретных инженерно-геодезических задач.

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, с появлением современных геодезических приборов, требования к геодезистам значительно повысились. Если раньше геодезист 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 ознакомительной практики включены задания с элементами исследовательского характера.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРАКТИКЕ

Цели и задачи практики

Целью ознакомительной практики является закрепление материалов теоретического курса «Геодезия», ознакомление студентов с полевыми методами геодезических работ.

Задачами ознакомительной 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 ознакомительной 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 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 ознакомительной 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.

Организация практики

Ознакомительная 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.

Обязанности студентов на практике

Чёткая организация и слаженность работы в бригаде являются непременным условием успешного прохождения студентами учебной геодезической практики. При этом важная роль отводится бригадиру, который организует работу с учётом равномерного участия членов бригады во всех видах работ, ведёт рабочий дневник и табель выходов членов бригады на работу, поддерживает учебную и производственную дисциплину в бригаде.

После проведения руководителем инструктажа по технике безопасности бригадир получает в геокамере под расписку необходимые приборы и принадлежности. В дальнейшем в его обязанности входит обеспечение правильного их хранения и использования. По окончании полевых работ бригадир сдаёт приборы в геокамеру в сохранности.

Каждый студент к началу практики должен подготовить все необходимые чертёжные инструменты и принадлежности, чертёжную и писчую бумагу, учебник, учебное пособие, конспект и т.п. Студент должен строго соблюдать установленный распорядок дня и трудовую дисциплину, выполнять правила техники безопасности и охраны природы и окружающей среды, проявлять сознательное отношение к порученному делу, бережно относиться к геодезическим приборам и принадлежностям.

Каждый студент должен принимать личное участие в выполнении всех видов полевых и камеральных работ, предусмотренных программой практики, в установленные календарным планом сроки. Студент несёт личную ответственность за порученную ему часть работы, так как от качества и своевременности её выполнения зависит в конечном итоге успех работы бригады в целом.

Пропуски и опоздания студентов на практику без уважительных причин недопустимы. Студенты, систематически допускающие нарушения трудовой и учебной дисциплины, правил техники безопасности и охраны природы и окружающей среды, отстраняются руководителем от дальнейшего прохождения практики

Основные требования техники безопасности и охраны окружающей среды

В процессе прохождения ознакомительной практики 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 ящиков 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 надежно 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 ознакомительной практики каждая бригада должна получить на складе следующие геодезические приборы и принадлежности:

- штатив с нитяным отвесом;
- теодолит 2Т30 или 2Т5К;
- 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 обнаруже-

нии 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 выдвигении ножек штатива не следует делать больших усилий, так как можно сорвать стопорные приспособления. Штатив необходимо держать в вертикальном положении, чтобы при выдвигении ножек не нанести себе травму. Если ножки не выдвигаются, нужно ослабить сцепление, слегка покачивая их вправо и влево, держась за концевики. После выдвигения 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 (2Т5К)

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 становым 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 так же 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 проверки 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.

$$\Delta l_k = l - l_0. \quad (3.1)$$

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 сходить 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

$$C = \frac{КЛ - КП \pm 180^\circ}{2}. \quad (3.2)$$

Если величина C превышает удвоенную точность отсчета, необходимо произвести исправление. Для этого вычисляют исправленный отсчет по гори-

горизонтальному кругу: $K_{\text{Писпр}} = K_{\text{П}} + C$ или $K_{\text{Лиспр}} = K_{\text{Л}} - C$, 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.

Подъёмными 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 подъёмными 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 колышками.

Нивелир устанавливают по середине линии и определяют превышение между точками:

$$h = 3 - П. \quad (3.3)$$

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:

$$З_1 = П_1 + h. \quad (3.4)$$

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 поверок нивелира заносятся в рабочую тетрадь бригады.

4. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ

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

Подготовительные работы

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

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 колышками, забиваемыми вровень с поверхностью земли; центр обозначается

гвоздём, забиваемым в торец колышка. 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 вежу и из отсчета на заднюю вежу вычитают отсчет на переднюю. Наведение делается на нижнюю часть вежи. При небольших расстояниях вместо вежи 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 веже 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	Полу-прием	Номер пунктов	Отсчеты по ГК	Угол, β	Средний угол, βср	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 станций	Номера реечных точек	Отсчеты по рейке, мм			Превышения, мм (±) $h=3\text{-П}$		Высоты, Н, м	Номера реечных точек
		задний З	передний П	Промежуточный Пр	$h_{\text{ч}}$ $h_{\text{к}}$	$h_{\text{ср}}$		
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 (Н) 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 сто-

ронам 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.

