

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

**Методические указания по проведению учебной
практики для студентов специальностей
1-75 01 01 «Лесное хозяйство»,
1-75 02 01 «Садово-парковое строительство»**

Минск 2007

УДК 528.4 (075.8)

ББК 26.1я7

И 62

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета

Составитель *В. Ф. Нестеренок*

Рецензент:

доцент кафедры инженерной геодезии БНТУ,

кандидат технических наук

В. Г. Мархвида

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы университета на 2007 год. Поз. 9.

Для студентов специальностей 1-75 01 01 «Лесное хозяйство», 1-75 02 01 «Садово-парковое строительство».

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2007

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель учебной практики по инженерной геодезии – закрепление теоретических знаний и предварительных практических умений, полученных в процессе лекционных и лабораторных занятий по предмету.

В результате выполнения заданий учебной практики студенты специальности «Лесное хозяйство» должны овладеть навыками проведения основных видов наземных геодезических съемок и умениями решать прикладные инженерно-геодезические задачи. Задания практики включают: освоение теодолитной, буссольной и элементов спутниковой съемок лесных участков, проведение типовых инженерно-геодезических работ, в том числе отвод участка в заданных проектом границах, прокладку и нивелирование трассы лесовозной дороги, топографическую съемку тахеометрическим способом и нивелированием по квадратам; решение основных геодезических задач, выполняемых при строительстве зданий и сооружений лесного хозяйства.

Студенты специальности «Садово-парковое строительство» в процессе учебной практики получают навыки проведения крупномасштабных топографических съемок садово-парковой и застроенной территории, детальных съемок древесных и кустарниковых декоративных насаждений, опыт проектирования искусственного рельефа и производства специальных геодезических работ по выносу в натуре проектных осей садово-парковых сооружений, выносу точек на проектные отметки, усваивают определенные навыки использования геодезической информации при разработке проектов озеленения и их осуществлении.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

1.1. Общие вопросы организации практики

Учебная практика по инженерной геодезии проводится в Негорельском учебно-опытном лесхозе. За преподавателем закрепляется учебная группа студентов.

Из студентов группы составляются бригады по 4–5 человек, избираются или назначаются бригадиры. Студенты бригады выполняют коллективные и индивидуальные задания, результаты которых оформляются в отчете бригады. Составление отчета начинается с первого дня практики и продолжается по мере выполнения каждого задания. По завершению отдельных заданий студенты бригады получают поэтапные оценки качества их работы и усвоения соответствующих знаний, а по окончании программы практики студенты в составе бригады защищают полный отчет и сдают зачет по практике.

Бригадир ведет ежедневный учет работы каждого студента (помимо учета, осуществляемого преподавателем).

Студент, который по любой причине пропустил день практики, обязан отработать невыполненное задание в свободное время и внести в отчет бригады полученные им материалы или же оформить их в виде отдельного отчета, который защищается этим студентом индивидуально и затем прилагается к отчету бригады.

1.2. Обеспечение студентов геодезическими приборами, учебно-методической литературой и вычислительной техникой

К началу практики студенты каждой бригады должны иметь:

а) собственный инженерный калькулятор, бумагу чертежную формата А1, бумагу писчую формата А4, тетради, бумагу миллиметровую, тушь, чертежные инструменты и канцелярские принадлежности, согласно перечню кафедры;

б) комплект бланков для типовых геодезических расчетов (бланки копируют с образцов, заранее переданных кафедрой студентам).

Каждая бригада под расписку бригадира получает комплект учебных геодезических приборов и вспомогательных устройств, методической литературы.

1.3. Ответственность студентов за сохранность и исправность приборов

Материальную ответственность за полученные под расписку приборы, литературу и вспомогательные устройства несет каждый студент бригады. В процессе геодезических работ приборы и принадлежности должны находиться под присмотром студентов. В случае утраты или поломки прибора или вспомогательного устройства по вине студентов последние обязаны отремонтировать его силами квалифицированных специалистов за счет виновных или вернуть равноценный исправный прибор (устройство, инструмент), а при потере методической литературы сдать копии утерянных изданий.

1.4. Перечень учебного имущества, выдаваемого бригаде

А – по специальному графику

1. Спутниковый приемник наземного позиционирования.
2. Компьютер с программным обеспечением спутниковых съемок, с другими программами по видам работ.

Б – приборы и принадлежности для полевых работ

3. Теодолит Т30 (2Т30) со штативом, отвесом и ориентир-буссолью.
4. Буссоль БС-2 или гониометр со штативом.
5. Лента землемерная ЛЗ-20 с комплектом шпилек или рулетка.
6. Нивелир Н-3 со штативом.
7. Рейки нивелирные – 2 шт.
8. Топор.
9. Вехи – 2 шт.
10. Полевая сумка.

В – обеспечение камеральных работ

11. Набор учебно-методических пособий.
12. Геодезический транспортир.
13. Линейка масштабная.

Г – устройства для кратковременного пользования

14. Планиметр.
15. Линейка Дробышева.
16. Лесной высотомер.

1.5. Использование вычислительной техники

Основные и несложные текущие расчеты в полевых и камеральных условиях (координаты вершин теодолитного хода, площади контуров по координатам, превышения и отметки пикетных точек при тахеометрической съемке, расчеты дорожных кривых и др.) студенты выполняют с помощью собственных инженерных калькуляторов. Затем основные расчеты повторяют в компьютерном классе в Негорельском учебно-опытном лесхозе в объемах, установленных кафедрой лесоустройства.

Для расчетов на компьютере студентам рекомендуется составить собственные программы, например в Excel.

2. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА, ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ

2.1. Организация безопасности труда

По прибытию на место практики представители лесхоза с участием преподавателей проводят вводный инструктаж студентов по правилам безопасного труда и экологии поведения. Доводят правила общей безопасности на рабочем месте, в общежитии и на местах отдыха в свободное время, нормы производственной санитарии и противопожарной безопасности. Преподаватели разъясняют правила безопасного и бережного обращения с геодезическими приборами. Студентам сообщают адреса, по которым можно обращаться за медицинской помощью.

Факт прохождения студентом вводного инструктажа по правилам безопасности фиксируется его подписью в журнале, хранящемся в лесхозе.

Каждый преподаватель в процессе практики контролирует соблюдение студентами правил безопасного труда и экологии поведения.

В начале каждого нового вида полевых работ преподаватель проводит инструктаж по рациональным и безопасным приемам труда, бережному и безопасному обращению с геодезическими приборами и приспособлениями.

2.2. Основные правила безопасного труда, пожарной безопасности, производственной санитарии и охраны окружающей среды, сбережения геодезических приборов

Соблюдение правил безопасности труда, противопожарных требований и норм производственной санитарии является обязательным условием прохождения учебной практики по инженерной геодезии. По окончании каждого вида инструктажа руководитель практики должен убедиться, что студенты овладели правилами и безопасными приемами работ. При недостаточной их подготовке проводится повторный инструктаж и дополнительная проверка знаний в необходимом объеме.

Для работы в лесу бригада студентов обязана брать с собой минимальный медицинский набор: йод и перевязочные материалы

(лейкопластырь, стерильный и нестерильный бинты). Каждый студент должен одеваться соответственно условиям погоды, влажности почвы и травы, требованиям защиты от насекомых, особенно клещей (носить плотную обувь (сапоги), прочную одежду с карманами, манжетами и поясом, головной убор). Для укрытия от дождя иметь, например, пленочную накидку или плащ с капюшоном.

В процессе практики студенты занимаются прочисткой визиров, изготовлением и установкой вех, пикетных кольев. Топор служит основным инструментом для выполнения этих работ. Он должен быть остро отточенным, надежно насаженным на гладкое и прочное топорщице. Неисправным топором работать запрещается. При промере сторон теодолитного хода, а также при разбивке пикетажа топор и шпильки необходимо носить в руке, не закладывая их под ремень.

На время грозы все работы прекращаются, а металлические предметы складываются в стороне от людей. Запрещается укрываться под крупными деревьями в лесу и под отдельно стоящими деревьями в поле, под опорами линий электропередач и находиться на вершинах возвышенностей. Следует размещаться вдали от высоких деревьев на поляне, прогалине и внизу склона земной поверхности.