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.

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.

Оформляется соответствующий раздел отчета.

4.2. Геодезическая подготовка проекта к выносу и вынос проекта в натуру

Подготовительные работы

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

Полевые работы

Вынос проекта в натуру

Вынос проекта в натуру выполняется от закрепленных на местности пунктов геодезического обоснования. Каждая вершина проектного сооружения выносится по разбивочным элементам с двух пунктов геодезического обоснования.

Обычно используют способ полярных координат. Установив и отцентрировав теодолит над пунктом геодезического обоснования, ориентируют лимб нулем на соседний пункт. Поворачивают зрительную трубу на необходимый угол (согласно разбивочной схеме) и в створе визирной оси откладывают лентой или рулеткой нужное расстояние. Закрепляют вершину колышком. Последовательно выносятся все вершины проектного сооружения.

После этого делается исполнительная съемка: измеряются длины сторон и внутренние углы сооружения по вынесенным осям. Фактические параметры должны соответствовать проектным (допускаются небольшие отклонения). Заключительным этапом полевых работ является закрепление разбивочных осей проектного сооружения на местности.

Камеральные работы

Камеральные работы разделяются на две части. Первая часть предшествует полевым работам. Это подготовительные расчеты, необходимые для выноса проекта в натуру.

Вторая часть выполняется по окончании полевых работ и включает в себя исполнительные схемы вынесенных на местность вершин и осей проектного сооружения.

Геодезическая подготовка проекта к выносу

Геодезическая подготовка проекта к выносу производится на основе плана геодезического обоснования, выполненного бригадой. На плане размещается здание прямоугольной формы заданного размера и обозначаются разбивочные оси. Необходимо определить по плану графические координаты и вычислить проектные координаты вершин сооружения. Затем нужно построить на плане проектный контур сооружения по проектным координатам, который должен совпасть с предварительным контуром с точностью до 1-2 мм.

Далее следует рассчитать разбивочные элементы (α и d) для каждой вершины сооружения решением обратных геодезических задач по проектным координатам его вершин и координатам геодезических пунктов. Рассчитывается румб направления нужной линии через разность координат ее начала и конца:

$$r = \operatorname{arctg} \frac{\Delta y}{\Delta x}. \quad (4.2)$$

По знакам приращений координат определяю четверть, где находится румб r , и по соответствующей формуле рассчитывается дирекционный угол α данного направления.

Горизонтальное проложение линии d определяют по любой из формул:

$$d = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}; d = \frac{\Delta x}{\cos r}; d = \frac{\Delta y}{\sin r}. \quad (4.3)$$

Все расчеты выписываются в таблицы, и составляется разбивочный чертеж (прил. 11), на котором показываются все необходимые для разбивок данные.

После проверки расчетов руководитель практики разрешает приступить к выносу проекта в натуру.

По результатам исполнительной съёмки вычерчиваются исполнительные схемы вершин и разбивочных осей проектного сооружения и их закрепления на местности.

Оформляется соответствующий раздел отчета.

4.3. Тахеометрическая съёмка

Подготовительные работы

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

Полевые работы

Полевые работы при тахеометрической съемке включают в себя рекогносцировку местности, создание сети съемочного обоснования и съемку ситуации и рельефа.

Рекогносцировка включает в себя знакомство с местностью в районе будущей съемки, отыскание пунктов обоснования и выбор места для закрепления точек съемочной сети. Эти точки следует располагать по возможности на возвышенных местах с хорошим обзором местности с учетом обеспечения взаимной видимости между смежными точками.

При рекогносцировке направление и форму тахеометрического хода выбирают так, чтобы с его вершин имелась максимальная возможность съёмки подробностей. Точки хода закрепляют временными центрами.

Съёмочное обоснование развивают в виде замкнутого или разомкнутого тахеометрического хода, опирающегося на пункты геодезической основы.