Строго запрещается разводить костры в лесу в пожароопасный период, т. е. во время пребывания на практике. При обнаружении лесного или иного пожара необходимо принять меры по его тушению. Если его невозможно потушить самостоятельно, то следует срочно сообщить о пожаре работникам лесной охраны или милиции.

Запрещается в одиночку купание в реке и водоемах, одиночное пребывание в лесу, в том числе при выполнении любых видов работ. Необходимо регулярно (в обеденный перерыв и после окончания работ в лесу) осматривать все тело и одежду и удалять впившихся клещей способом, доведенным во время инструктажа, или же обращаться в ближайший медицинский пункт.

При получении травм или ухудшении самочувствия следует оказать первую помощь пострадавшим или больным и, если требуется, срочно доставить их в лечебное учреждение.

Геодезические приборы относятся к высокоточным средствам измерений и требуют бережного обращения при установке, работе, переносах и хранении. Операционными винтами (закрепительными, наводящими, фокусирующими) теодолита и нивелира необходимо действовать с минимальными усилиями, прекращая их вращение при достижении упора или конца винтовой резьбы. Оптические

поверхности объектива и окуляра, покрытые просветляющей пленкой, нельзя протирать, а можно только осторожно осушать (промокать) мягкой тканью после попадания на них влаги. Не допускается заглобление в землю штатива ударами по его ножкам – такие действия нарушают юстировку прибора и могут повредить его.

Запрещается садиться на нивелирные рейки.

Работая с землемерной лентой или рулеткой, нельзя допускать образования петель во избежание ее поломки. При пересечении дороги ленту предохраняют от поломки наездом транспорта либо его остановкой, либо выбором времени, когда транспорт отсутствует. Ежедневно после окончания работы влажную ленту необходимо протереть насухо, затем намотать на кольцо. При сдаче стальной ленты на склад ее следует смазать тонким слоем густого машинного масла (автола, солидола и т. п.).

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

Продолжительность практики – 15 рабочих дней

Таблица 1

Виды практики и дни работ студентов специальности «Лесное хозяйство»

№ п/п	Виды работ	Рабочий день практики
1	2	3
1	<p>Организация практики Вводный инструктаж о правилах поведения студентов в общежитии и на территории Негорельского учебно-опытного лесхоза, в общении с местными жителями. Проведение и документальное оформление инструктажа о соблюдении правил безопасного труда при выполнении геодезических работ и правил личной безопасности в свободное от занятий время. Инструктаж по правилам бережного и безопасного обращения с геодезическими приборами и вспомогательным оборудованием. Оформление распределения студентов по бригадам. Получение приборов бригадами студентов</p>	Первый
2	<p>Теодолитная съемка Компарирование лент землемерных и рулеток. Поверки и юстировки теодолита. Тренировочные измерения углов и расстояний, обработка данных, вычисление условных координат точек треугольника</p>	Первый
3	<p>Рекогносцировка границ участка теодолитной съемки, закрепление пунктов основного теодолитного хода, измерение его углов и сторон</p>	Второй
4	<p>Съемка ситуации вдоль основного теодолитного хода. Прокладка диагонального теодолитного хода и съемка прилегающей ситуации внутри лесоучастка. Определение координат точек теодолитного хода спутниковым прибором. Сопоставление результатов</p>	Третий
5	<p>Камеральная обработка результатов измерений, оперативный их контроль, выявление на местности ошибочных данных. Составление контурного плана по результатам теодолитной съемки</p>	Первый – третий

Продолжение табл. 1

1	2	3
6	Буссольная съемка Поверки буссоли или гониометра. Тренировочные измерения магнитных азимутов и румбов на сторонах замкнутого многоугольника. Определение склонения магнитной стрелки на нескольких сторонах теодолитного хода. Освоение буссольной съемки выделов	Четвертый
7	Буссольная съемка по индивидуальным заданиям. Вычисление прямоугольных координат вершин буссольных ходов. Нанесение буссольных ходов на план лесоучастка графическим способом. Проверка точности нанесения путем измерения координат точек	Пятый – шестой
8	Определение площади лесоучастка и выделов	Шестой
9	Промежуточная защита материалов практики по теме «Теодолитная и буссольная съемки»	Шестой
10	Геодезические измерения на трассе лесохозяйственной дороги Поверки и юстировки нивелира. Прокладка тренировочного нивелирного хода. Рекогносцировка трассы лесохозяйственной дороги	Седьмой
11	Разбивка пикетажа на трассе и съемка притрассовой полосы местности, разбивка главных элементов двух-трех круговых дорожных кривых	Восьмой
12	Техническое нивелирование пикетных точек трассы и поперечников, текущая обработка материалов нивелирования	Восьмой
13	Камеральные работы: вычисление отметок пикетов, составление продольного профиля трассы и профилей поперечников, нанесение проектного профиля трассы и расчеты проектных и рабочих отметок. Расчеты круговых участков трассы и отображение их на профиле. Промежуточный зачет по вопросам нивелирования	Девятый
14	Топографические съемки: тахеометрическая и нивелирование по квадратам. Инженерно-геодезические задачи. УИРС. Заключительный зачет Выдача заданий на бригаду по тематике УИРС. Специальные поверки теодолита: определение коэффициента дальномера, величины места нуля вертикального круга. Рекогносцировка участка и создание съемочного обоснования теодолитно-нивелирным ходом. Освоение методики тахеометрической съемки, начало съемки участка	Десятый
15	Продолжение тахеометрической съемки. Камеральные работы по обработке полевых материалов и	Одиннадцатый

	составление топографического плана участка тахеометрической съемки Контроль выполнения УИРС	
--	--	--

Окончание табл. 1

1	2	3
16	Нивелирование по квадратам: разбивка сетки квадратов, нивелирование по квадратам, высотная привязка участка. Обработка данных. Работы по теме УИРС	Двенадцатый
17	Решение инженерно-геодезических задач: 1. Измерение высоты деревьев геодезическим способом и лесным высотомером. 2. Разбивка круговой кривой способом прямоугольных координат. 3. Вынос на проектную отметку точек проектной линии профиля. Завершение и оформление УИРС. Зачет по заданиям 15–17	Тринадцатый
18	Подготовка проекта выноса в натуру условной границы раздела лесонасаждений. Вынос в натуру проектной границы буссольным ходом. Проведение студенческой конференции по итогам УИРС в составе учебной группы	Четырнадцатый
19	Сдача геодезических приборов на склад кафедры. Завершение составления отчета по материалам учебной практики	Пятнадцатый
20	Проведение заключительного индивидуально-бригадного зачета по итогам учебной геодезической практики	Пятнадцатый

4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «САДОВО-ПАРКОВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»

Продолжительность практики – 15 рабочих дней

Таблица 2

**Виды практики и дни работ студентов специальности
«Садово-парковое строительство»**

№ п/п	Виды работ	Рабочий день практики
1	2	3
1	<p>Организация практики Вводный инструктаж о правилах поведения студентов в общежитии и на территории Негорельского учебно-опытного лесхоза, в общении с местными жителями. Проведение и документальное оформление инструктажа о соблюдении правил безопасного труда при выполнении геодезических работ и правил личной безопасности в свободное от занятий время. Инструктаж по правилам бережного и безопасного обращения с геодезическими приборами и вспомогательным оборудованием. Оформление распределения студентов по бригадам. Получение приборов бригадами студентов</p>	Первый
2	<p>Теодолитная съемка Компарирование лент землемерных и рулеток. Поверки и юстировки теодолита. Тренировочные измерения углов и расстояний, обработка данных, вычисление условных координат точек треугольника</p>	Первый
3	<p>Рекогносцировка участка теодолитной съемки, закрепление пунктов теодолитного хода, измерение его углов и сторон. Освоение детальной крупномасштабной теодолитной съемки участка дендросада</p>	Второй
4	<p>Съемка аллей, прилегающих деревьев и кустарников, зданий. Съемка объектов внутри участка относительно створных линий и диагонального хода различными способами</p>	Третий
5	<p>Камеральная обработка результатов измерений. Полевые исправления выявленных ошибочных результатов работ</p>	Четвертый
6	<p>Составление контурного плана в масштабе 1 : 500 по данным теодолитной съемки. Промежуточный зачет по выполненным работам</p>	Пятый
7	<p>Нивелирные работы на объектах Поверки и юстировки нивелира. Прокладка тренировочного нивелирного хода. Рекогносцировка трассы парковой дороги</p>	Шестой
8	<p>Разбивка пикетажа на трассе и съемка прирассовой полосы</p>	Седьмой

	местности, разбивка главных элементов двух-трех круговых криволинейных участков трассы. Разбивка поперечников на трассе	
--	---	--

Продолжение табл. 2

1	2	3
9	Нивелирование пикетажных точек на трассе. Обработка результатов измерений. Необходимые проверки результатов	Восьмой
10	Составление продольного профиля трассы и профилей поперечников, нанесение проектного профиля аллеи, расчеты его проектных и рабочих отметок. Расчеты и заполнение строки плана «Прямые и кривые»	Восьмой
11	Нивелирование пунктов теодолитного хода и определение их отметок. Промежуточный зачет по выполненным работам	Восьмой
12	Топографические съемки: тахеометрическая и нивелирование по квадратам. Инженерно-геодезические задачи. УИРС. Зачет Тахеометрическая съемка: а) специальные поверки теодолита (определение коэффициента дальномера, юстировка места нуля вертикального круга); б) работы по определению плановых и высотных координат пунктов съемочного обоснования; в) освоение методики тахеометрической съемки	Девятый
13	Тахеометрическая съемка дендросада и прилегающих участков местности, включая высотную досъемку контурной части плана дендросада	Десятый
14	Камеральные работы: обработка данных съемки, составление топографического плана. Выдача заданий на бригаду по тематике УИРС	Одиннадцатый
15	Нивелирование по квадратам: разбивка сетки квадратов, нивелирование по квадратам, высотная привязка участка. Обработка данных. Составление плана с горизонталями	Одиннадцатый
16	Проектирование на копии плана двух наклонных плоских поверхностей искусственного рельефа. Расчет объемов земляных работ. Составление разбивочного чертежа по выносу проектной плоскости в натуру	Двенадцатый
17	Перенесение в натуру точек, определяющих положение проектной плоскости. Разбивка круговой кривой способом прямоугольных координат. Проверка состояния УИРС	Двенадцатый
18	Проектирование на плане контура участка под декоративные насаждения, определение данных для выноса контура в натуру, перенесение его в натуру. Завершение УИРС	Тринадцатый
19	Решение специальных задач: 1. Расчет выноса в натуру проектной оси сооружения по проектным координатам ее точек. Осуществление выноса оси на местность. 2. Измерение высоты деревьев геодезическим способом и лесным высотомером	Четырнадцатый

20	Проведение групповой конференции по результатам УИРС. Сдача приборов на склад кафедры. Проведение заключительного индивидуально-бригадного зачета по итогам учебной геодезической практики	Пятнадцатый
----	--	-------------

5. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА О ПРАКТИКЕ

5.1. Общие требования

Итоги работы по учебной практике каждая бригада оформляет в виде письменного отчета, согласно стандарту на курсовое проектирование. Материалы полевых и камеральных работ вкладываются в общую папку, титульный лист которой оформляется по рис. 1.

Учреждение образования «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»		
ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ		
МАТЕРИАЛЫ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ – 20__		
<i>Студентов ЛХФ, 1 курса, гр. № __</i>		
<i>Бригады № __</i>		
<i>Бригадир</i>	1. ФИО	<u><i>личная подпись</i></u>
	2. ФИО	<u><i>личная подпись</i></u>
	3. ФИО	<u><i>личная подпись</i></u>
	4. ФИО	<u><i>личная подпись</i></u>
	5. ФИО	<u><i>личная подпись</i></u>
<i>Негорельский учебно-опытный лесхоз, 20__</i>		

Рис. 1. Оформление титульного листа отчета о практике

По каждому разделу учебных заданий в отчете дают краткое описание содержания выполненных видов работ. В процессе измерений и съемок, а также вычислительной и графической обработки данных получаемые числовые и графические результаты записывают в соответствующие типовые бланки, журналы, ведомости, таблицы и отображают на чертежах. В пояснительных разделах отчета приводят расчетные формулы, кратко излагают технику вычисления искомым величин. Полевые документы размещают в виде приложений к соответствующему разделу. Каждый документ в отчете должен быть аккуратно оформлен и подписан составителем (составителями).

Оформленный отчет проверяется руководителем практики. После внесения в него необходимых исправлений руководитель практики проводит со студентами индивидуально-бригадный зачет по содержанию отчета и полевых геодезических работ.

5.2. Содержание отчета о практике бригады студентов специальности «Лесное хозяйство»

Календарный табель присутствия каждого студента и выполнения им ежедневных заданий практики.

Оглавление разделов отчета.

Измерение расстояний стальной лентой.

1. Результаты компарирования ленты землемерной или рулетки.
2. Расчет поправок в измеренные расстояния: на компарирование ленты, наклон линии, температуру прибора.

Поверки и юстировки теодолита и буссоли.

1. Юстировка штатива.
2. Поверки и юстировки теодолита.
3. Поверки буссоли.
4. Оценка показателей угломерной точности буссоли.

Теодолитная, буссольная и спутниковая съемки.

Теодолитная съемка.

1. Схема теодолитных ходов.
2. Таблица вычисления поправок в длины сторон хода: на компарирование ленты, наклон линий, температуру.
3. Журнал измерения углов и сторон теодолитного хода.
4. Расчеты начального и конечного дирекционных углов.
5. Ведомость вычисления координат вершин теодолитного хода.
6. Абрисы съемки ситуации.
7. План-шет масштаба 1 : 2000 с нанесенными на него контурами по материалам теодолитной съемки (предоставляется отдельно в

развернутом виде).

8. Материалы спутниковой съемки и контроля теодолитных ходов.

Буссольная съемка.

1. Тренировочные буссольные ходы. 2. Ведомость определений склонения магнитной стрелки. 3. Схема буссольных ходов. 4. Журнал и абрисы буссольных ходов. 5. Выкопировки с графических материалов нанесения буссольных ходов на планшет, составленный по материалам теодолитной съемки.

Спутниковая съемка.

1. Краткие сведения о принципе действия спутникового прибора и условиях высокой точности местоопределения. 2. Журнал спутниковой съемки. 3. Контурный план лесных объектов.

Определение площадей.

1. Ведомость вычисления площади замкнутого полигона (основного теодолитного хода) по координатам его вершин. 2. Поверки полярного планиметра. 3. Ведомость определения цены деления планиметра. 4. Ведомость определения площадей выделов планиметром по планшету. 5. Определение общей площади лесоучастка и площадей выделов в составе учебных таксационных формул.

Поверки и юстировки нивелира.

Геодезические изыскания трассы лесовозной дороги.

1. Условная схема трассы. 2. Пикетажный журнал. 3. Журнал нивелирования трассы и поперечников. 4. Продольный профиль трассы (с проектным профилем дороги) и профили поперечников.

Тахеометрическая съемка.

1. Материалы определения величины коэффициента штрихового оптического дальномера. 2. Схема плано-высотного съемочного обоснования. 3. Журнал измерения углов и сторон теодолитно-нивелирного хода. 4. Журнал нивелирования вершин теодолитно-нивелирного хода. 5. Журнал и абрисы тахеометрической съемки. 6. Ведомость вычисления плановых координат вершин теодолитно-нивелирного хода. 7. Топографический план участка (предоставляется отдельно в развернутом виде).

Нивелирование участка по квадратам.

1. Журнал нивелирования привязочного хода. 2. Журнал-схема нивелирования по квадратам. 3. Топографический план участка.

Специальные геодезические задачи.

1. Проектирование на планшете граничной линии и ее вынос в

лесонасаждение. 2. Детальная разбивка круговой дорожной кривой способом прямоугольных координат. 3 Измерение высоты деревьев с помощью теодолита и лесного высотомера. 4. Перенесение точек на проектные отметки.

Список использованной литературы.

5.3. Содержание отчета о практике бригады студентов специальности «Садово-парковое строительство»

Календарный табель присутствия каждого студента и выполнения им ежедневных заданий практики.

Оглавление разделов отчета.

Измерение расстояний стальной лентой.

1. Результаты компарирования ленты землемерной или рулетки.
2. Расчет поправок в измеренные расстояния: на компарирование ленты, наклон линии, температуру прибора.

Поверки и юстировки теодолита.