Длину сторон тахеометрического хода измеряют лентой или нитяным дальномером прямо и обратно по двум рейкам. Одновременно определяют вертикальный угол при одном положении зрительной трубы теодолита. Результаты наблюдений записывают в специальный журнал.

Горизонтальные углы при вершинах тахеометрического хода измеряют так же, как и при вершинах теодолитного - одним приёмом с перестановкой лимба между полуприёмами примерно на 90° . Угловая невязка тахеометрического хода не должна превышать $f\beta = 1'\sqrt{n}$, где n - число вершин.

Привязку тахеометрического хода к геодезической основе осуществляют так же, как и теодолитного хода.

Высотные отметки точек тахеометрического хода определяют тригонометрическим (геодезическим) нивелированием.

Вертикальные углы измеряют теодолитом при двух положениях круга. Среднюю горизонтальную нить сетки наводят на высоту прибора, заранее отмеченную на вешке.

Превышения между точками тахеометрического хода определяют в прямом и обратном направлениях. Контролем правильности измерения вертикальных углов на станции является постоянство места нуля вертикального круга (колебания M_0 допустимо в пределах $\pm 2'$).

Результаты измерений записывают в журнал тахеометрической съемки.

Таблица 3

Журнал тахеометрической съемки

Станция т. III

18 июля 2002 г.

 $H = 435,57$ м $i = 1,42$ м $V=i$

МО = 0°0Г

Теодолит 2Т30 № 05784

№ точки визирова- ния	Отсчеты по кру- гу		Дально- мер- ные расстоя- ния $L = Kп, м$	Угол накло- на V	Гори- зонт, проло- жение $d, м$	Пре- выше- ние $h,$ м	Абсо- лютная отметка $H, м$	Примечание
	гори- зон- таль- ному	верти- каль- ному						
I	2	3	4	5	6	7	8	9
т. II	0°00'							
28	12°32'	+2°03'	37,2	+2°02'	37,2	+1,32	436,89	лощина
29	47° 16'	+5°27'	54,3	+5°26'	53,8	+5,13	440,70	дорога
52	342° 12'	-2°04'	78,3	-2°05'	78,2	-2,84	431,15	граница ле- са ($V=3,00$ м)
т. II	0°0'							

Лимб ориентирован по т. II при КЛ

Съёмка контуров и рельефа местности производится после того, как выполнены все работы на станции, относящиеся к проложению хода.

Съёмку подробностей проводят полярным способом. Если съёмочное обоснование развивается одновременно с производством самой съёмки, то при работе на станции прежде выполняют все действия, связанные с проложением тахеометрического хода, а потом приступают к съёмке подробностей.

Реечные точки со станции теодолитного или тахеометрического хода определяют в следующем порядке:

1) лимб теодолита ориентируют на заднюю или переднюю точку, т.е. при нулевом отсчёте по горизонтальному кругу визирную ось трубы вращением лимба наводят на заднюю или переднюю точки съёмочного обоснования;

2) вращая алидаду по ходу часовой стрелки, вертикальную нить сетки наводят на рейку, стоящую на реечной точке, и берут отсчёт по горизонтальному кругу (КЛ) с точностью до 1';

3) определяют расстояние по дальномеру;

4) среднюю горизонтальную нить сетки наводят на высоту прибора, отмеченную на рейке, а если это невозможно, то на верх рейки и снимают отсчёт по шкале вертикального круга. Место нуля заранее определяют на каждой станции.

Чтобы убедиться в неподвижности лимба теодолита, после взятия всех реечных точек на данной станции вертикальную нить сетки наводят на начальную точку и берут отсчёт по лимбу горизонтального круга. Взятый отсчёт не должен

отличаться от начального более чем на 1,5', в противном случае всю работу на станции переделывают.

Предельные расстояния от инструмента до рейки на точке местности для съёмки рельефа не должны превышать 100 м, для съёмки контуров - 60.100 м.

Если съёмка местности производится после проложения хода, то на каждой станции, кроме ориентирования лимба, определяют место нуля, а также измеряют высоту инструмента и отмечают её на дальномерной рейке.

При съёмке рельефа и контуров следует соблюдать требования, приведённые в Руководстве по топографическим съёмкам.

Съёмке подлежат все контуры местности, выражающиеся в масштабе плана.

Съёмка архитектурных выступов и уступов зданий и сооружений выполняется в случае, если величина их более 0,5 мм на плане соответствующего масштаба. Съёмке подлежат отдельно стоящие деревья. В масштабах 1:500, 1:200 снимаются все мачты и столбы электролиний и линий связи. Съёмка рек, ручьёв, канав при ширине их более 3 мм на плане ведётся по двум сторонам, а при ширине 1...3 мм - на одной стороне. Съёмке не подлежат временные сооружения. Кроме основного, полярного способа съёмки контуров, могут быть использованы другие способы (линейной засечки, угловой засечки, прямоугольных координат и т.д.).

При съёмке рельефа местности речные точки берут на всех его характерных точках и линиях, вершинах и подошвах холмов, дне и бровках котловин и оврагов, перегибах скатов, водораздельных линиях и тальвегах (водосливных линиях). Число речных точек должно быть строго необходимым и достаточным для изображения рельефа с заданной точностью. Правильное решение этого вопроса во многом зависит от опыта производителя работ.

Число речных точек зависит от масштаба плана и высоты сечения рельефа. Чем крупнее масштаб и меньше высота сечения рельефа, тем большее число речных точек требуется. Однако при съёмке в любом масштабе требуется обобщение рельефа. При слабовыраженном рельефе речные точки располагаются на расстояниях не более 20 м при съёмке в масштабе 1:500 и 30 м при съёмке в масштабе 1:1000.

Во избежание пропуска в съёмке местности, находящейся между станциями, необходимо предусмотреть перекрытие речных точек, определяемых с этих станций.

Наблюдение речных точек производят при одном положении вертикального круга (при котором лимб был ориентирован на данной станции), при этом производят отсчёты по дальномерной рейке, по горизонтальному и вертикальному кругам.

Если речная точка берётся только для съёмки контура, то отсчёт по вертикальному кругу не производят. Порядок работы на станции при наборе речных точек такой же, как и при наблюдении на станциях.

Все данные измерений по проложению тахеометрического хода и по съём-

ке подробностей заносят в полевой журнал тахеометрической съёмки. На соответствующей странице журнала в карандаше вычерчивают схему тахеометрического или теодолитного хода.

Вместе с журналом съёмки подробностей для каждой станции вычерчивают абрис (кроки). Ведение кроки является весьма ответственной частью съёмки, так как по нему составляют топографический план при выполнении камеральных работ.

Предметы и контуры местности на кроки показывают условными знаками и соответствующими надписями (пашня, луг и т.д.). Формы рельефа на кроки схематически представляют соответствующими горизонталями. Одновременно стрелками показывают направления скатов, а пунктиром - основные скелетные линии рельефа (водоразделы и водосливы).

Нумерация реечных точек в журнале должна быть общая (сквозная) для всех станций.

Камеральные работы

Камеральные работы складываются из вычислений и графических построений. В результате вычислений определяют плановые координаты (X , Y) и отметки (H) пунктов съёмочного 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.

Построение топографического плана

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

Построение координатной сетки и нанесение пунктов съёмочного обоснования на план выполняется по тем же правилам, что и построение геодезического обоснования. 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).

Затем, от каждого пункта съемочного обоснования, с помощью транспортира, циркуля-измерителя и поперечного масштаба, наносят реечные точки, номера которых подписывают рядом. Согласно абрису вычерчивают ситуацию, используя условные топографические знаки.

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

Оформляется соответствующий раздел отчета.

4.4. Нивелирование поверхности с элементами вертикальной планировки

Подготовительные работы

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

Получить задание.

Полевые работы

Рекогносцировка и построение сетки квадратов на местности

Рекогносцировка производится бригадой в полном составе под руководством преподавателя, который указывает границы участка съёмки, исходные геодезические пункты и условия построение сетки квадратов.

Построение сетки квадратов на местности выполняется теодолитом и лентой. Стороны квадратов в зависимости от масштаба съёмки и рельефа местности принимают равными 10, 20, 40 и более метров. В нашем примере рассмотрен вариант разбивки 25 квадратов со сторонами 20 м.