1. Юстировка штатива. 2. Поверки и юстировки теодолита.

Теодолитная съемка.

1. Схема теодолитных ходов. 2. Таблица вычисления поправок в длины сторон хода: на компарирование ленты, наклон линий, температуру. 3. Журнал измерения углов и сторон теодолитного хода. 4. Расчеты начального и конечного дирекционных углов. 5. Ведомость вычисления координат вершин теодолитного хода. 6. Абрисы съемки ситуации. 7. План части дендросада в масштабе 1 : 500 с нанесенными на него контурами по материалам теодолитной съемки (предоставляется отдельно в развернутом виде).

Ознакомительная буссольная съемка.

1. Данные тренировочных буссольных измерений магнитных азимутов, румбов, горизонтальных углов. 2. Ведомость определения склонения магнитной стрелки. 3. Журнал и абрисы буссольного хода. 4. Выкопировка с графического материала нанесения буссольного хода на план.

Определение площадей.

1. Ведомость вычисления площади замкнутого полигона (основного теодолитного хода) по координатам его вершин. 2. Механические поверки полярного планиметра. 3. Ведомость определения цены деления планиметра. 4. Ведомость определения площадей участков планиметром по плану.

Поверки и юстировки нивелира.

Геодезические изыскания трассы садово-парковой дороги.

1. Условная схема трассы. 2. Пикетажный журнал. 3. Журнал нивелирования трассы и поперечников. 4. Продольный профиль трассы.

Тахеометрическая съемка (дополнение контурной съемки дендросада).

1. Материалы определения величины коэффициента штрихового оптического дальномера. 2. Схема планово-высотного съемочного обоснования. 3. Журнал нивелирования вершин теодолитного хода. 4. Журнал и абрисы тахеометрической съемки. 5. План дендросада, дополненный данными тахеометрической съемки.

Нивелирование участка по квадратам и расчет его вертикальной планировки.

1. Журнал нивелирования привязочного хода. 2. Журнал-схема нивелирования по квадратам. 3. Топографический план участка. 4. Расчеты высоты точек проектной плоской площадки. 5. Ведомость расчета объемов земляных масс. 6. План организации проектного рельефа (картограмма земляных работ).

Специальные геодезические задачи.

1. Проектирование на плане дендросада и вынос в натуру отрезка оси парковой аллеи по прямоугольным координатам его точек. 2. Перенесение точек на проектные отметки по данным расчета вертикальной планировки. 3. Детальная разбивка круговой дорожной кривой способом прямоугольных координат. 4. Измерение высоты хвойных и лиственных деревьев с помощью теодолита и лесного высотомера.

Список использованной литературы.

6. ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

В производственных организациях все средства измерений подвергаются ежегодной метрологической аттестации, после нее допускаются к применению. Помимо государственной поверки, исполнители геодезических работ обязаны выполнять полевые поверки используемых приборов до начала работы с ними и затем с определенной периодичностью, а также при обнаружении признаков нарушения юстировки. Подробное описание поверок и юстировок приводится в учебниках по инженерной геодезии. В отчете о практике следует кратко изложить геометрическое условие каждой поверки, порядок действий и численные данные выполненных поверочных измерений.

6.1. Компарирование стальной ленты. Поправки в результаты измерений

Стальные мерные ленты выпускаются в виде лент землемерных ЛЗ-20 длиной 20 м и различных рулеток длиной 3, 5, 10, 20, 30, 50 и 100 м.

1. Температурная поправка.

Температурная поправка учитывается, если ее величина достигает $1/10\ 000$ измеренного расстояния. Рабочие ленты используются во время учебной практики при температуре среды от 12 до 28°C . В отчете требуется показать численным расчетом, при каких значениях температуры стальной ленты нет необходимости вводить температурную поправку в результаты измерения расстояний.

2. Компарирование.

Во время практики рабочие ленты и рулетки поверяют на 20-метровом компараторе, который устроен в виде двух отрезков рельса, вертикально установленных в грунте при глубине закладки их бетонных якорей 1,6 м. На верхний торец каждого рельса нанесена метка компаратора. Горизонтальное расстояние между метками равно длине рабочего эталона (компаратора), т. е. $l_3 = 20,000$ м.

При компарировании ленты ее натягивают с силой 10 кгс (98 Н) и, совместив начальный штрих ее шкалы с меткой одного из знаков компаратора, на втором знаке линейкой с миллиметровыми

делениями измеряют отрезок Δl_k – разность длины рабочей лентой l_p и длины рабочего эталона $l_э$ (компаратора). Получают **уравнение рабочей ленты**, включающее слагаемое Δl_k , которое в дальнейшем рассматривается как поправка на компарирование ленты

$$l_p = l_э \pm \Delta l_k. \quad (1)$$

В уравнении (1) поправка Δl_k принимает знак «+», если рабочая лента длиннее номинала, и знак «-», когда лента короче номинальной длины.

3. Поправка в длину линии на компарирование ленты.

Поправка на компарирование не принимается во внимание по малости, если она составляет 1/10 000 и меньшую часть длины линии, например при $\Delta l_k \leq 2$ мм на 20 м. Если же $\Delta l_k > |2|$ мм на 20 м, то в измеренные расстояния D вводят поправку на компарирование

$$\pm \Delta D_k = \pm \Delta l_k n, \quad (2)$$

где n – число последовательных фиксаций ленты на отрезке длиной D .

Поправка ΔD_k прибавляется к измеренной длине D , если лента длиннее номинала, и вычитается, если лента короче, т. е. знак Δl_k принимается как в формуле (1).

Пример. Длина рабочей ленты $l_p = 20\,007$ м; результат измерения расстояния $D = 210,23$ м. Требуется исправить значение D поправкой на компарирование.

Решение. Находим: 1) поправку в длину рабочей ленты $\Delta l_k = 20\,007 - 20,000 = +0,007$ м; 2) число фиксаций ленты $n = 210,23/20 = 10,5$; 3) поправку в длину линии $\Delta D_k = +0,007 \cdot 10,5 = +0,07$ м; 4) исправленную длину измеренной линии $D = 210,23 + 0,07 = 210,30$ м.

4. Поправка на наклон.

В теодолитном ходе поправка ΔD_v на угол наклона v отрезка линии учитывается при $v \geq 1,5^\circ$ или при превышениях $h \geq 2,6$ м на 100 м расстояния.

В буссольном ходе поправка на наклон учитывается при $v \geq 4^\circ$ или при $h \geq 7$ м на 100 м расстояния.

В отчете следует привести формулы и примеры расчета длины линии в горизонтальном положении при известных значениях v и h .

6.2. Юстировка штатива, его установка

Регулировку штатива производят умеренной затяжкой соответствующих болтов, при этом устраняются люфты в узлах присоединения ножек к головке штатива, а ножки вращаются в головке штатива с легким трением. В деревянных штативах ликвидируют шатания наконечников ножек.

В раздвижных штативах ШР нельзя выдвигать до упора ножки во избежание их выпадения. При установке штатива в рабочее положение следят, чтобы его головка была на глаз горизонтальной, его ножки с усилием вдавливают в землю, не ударяя по наконечникам.

Поставленный на штатив теодолит или нивелир удерживают рукой (страхуют от падения) до присоединения его к головке станковым винтом.

Для окончательной проверки устойчивости штатива визируют зрительной трубой прибора на четко видимый предмет, затем с небольшим усилием прилагают к штативу поворотные воздействия. Если каждый раз после снятия воздействия визирная сетка зрительной трубы возвращается в исходное положение, то штатив исправен.

Регулировка нитяного отвеса. Если в станковом винте отсутствует металлическая скоба для подвески нитяного отвеса, то ее следует изготовить из проволоки диаметром 0,8–1,2 мм и вдеть в соответствующие отверстия станкового винта. Точка изгиба скобы (присоединения отвеса) должна совпадать с продольной осью винта.

Для отвеса используют прочную мультволоконистую гибкую нить диаметром около 0,5–0,8 мм. Непригодны синтетические одноволоконные нити, например рыболовные лески.

Нитяный отвес должен содержать центрировочный грузик с заостренным концом и грузик противовеса, через отверстие которого свободно пропущена нить, на концах которой закреплены оба грузика, а сама нить через крючок подвешивается к скобе станкового винта. В правильно собранном отвесе без затруднений регулируется высота нижнего (центрировочного) грузика.