Выбрав за начальное направление линию $a/1 - a/6$, через 20 м в ее створе закрепляют вершины, соответствующие точкам $a/1, a/2, a/3, a/4, a/5, a/6$. В угловых точках $a/1$ и $a/6$ строят прямые углы (см. задачу «Построение проектного угла») и откладывают отрезки $a/1 - k/1$ и $a/6 - k/6$, закрепляют угловые точки $k/1$ и $k/6$.

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.

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

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

Вычисленные абсолютные отметки выписывают с округлением до 0.01 м около соответствующей вершины.

Камеральные работы

Камеральные работы складываются из построения плана нивелирования поверхности по квадратам и составления проекта вертикальной планировки участка местности.

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 горизонтالي через 0,25 метров.

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

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.

Оформляется соответствующий раздел отчета.

4.5. Продольно-поперечное нивелирование и проектирование трассы автомобильной дороги

Подготовительные работы

Изучить правила техники безопасности и охраны окружающей среды. Выполнить поверку теодолитов и нивелиров, прокомпарировать мерные 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 мерной рулеткой 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, $\frac{ПК5 + 23,56}{Л15,7}$).

Разбивка круговых 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 отвода

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. 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

$$f_{h_{\text{доп.}}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad (4.4)$$

где L – длина хода, км.

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

$$\text{ГИ} = H_z + 3. \quad (4.5)$$

$$H_c = \text{ГИ} - C. \quad (4.6)$$

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

Построение продольно-поперечного профиля и проектирование трассы автомобильной дороги

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 профи-

лей 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 автомобильной дороги.

При проектировании автомобильных дорог ставятся требования соблюдения предельно допустимых уклонов, минимальных объемов земляных работ при их нулевом балансе.

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

$$u = \frac{H_{\text{кон}} - H_{\text{нач}}}{d}. \quad (4.7)$$

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

$$H_{k+1} = H_k + u \cdot d. \quad (4.8)$$

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

$$x = \frac{|a|}{|a| + |b|} \cdot d. \quad (4.9)$$

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.

5. РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА МЕСТНОСТИ

Кроме основных съёмочных работ каждая бригада должна выполнить комплекс инженерно-геодезических задач, включающих:

- 1) перенесение на местность проектной отметки;
- 2) определение неприступного расстояния;
- 3) определение высоты сооружения;
- 4) определение крена сооружения;
- 5) вынос в натуру линии заданного уклона с помощью теодолита.

Перечень инженерных задач, предлагаемых студентам для решения на местности, может быть расширен.

Руководителем практики выдается индивидуальное задание каждому члену бригады, причем студент должен самостоятельно теоретически обосновать и практически выполнить поставленную перед ним задачу. Разработка задачи выполняется непосредственно самим студентом, а реализация ее решения на местности – с привлечением других членов бригады под руководством разработчика.

Перенесение на местность проектной отметки

Перенесение на местность проектной отметки производится при выносе в натуру проектов вертикальной планировки, при установке на заданную отметку отдельных деталей конструкций зданий и сооружений.

Пусть требуется перенести на местность проектную отметку H_B , т.е. забить в точке В колышек, верхний срез которого будет иметь отметку H_B (рис. 4).

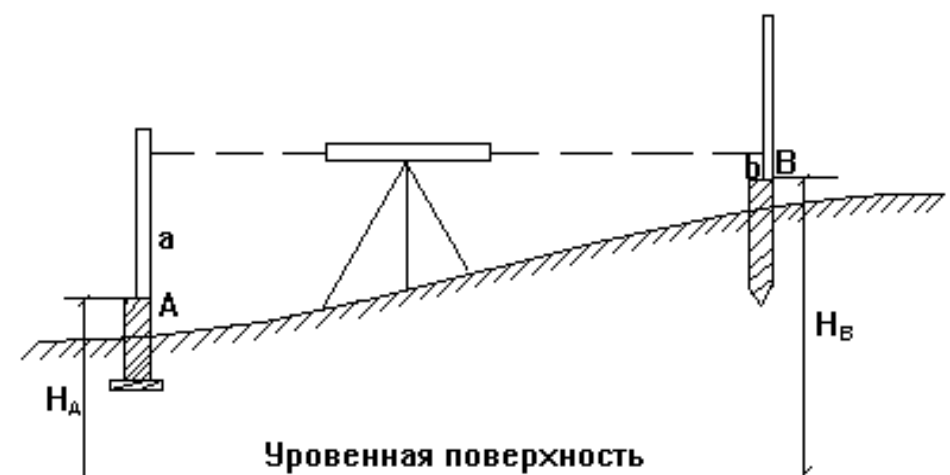


Рис. 1. Перенесение на местность проектной отметки

Для этого между репером А с известной отметкой H_A и точкой В устанавливают нивелир. По рейке, стоящей на репере, производят отсчет a и вычисляют отсчет $b = H_A + a - H_B$. После этого в точке В забивают кол так, чтобы отсчет по рейке, установленной на нем, был равен вычисленному b , при котором высота пята рейки и будет равна проектной отметке.

Контролем выноса отметки является сравнение превышения между точками А и В, которое получается теоретически, как $h = H_B - H_A$, и практически, как разность отсчетов по рейкам, установленным на точках А и В, т.е. $h = a' - b'$.

Определение неприступного расстояния

А. По теореме синусов.

В практике геодезических измерений бывают случаи, когда измерить непосредственно линию на местности нельзя, например, через реку, овраг и т.д. (рис. 2).

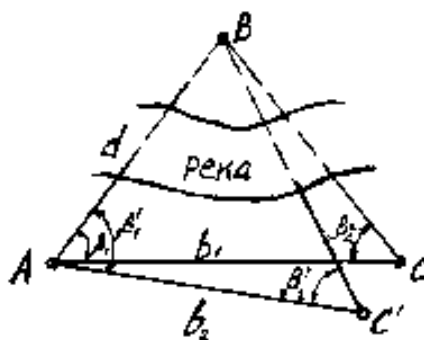


Рис. 2. Определение неприступного расстояния по теореме синусов

В таком случае задачу можно решать по теореме синусов. Для определения расстояния $AB = d$ измеряют лентой расстояние $AC = b_1$, называемое базисом, и теодолитом горизонтальные углы β_1 и β_2 между базисом и направлением на точку В. Длину базиса выбирают так, чтобы угол при точке В был близок к 90° . Искомое расстояние найдется из треугольника ABC по формуле

$$d = \frac{b_1 \cdot \sin \beta_2}{\sin(\beta_1 + \beta_2)}. \quad (5.1)$$

Для контроля определения расстояния d произвольно смещают на небольшое расстояние точку С в положение C' и в полученном треугольнике ABC' производятся аналогичные измерения, т.е. измеряют базис b_2 и горизонтальные углы β_1' и β_2' . Расстояние d' будет равно

$$d' = \frac{b_2 \cdot \sin \beta_2'}{\sin(\beta_1' + \beta_2')}. \quad (5.2)$$

Расхождение между расстояниями, полученными из двух треугольников, не должно превышать 1:1500 определяемого расстояния, т.е.

$$\frac{d - d'}{d} \leq \frac{1}{1500}. \quad (5.3)$$

За окончательное принимается среднее из двух определений.

Б. По теореме косинусов.

Если между точками А и В нет взаимной видимости, то для определения расстояния АВ может быть использовано другое построение (рис. 3).

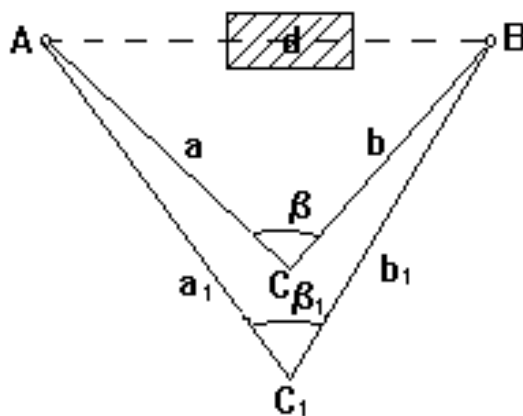


Рис. 3. Определение неприступного расстояния по теореме косинусов

Разбиваются два базиса с общей точкой С так, чтобы из этой точки была видимость на точки А и В. Оба базиса а и b измеряют рулеткой и теодолитом измеряют горизонтальный угол β . Тогда искомое расстояние можно определить по теореме косинусов:

$$d = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \beta}. \quad (5.4)$$

Для контроля аналогичным образом выбирается точка C_1 и производятся вновь измерения базисов a_1 , b_1 и угла β_1 и вычисляется искомое расстояние:

$$d' = \sqrt{a_1^2 + b_1^2 - 2a_1b_1 \cdot \cos \beta_1}. \quad (5.5)$$

При расхождении полученных значений d и d' не более 1:1500 находится средняя величина расстояния АВ.