6.3. Поверки и юстировки теодолита

Теодолиты типа Т30 и его модификации (2Т30П, 4Т30П) должны удовлетворять определенным геометрическим условиям взаимного положения их основных осей. Условия поверок и

методика их выполнения приведены в учебных изданиях [1, 2]. В кратком описании каждой поверки следует привести числовые значения величин, характеризующих соблюдение данного условия до и после юстировки прибора.

Необходимые юстировки производятся только с участием преподавателя во избежание порчи прибора. В процессе юстировок не допускаются чрезмерные усилия с целью недопущения порчи юстировочных винтов.

Поверки выполняются на следующие условия.

1. Ось цилиндрического уровня должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита. После соответствующей юстировки пузырек данного уровня не должен отклоняться от нуля-пункта больше чем на 0,5 деления ампулы при любой ориентации зрительной трубы.

2. Вертикальные штрихи визирной сетки трубы должны быть перпендикулярны ее оси вращения. При визировании на горизонтально положенную рейку и вращении трубы в вертикальной плоскости величина отсчета по шкале относительно вертикального штриха не должна меняться свыше 1 мм. В случае юстировки положения сетки ее вертикальным штрихом следует визировать на нить отвеса.

3. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна ее оси вращения. При наведении вертикального штриха визирной сетки трубы на четко видимую цель в положениях теодолита КЛ и КП допускается несовпадение соответствующих отсчетов по горизонтальному кругу на $180^\circ \pm 2'$, где $2' = 2c$ – двойная коллимационная погрешность положения визирной оси.

4. Ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита. Видимое горизонтальное расстояние между точками проекции при КП и КЛ не должно превышать ширину биссектора (двойного вертикального штриха). Теодолит, в котором данное условие нарушено на две-три ширины биссектора, допускается к измерениям. В отчете необходимо указать, что прибор подлежит юстировке в мастерской.

5. Место нуля вертикального круга не должно отличаться от 0° больше чем на $\pm 2'$. Место нуля определяют и исправляют после тщательной юстировки теодолита на первое условие до начала тахеометрической съемки и выполнения других задач, включающих измерения углов наклона.

6.4. Определение коэффициента оптического дальномера

6.4.1. Работа с дальномером. В качестве дальномерной используется рейка нивелирная РНТ. На рис. 2 показан пример определения базы дальномера по рейке РНТ посредством зрительной трубы обратного изображения с дальномерными штрихами. Верхний дальномерный штрих t совмещен с делением шкалы 10 дм, т. е. отсчет $t = 100,0$ см; при этом отсчет по нижнему дальномерному штриху $m = 132,8$ см. В нашем примере база дальномера составляет

$$b = m - t = 132,8 - 100,0 = 32,8 \text{ см.} \quad (3)$$

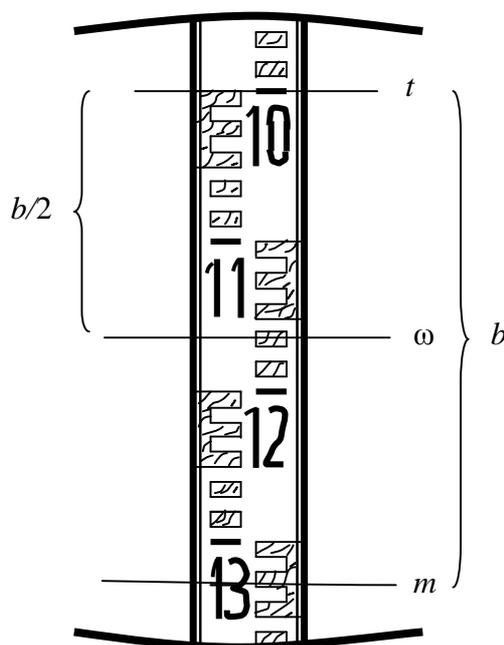


Рис. 2. Поле зрения трубы оптического штрихового дальномера:
 $b = 32,8$ см – база дальномера (длина шкалы между дальномерными штрихами t и m); $b/2 = 16,4$ см – половина базы дальномера (длина шкалы между штрихами t и ω)

Искомое расстояние определяется по формуле

$$D = Kb. \quad (4)$$

В примере рис. 2 коэффициент дальномера $K = 100$ и при $b = 32,8$ см находим $D = 32,8$ м.

Если препятствия местности вынуждают рассматривать на рейке только половину базы дальномера $b/2$, например между штрихами t и ω , то коэффициент дальномера $K_2 = 200$. В примере на рис. 2 находим

$b/2 = 116,4 - 100,0 = 16,4$ см, следовательно, расстояние по дальномеру $D = K_2 (b/2) = 200 \cdot (16,4) = 32,8$ м.

Фактическая величина коэффициента K оптического штрихового дальномера в теодолите может отличаться от номинального значения $K_n = 100$ до 0,5–0,7%. Поэтому рабочее значение K необходимо определить для каждого теодолита.

6.4.2. Определение коэффициента дальномера. На ровной местности, на прямом направлении закрепляют колышком начальную точку O , от нее на расстояниях $\approx 30, 60, 90, 120$ м, измеренных шагами, обозначают колышками точки 1, 2, 3, 4. Затем с точностью до 0,02 м лентой измеряют расстояния D_1, D_2, D_3 и D_4 от точки O до колышков. Над точкой O центрируют теодолит, после чего на колышки 1–4 поочередно ставят нивелирную рейку и по ее черной стороне как можно точнее отсчитывают значения базы дальномера b_1, b_2, b_3 и b_4 .

Частные значения коэффициента дальномера K_i вычисляют по следующим формулам:

$$K_1 = (D_4 - D_1)/(b_4 - b_1); K_2 = (D_4 - D_2)/(b_4 - b_2);$$

$$K_3 = (D_3 - D_1)/(b_3 - b_1); K_4 = (D_2 - D_1)/(b_2 - b_1).$$

Искомое значение коэффициента дальномера находят из уравнения

$$K = (\sum K_i)/n. \quad (5)$$

6.5. Поверки и юстировки нивелира и реек

6.5.1. Подбор и поверки реек

Пара реек. Рейки для технического нивелирования, складные РН-С4 должны быть парными: в них отсчеты по шкале красной стороны относительно нижней плоскости пятки будут одинаковыми (например, 4783 мм). Фиксаторное устройство должно надежно удерживать складную рейку в развернутом прямолинейном виде.

1. В развернутом состоянии рейка не должна иметь стрелу прогиба свыше 10 мм. Проверяется с помощью линейки с миллиметровыми делениями относительно нити, натянутой через концы рейки.

2. Деления рейки должны быть нанесены с погрешностями не

более 1 мм. Проверяется с помощью контрольной линейки, а при ее отсутствии – при помощи рулетки с миллиметровыми делениями.

6.5.2. Поверки и юстировки нивелира.

Осмотр нивелира. Выявляют внешние признаки механических повреждений прибора, проверяют состояние оптики, плавность вращения подъемных винтов подставки, надежность закрепительных винтов, работу фокусирующих винтов окуляра и трубы, наличие юстировочных винтов при уровнях.

Полевые поверки и юстировки нивелира с уровнем рассмотрены в учебниках [1, 2]. Необходимые юстировки производятся только с участием преподавателя во избежание повреждений прибора. Нивелиры НЗ, НВ-1 и другие поверяются на следующие условия.

1. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения прибора. После юстировки пузырек уровня не должен отклоняться от нуля-пункта больше чем на $\frac{1}{3}$ диаметра кольцевого деления ампулы.

2. Средний горизонтальный штрих визирной сетки должен быть перпендикулярным оси вращения прибора. При визировании на вертикально установленную рейку и вращении прибора по азимуту величина отсчета по шкале рейки относительно среднего горизонтального штриха ω не должна меняться свыше 1 мм. В случае юстировки положения сетки ее вертикальный штрих следует визуально совместить с изображением нити отвеса.

3. Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси зрительной трубы. При соблюдении данного условия, называемого главным, визирный луч нивелира будет горизонтальным, если пузырек цилиндрического уровня приведен в нуль-пункт.

Нивелиры с уровнем поверяются на главное условие либо двойным нивелированием по способу «вперед», либо более точным способом двойного нивелирования, который состоит в следующем.