Определение высоты сооружения

Для определения высоты сооружения, например, здания (рис. 5), в точке А, расположенной на расстоянии примерно 1,5 высоты сооружения, устанавливают теодолит и измеряют углы наклона ν_1 и ν_2 , визируя на верхнюю и нижнюю точки здания. Измеряют расстояние $AB = d$ и определяют высоту здания по формуле

$$h = d \cdot (\operatorname{tg} \nu_1 - \operatorname{tg} \nu_2). \quad (5.6)$$

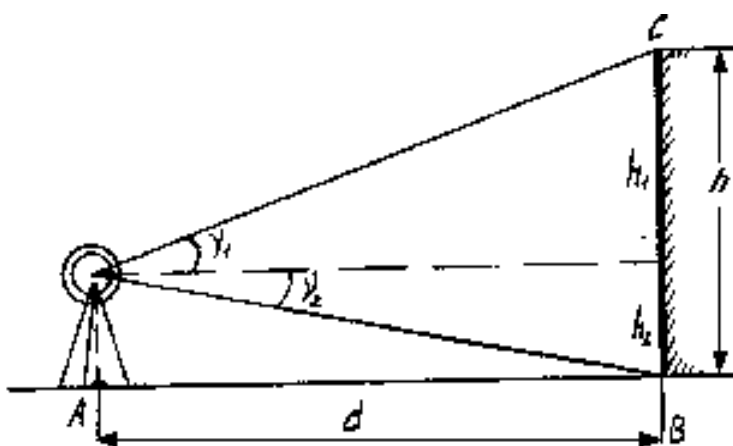


Рис. 4. Определение высоты сооружения

При использовании формулы необходимо учитывать знак угла наклона.

Если линия местности АВ наклонна и равна D, то нужно измерить ее наклон ν_D и вычислить горизонтальное проложение d.

За окончательное значение h берут среднее, если расхождение не более 1:300 высоты измеряемого сооружения:

$$\frac{h - h_1}{h_{cp}} = \frac{1}{460} < \frac{1}{300}. \quad (5.7)$$

Определение крена сооружения

Проверка вертикальности колонн высотой более 5 м проводится способом наклонного проектирования с использованием теодолита. В этом случае строго в створе разбивочной оси на расстоянии от колонны немногим более ее высоты устанавливают теодолит в точке 1 (рис. 5).

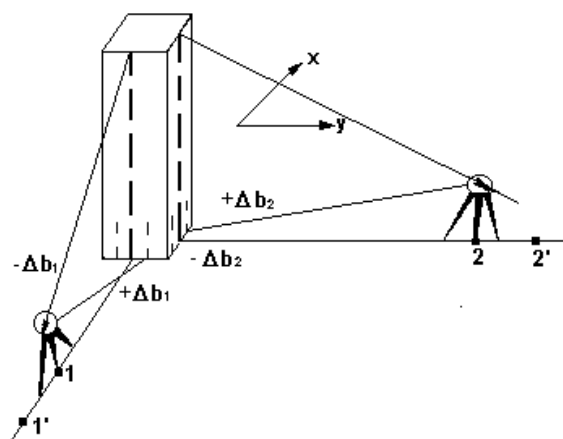


Рис. 5. Определение крена сооружения

С помощью цилиндрического уровня вертикальная ось вращения теодолита с особой тщательностью приводится в вертикальное положение. Контроль вертикальности проводится путем проектирования верхней осевой риски на нижнюю часть колонны. Проектирование проводится при двух положениях вертикального круга. Для этого к нижней осевой риске прикладывают горизонтально линейку и берут отсчеты. После наблюдения составляется исполнительная схема (рис. 6).