В землю забивают два колышка на расстоянии 70–90 м друг от друга и ставят на них отвесно нивелирные рейки нулем вниз, или же к ограде стадиона вблизи футбольных ворот прочно прикрепляют две рейки в вертикальном положении. Станцию 1 для нивелира выбирают на равных расстояниях от названных двух реек с помощью дальнометра трубы или шагами. Одну из реек обозначают задней, вторую – передней. Отсчеты Z_1 и P_1 по рейкам студенты взаимно проверяют и записывают в табл. 3, вычисляют верное превышение h_0 .

На станции 2 нивелир ставят в 4–6 м от задней рейки и берут отсчеты Z_2 и P_2 по тем же рейкам, после взаимной проверки величины

Z_2 и P_2 записывают в табл. 3, вычисляют превышение h'_2 . В примере табл. 3 фактическое расхождение превышений $\Delta_h = h'_2 - h_0 = -14$ мм недопустимо (допускается расхождение $\Delta_h = 5$ мм на 100 м длины визирного луча). Для юстировки нивелира рассчитывают для дальней (передней) рейки величину отсчета $P_{2Г}$, отвечающую горизонтальному визирному лучу: $P_{2Г} = Z_2 - h_0$. В процессе юстировки открывают заслонку доступа к юстировочным винтам цилиндрического уровня и, действуя элевационным винтом, наводят зрительную трубу на деление рейки $P_{2Г}$ (в примере табл. 3 $P_{2Г} = 1215$ мм). Затем с помощью шпильки осторожно вращают юстировочные винты цилиндрического уровня и приводят его пузырек в нуль-пункт, не допуская чрезмерных зажима и ослабления этих винтов.

Таблица 3

Данные главной поверки нивелира НЗ, заводской № ____
Дата поверки _____

Величина	Значения отсчетов по черной стороне рейки и превышений при установках нивелира, мм			
	в середине, станция 1	в 4–6 м от задней рейки, станция 2		
	верное превышение h_0	превышение до юстировки уровня	вычисление отсчета по дальней рейке	превышение после юстировки уровня
Отсчеты по рейкам: задней З передней П вычисленный $Z_2 - h_0$	$Z_1 = 1587$ $P_2 = 1352$	$Z_1 = 1449$ $P_2 = 1229$	$Z_2 = 1449$ – (+234) $P_{2Г} = 1215$	$Z_2 = 1550$ $P_2 = 1318$
Превышение $h = Z - П$	$h_0 = +234$	$h'_2 = +220$		$h_2 = +232$

Заключение по результату юстировки. Главное условие выполняется: различие между превышениями $\Delta_h = h_2 - h_0 = -2$ мм $< |\pm 4|$ мм, т. е. допустимо.

Примечание. Расстояние между рейками равно 82 м.

Результат юстировки проверяют на станции 2 нивелированием тех же реек (см. табл. 3).

6.6. Поверки буссоли и гониометра

Осмотр приборов. Магнитная стрелка должна быть прижата к защитному стеклу. В буссоли БС-2 алидада с диоптрами должна вра-

щаться с легким трением. Так же легко должен вращаться верхний цилиндр гониометра ГР. Необходимо убедиться в исправности деталей собственно буссоли – круглой коробки с магнитной стрелкой: в ней при вращении ребристого кольца должно срабатывать арретирующее устройство, прижимающее магнитную стрелку к защитному стеклу в нерабочем состоянии и опускающее стрелку на шпиль для работы.

Основные поверки буссоли БС-2 и гониометра достаточно подробно описаны в книгах [1, 2]. При поверках прибор закрепляют на штативе и хорошо горизонтируют либо на глаз, либо при помощи накладного уровня, затем магнитную стрелку опускают на шпиль. Условия поверок следующие.

1. Магнитная стрелка должна устанавливаться на шпилье горизонтально. Стрелку уравнивают колечком алюминиевой фольги.

2. Магнитная стрелка должна обладать достаточной чувствительностью. Если стрелка после прекращения воздействия на нее стального предмета возвращается к исходной ориентации с погрешностями свыше $0,5^\circ$, то буссоль не пригодна для достаточно точных измерений магнитных азимутов и румбов.

3. Ось вращения магнитной стрелки должна совпадать с центром прилегающего кольца градусных делений. При поверке стрелки на эксцентриситет корпус буссоли поворачивают вокруг вертикальной оси через каждые $30-40^\circ$. Величины отсчетов по румбической градусной шкале записывают по форме табл. 4. Если отсчеты по противоположным концам магнитной стрелки будут различаться более чем на $0,3^\circ$, то при измерениях магнитных азимутов или румбов такой буссолью отсчеты следует брать по обоим концам магнитной стрелки, а среднее из отсчетов будет свободным от погрешности за счет эксцентриситета.

Таблица 4

Определение эксцентриситета магнитной стрелки буссоли БС-2, заводской № _____

Угол поворота	Отсчеты по северному и южному концам магнитной стрелки		Двойной эксцентриситет	Средний отсчет
	a_C	$a_{Ю}$	$a_C - a_{Ю}$	$a_{ср}$
0°	СВ: $0,8^\circ$	ЮЗ: $1,3^\circ$	$-0,5^\circ$	СВ: $1,0^\circ$
35°	СВ: $35,2^\circ$	ЮЗ: $35,5^\circ$	$-0,3^\circ$	СВ: $35,4^\circ$

70°	СВ: 70,9°	ЮЗ: 71,0°	-0,1°	СВ: 71,0°
105°	ЮВ: 74,3°	СЗ: 74,3°	0,0°	ЮВ: 74,3°
140°	ЮВ: 40,3°	СЗ: 40,0°	+0,3°	ЮВ: 40,2°

6.7. Угловые измерения буссолью

С помощью буссоли и гониометра измеряют магнитные азимуты и румбы, а также горизонтальные углы при выполнении наземных геодезических работ в лесоустройстве и лесном хозяйстве.

6.7.1. Измерения магнитных азимутов. Буссоль закрепляют на штативе и устанавливают над точкой E линии EK . Магнитная стрелка освобождается. Прибор ориентируют относительно магнитного меридиана при совмещении всех нулей: наблюдатель становится к югу от буссоли (рис. 3), нулевой штрих верньера 3 , находящегося под глазным диоптром 2 , совмещают с нулевым штрихом большого угломерного круга 1 . Затем в этом положении весь прибор осторожно поворачивают во втулке и точно совмещают концы свободной магнитной стрелки 4 с нулевыми штрихами румбической шкалы 5 в коробке буссоли.

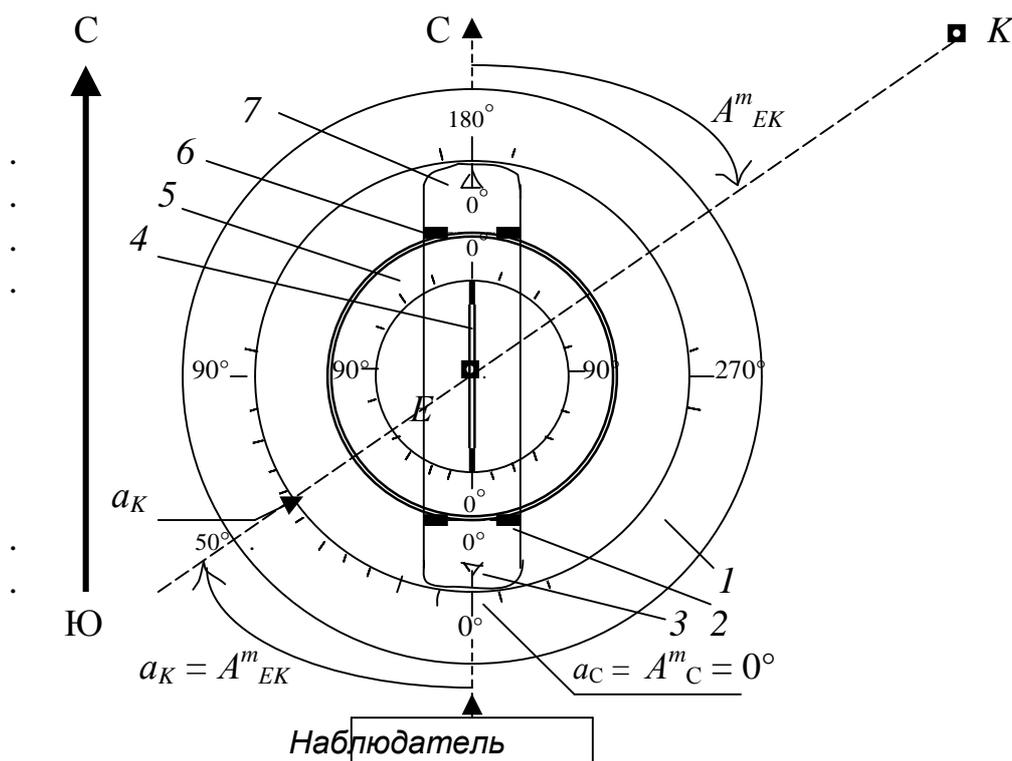


Рис. 3. Ориентирование буссоли для измерения магнитных азимутов:
 C – направление визирования диоптрами $2, 6$ на север; соответствующий отсчет

по верньеру 3 равен $a_C = A^m_C = 0^\circ 00'$; EK – направление визирования диоптрами 2, 6 на веху K ; соответствующий отсчет по верньеру 3 равен a_K – магнитному азимуту линии EK , т. е. $a_K = A^m_{EK}$

В исправной буссоли должны совпадать все нули, в их числе нулевой штрих верньера 7 при предметном диоптре 6 – со штрихом 180° круга 1 и оба конца магнитной стрелки – с нулевыми штрихами румбической шкалы 5. После ориентации по всем нулям через диоптры визируют на предметы местности и по шкале неподвижно закрепленного угломерного круга 1 отсчитывают значение соответствующего магнитного азимута.

Погрешность ориентации буссоли относительно ее магнитной стрелки в данной точке включает:

- погрешность совмещения нулей магнитной стрелки и румбического градусного кольца ($5-12'$ или $0,1-0,2^\circ$);
- погрешность совмещения нулей верньера и угломерного круга ($2-5'$);
- погрешность визирования через диоптры на веху ($6-12'$);
- погрешность за счет суточных азимутальных колебаний магнитного меридиана в данной точке с амплитудой до $15'$ (в течение 4–5 ч погрешность составит $2-3'$, если нет геомагнитной бури).

Результирующая погрешность определения магнитного меридиана и магнитных азимутов может быть снижена до $5-9'$ за счет повышения точности всех совмещений и визирования на вехи при надлежащей устойчивости буссоли.

6.7.2. Измерения горизонтальных углов. Буссоль БС-2 устроена так, что с ее помощью горизонтальные углы измеряют одновременно с измерением магнитных азимутов.

На рис. 4, а буссоль показана над вершиной 5 измеряемого правого по ходу угла β_5 (рис. 4, в).

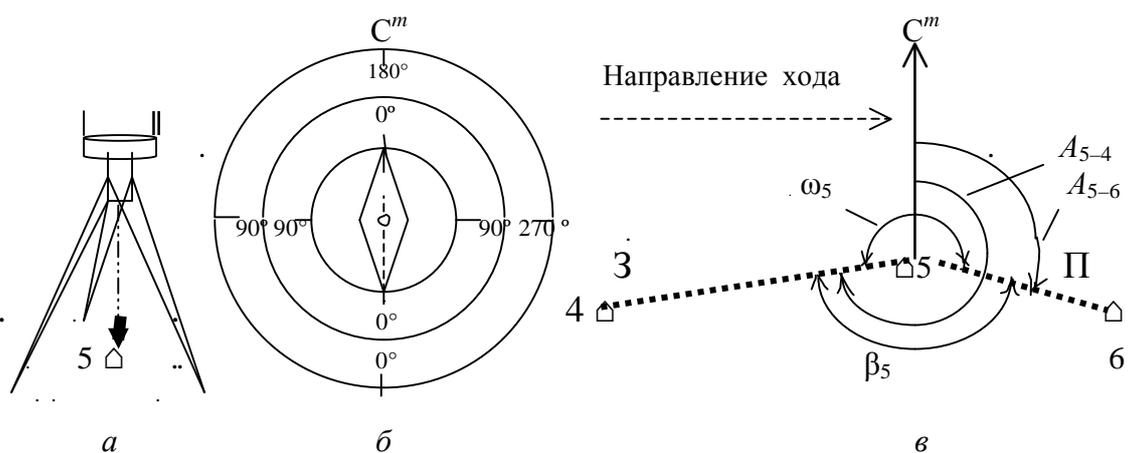


Рис. 4. Измерение магнитных азимутов и горизонтальных углов:
a – центрирование буссоли; *б* – ориентирование корпуса буссоли;
в – схема углов (C^m – северное направление магнитной стрелки; β_5 – правый по ходу угол; ω_5 – левый по ходу угол; A_{5-6} , A_{5-4} – магнитные азимуты направлений)

Погрешность центрирования буссоли по отвесу допускается до 3–5 см. После ориентации буссоли по всем нулям (рис. 4, *б*) прибор удерживают от поворотов, визируют диоптрами на веху *задней точки* 4 (рис. 4, *в*) и, убедившись в неизменности совмещения концов магнитной стрелки со штрихами 0–0° (см. рис. 4, *б*), берут отсчет Z по угломерному кругу I с помощью верньера при глазном диоптре. Удерживая прибор, визируют диоптрами на веху *передней точки* 6 и, проверив точность совмещения концов магнитной стрелки с теми же нулевыми штрихами, берут отсчет Π по угломерному кругу посредством верньера при глазном диоптре.

Содержание результатов измерений:

1) отсчеты Z и Π представляют собой магнитные азимуты направлений назад $Z = A_{5-4}$ и вперед $\Pi = A_{5-6}$;

2) горизонтальный правый по ходу угол с вершиной в точке 5 равен

$$\beta_5 = Z - \Pi = A_{5-4} - A_{5-6}. \quad (6)$$

Пример. Пусть $Z = A_{5-4} = 261^\circ 35'$; $\Pi = A_{5-6} = 110^\circ 15'$, тогда $\beta = 151^\circ 20'$.

Здесь левый по ходу угол $\omega = \Pi - Z = 110^\circ 15' - 261^\circ 35' = 110^\circ 15' + 360^\circ - 261^\circ 35' = 208^\circ 40'$, а также $\omega = 360^\circ - \beta = 360^\circ - 151^\circ 20' = 208^\circ 40'$.

7. ТЕОДОЛИТНАЯ И БУССОЛЬНАЯ СЪЕМКИ

К началу работ студенты каждой бригады должны выполнить проверки и юстировки теодолита, буссоли и компарирование ленты.

7.1. Тренировочные измерения горизонтальных углов теодолитом

На первом развороте журнала угловых измерений записывают название учебного задания: «Тренировочные измерения».

Деревянными колышками временно закрепляют в земле вершины трех- или четырехугольного полигона со сторонами не менее 50–60 м. В журнале на страницах «Тренировочные измерения» в графе «Абрис» составляют схему полигона, нумеруют точки по ходу так, чтобы измеряемые углы были правыми по ходу (рис. 5).

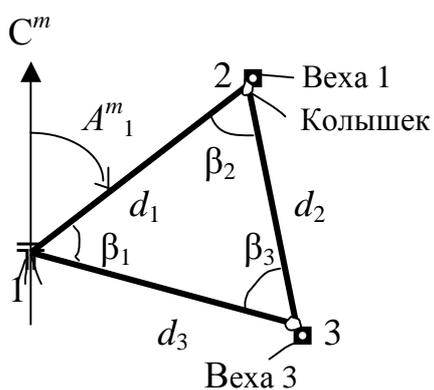


Рис. 5. Схема
треугольного полигона:
 β_i – правые по ходу внутренние
углы полигона;
 d_i – горизонтальные проложения
сторон полигона

Теодолит центрируют над колышком 1 (над вершиной угла 1) по нитяному отвесу с точностью не грубее 5 мм. Колышки 2 и 3 обозначают вехами, которые ставят в землю вертикально рядом с колышками и в створе линий 2–1 и 3–1. При измерении горизонтального угла вертикальный штрих сетки наводят на видимый низ вехи для уменьшения погрешностей за счет ее наклона. Результаты измерений и вычислений записывают в журнал на отведенных страницах.