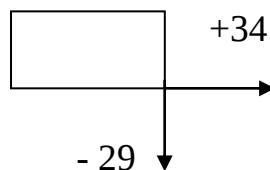


Рис.6. Исполнительная схема крена сооружения

Вынос в натуру линии заданного уклона с помощью теодолита

Чтобы вынести на местность линии заданного уклона i необходимо установить в створе с выносимой линией теодолит. Рассчитав угол наклона, соответствующий заданному уклону, по формуле

$$i = \operatorname{tg} v = h/d. \quad (5.8)$$

устанавливают визирную ось трубы на отсчет по вертикальному кругу

$$\text{КЛ} = v + \text{МО}. \quad (5.9)$$

Устанавливают на начальную точку (колышек или риска на стене) нивелирную рейку и снимают отсчет b , который принимают за исходный. Затем, ставя поочередно рейку на искомые точки, совмещают отчет по рейке с исходным, двигая рейку по вертикали. При этом пятка рейки покажет проектную отметку, на которую забивают кол или делают риску на стене. Забитые колышки или риски дадут направление линии заданного уклона.

6. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЕДЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРАКТИКИ

В процессе практики руководитель систематически контролирует выполнение бригадой всех этапов полевых и камеральных работ и выявляет степень усвоения каждым студентом данного вида работ. После завершения отдельного вида работ руководитель практики проверяет содержание, правильность и полноту оформления материала, качество исполнения и обработки. Сделанные замечания заносятся в корректурный лист, который прилагается к материалам раздела отчета. Замечания должны быть устранены бригадой, после чего работа принимается руководителем.

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 проверок, 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.

Для получения зачета по практике бригада должна представить исправленный и окончательно оформленный отчет с приложением справки о сдаче лаборанту кафедры всех приборов и принадлежностей в исправном состоянии. Зачет по практике принимается у студентов, полностью выполнивших программу практики. Оценка выводится каждому члену бригады индивидуально с учетом результатов защиты отчетов, оценки знаний при промежуточных контролях, качества выполнения студентом полевых и расчетно-графических работ, инициативы и трудовой дисциплины в период прохождения практики.

Библиографический список

1. Попов Б.А. Основы геодезии [Электронный ресурс]: практикум/ Попов Б.А., Нестеренко И.В.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 88 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72927.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Полежаева Е.Ю. Современный электронный геодезический инструментарий (Виды, метод и способы работы) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Полежаева Е.Ю. – Электрон. текстовые данные. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. – 108 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20520>.
3. Автоматизация высокоточных измерений в прикладной геодезии. Теория и практика [Электронный ресурс]/ В.П. Савиных [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Академический Проект, Альма Матер, 2016.— 400 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60080.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Кочетова Э.Ф. Инженерная геодезия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кочетова Э.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 153 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15995.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Полежаева Е.Ю. Геодезия с основами кадастра и землепользования [Электронный ресурс]: учебник/ Полежаева Е.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2009.— 260 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20457.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Костылев В.А. Геодезия [Текст] : учебно-методическое пособие по учебной геодезической практике для студентов первого курса направления подготовки ба-калавра 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. Акиншин С.И. Геодезия [Электронный ресурс]: курс лекций/ Акиншин С.И.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 304 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22652.html>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Поклад Г.Г. 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.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРАКТИКЕ.....	4
2. ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИ- БОРАМИ.....	8
2.1. Порядок проверки технического состояния геодезических приборов при получении их со склада.....	8
2.2. Порядок подготовки приборов для сдачи их на склад.....	11
3. ПОДГОТОВКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ К РАБОТЕ	11
4. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ.....	14
4.1. Создание планово-высотной геодезической сети (геодезиче- ского обоснования) строительной площадки.....	14
4.2. Геодезическая подготовка проекта к выносу и вынос проекта в натуру.....	18
4.3. Тахеометрическая съемка.....	19
4.4. Нивелирование поверхности с элементами вертикальной пла- нировки.....	23
4.5. Продольно-поперечное нивелирование и проектирование трассы линейного сооружения.....	25
5. РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА МЕСТНОСТИ	29
6. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЕДЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРАКТИКИ.....	34
Библиографический список.....	36

ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА

*Методические указания
для прохождения ознакомительной практики
для студентов направления 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»
профиль: Геодезия*

Составители:

Шумейко Вячеслав Владиславович

Нестеренко Ирина Васильевна

Компьютерный набор В.В. Шумейко

Подписано к изданию 21.02.2022.

Уч.-изд. л. 1,0.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14