Горизонтальный угол измеряют двумя полуприемами: при КЛ и КП. Установив теодолит в рабочем положении

над пунктом 1 (рис. 5), выполняют **первый полуприем измерения**. Сначала визируют трубой на веху задней точки 3 и берут отсчет $З'$ по горизонтальному кругу. Затем, отпустив закрепительный винт алидады, визируют на веху передней точки 2 и берут отсчет $П'$ по горизонтальному кругу, вычисляют первое значение измеряемого

угла $\beta' = Z' - П'$.

Приступая ко второму полуприему, зрительную трубу переводят через зенит (меняют рабочее положение теодолита с КЛ на КП или наоборот), горизонтальный угломерный круг поворачивают приблизительно на $1,5-3,0^\circ$ вращением его наводящего винта, находящегося в подставке, или же небольшим поворотом прибора при временно отпущенном закрепительном винте подставки.

Второй полуприем измерения выполняют как и первый, вычисляют второе значение измеряемого угла $\beta'' = Z'' - П''$. Убедившись, что расхождение значений β' и β'' не превышает $\pm 2'$, записывают среднее значение β_1 – окончательный результат измерений в точке 1.

Теодолит переносят на переднюю по ходу вершину 2 треугольника, вехи устанавливают рядом с кольшками 1 и 3 в створе линий 2–1 и 2–3. Измеряют двумя полуприемами горизонтальный угол β_2 . Аналогично действуют при измерении угла β_3 .

В журнал (графа «Абрис») вносят записи по вычислению фактической невязки измеренных углов и ее допустимой величины:

$$f_{\beta} = \Sigma\beta_{\text{изм}} - 180^\circ (n - 2), f_{\beta \text{ доп}} = \pm 2' \sqrt{n}, \quad (7)$$

где n – число углов хода.

В случае недопустимости фактической угловой невязки повторяют измерения углов и выявляют причины ошибок.

Уравнивание измеренных углов заключается в распределении между ними поровну фактической невязки с условием, чтобы сумма уравненных углов равнялась теоретической, т. е.

$$\Sigma\beta_{\text{уравн}} = 180^\circ (n - 2). \quad (8)$$

7.2. Измерение магнитных азимутов и длины сторон треугольника, вычисление координат его вершин

С помощью буссоли в каждой вершине тренировочного треугольника измеряют прямой и обратный магнитные азимуты его сторон и заполняют табл. 5. Вычисляют горизонтальные углы в двух вариантах:

1) горизонтальный угол β равен разности отсчетов Z и $П$ по горизонтальному кругу, полученных при визировании на заднюю и

переднюю по ходу точки, т. е. разности соответствующих магнитных азимутов;

2) среднее значение горизонтального угла $\beta_{\text{ср}}$ равно разности осредненных отсчетов $Z_{\text{ср}}$ и $\Pi_{\text{ср}}$, полученных по результатам определения прямого и обратного магнитных азимутов сторон полигона.

Второй из вариантов измерения углов характеризуется практически достаточным контролем определения магнитных азимутов и углов между сторонами хода.

Длины сторон измеряют стальной лентой с точностью до 1–2 см.

В камеральных условиях вычисляют координаты вершин замкнутого треугольника (см. рис. 5). В координатную ведомость записывают исходные данные: измеренные углы β_i , длины сторон хода d_i , дирекционный угол линии 1–2 $\alpha_{1-2} = A^m_{1-2}$, координаты точки 1: $x_1 = +200,00$ м; $y_1 = +300,00$ м.

Вычисления ведут при помощи инженерного калькулятора в порядке, рассмотренном в учебниках [1, 2] и на лабораторных занятиях. Допустимая абсолютная невязка хода не должна превышать величины $f_{\Sigma d} = (\Sigma d_i)/1000$.

Таблица 5

**Тренировочные измерения магнитных азимутов
и горизонтальных углов буссолью БС-2**

Вершина	Точка	Магнитный азимут	Горизонтальный угол $\beta = 3 - \Pi$	Средние значения магнитных азимутов $Z_{\text{ср}}, \Pi_{\text{ср}}$	Средние значения горизонтального угла $\beta_{\text{ср}} = Z_{\text{ср}} - \Pi_{\text{ср}}$
1	3 (З)	103° 55'	50° 30'	(1–3; 3–1)ср 103° 52'	50° 30'
	2 (П)	53° 25'		(1–2; 2–1)ср 53° 22'	
2	1 (З)	233° 20'	60° 30'	(2–1; 1–2)ср 233° 22'	60° 40'
	3 (П)	172° 50'		(2–3; 3–2)ср 172° 42'	
3	2 (З)	352° 35'	68° 45'	(3–2; 2–3)ср 352° 42'	68° 47'
	1 (П)	283° 50'		(3–1; 1–3)ср 283° 52'	

$$\Sigma\beta_{\text{изм}} = 179^\circ 45';$$

$$\Sigma\beta_{\text{ср}} = 179^\circ 57';$$

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180^\circ 00';$$

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180^\circ 00';$$

$$\text{фактическая невязка } f_{\beta} = -0^\circ 15';$$

$$f_{\beta} = -0^\circ 03';$$

$$\text{допустимая невязка } f_{\beta \text{ доп}} = 12' \sqrt{n} = 21';$$

$$f_{\beta \text{ доп}} = 8' \sqrt{n} = 14'.$$

**7.3. Рекогносцировка участка
теодолитно-буссольной съемки**

При выдаче задания преподаватель показывает на местности границы участка, отведенного бригаде для съемки, и ближайшие пункты учебного геодезического полигона. Схема полигона приведена на рис. 7 и 8.

Рекогносцировка участка включает его изучение по выбору мест закрепления пунктов съемочного обоснования. Съёмочное обоснование состоит из пунктов основного теодолитного хода и диагонального. Основной ход прокладывается по контуру лесоучастка, но должен начинаться и заканчиваться на опорных пунктах геодезического полигона. Диагональный ход проектируется внутри участка и может опираться на пункты основного хода.

Каждый теодолитный ход намечается так, чтобы в нем измерялись правые по ходу углы, при этом углы основного хода должны быть внутренними углами замкнутого многоугольника. Следует предусматривать оптимальное использование точек и сторон хода для съемки контуров ситуации способами обхода, перпендикуляров, полярным, засечками. Необходимо обеспечивать взаимную видимость соседних вершин хода, а расстояния между ними принимать от 30 до 200–250 м.

Закрепление пунктов (вершин) теодолитного хода осуществляется деревянными колышками (рис. 6, а), их забивают практически вровень с землей, чтобы не создавать препятствий пешеходам и транспортным средствам (например, велосипедистам, конным повозкам), а на местах покоса трав – не быть причиной поломки средств травкошения.

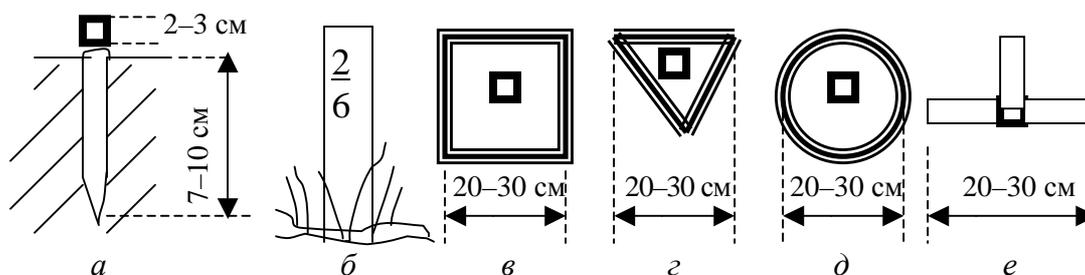


Рис. 6. Временный пункт теодолитного хода:

а – колышек – центр пункта; б – сторожок (надписи на сторожке: 2 – номер пункта; б – номер бригады); в, г, д, е – формы окопки

Сторожки (рис. 6, б) ставят для обозначения пунктов, но в местах, где вероятна их сохранность (ближайшие заросли).

Пункты необходимо очистить от травы и окопать с помощью

топорика. Каждая бригада применяет одну из форм окопки, например показанных на рис. б, в, г, д, е.

В процессе рекогносцировки составляют схему проектируемых теодолитных ходов, ориентированную на север. Для нанесения на схему исходных пунктов и точек теодолитного хода используют соответствующую часть рис. 7 или 8.

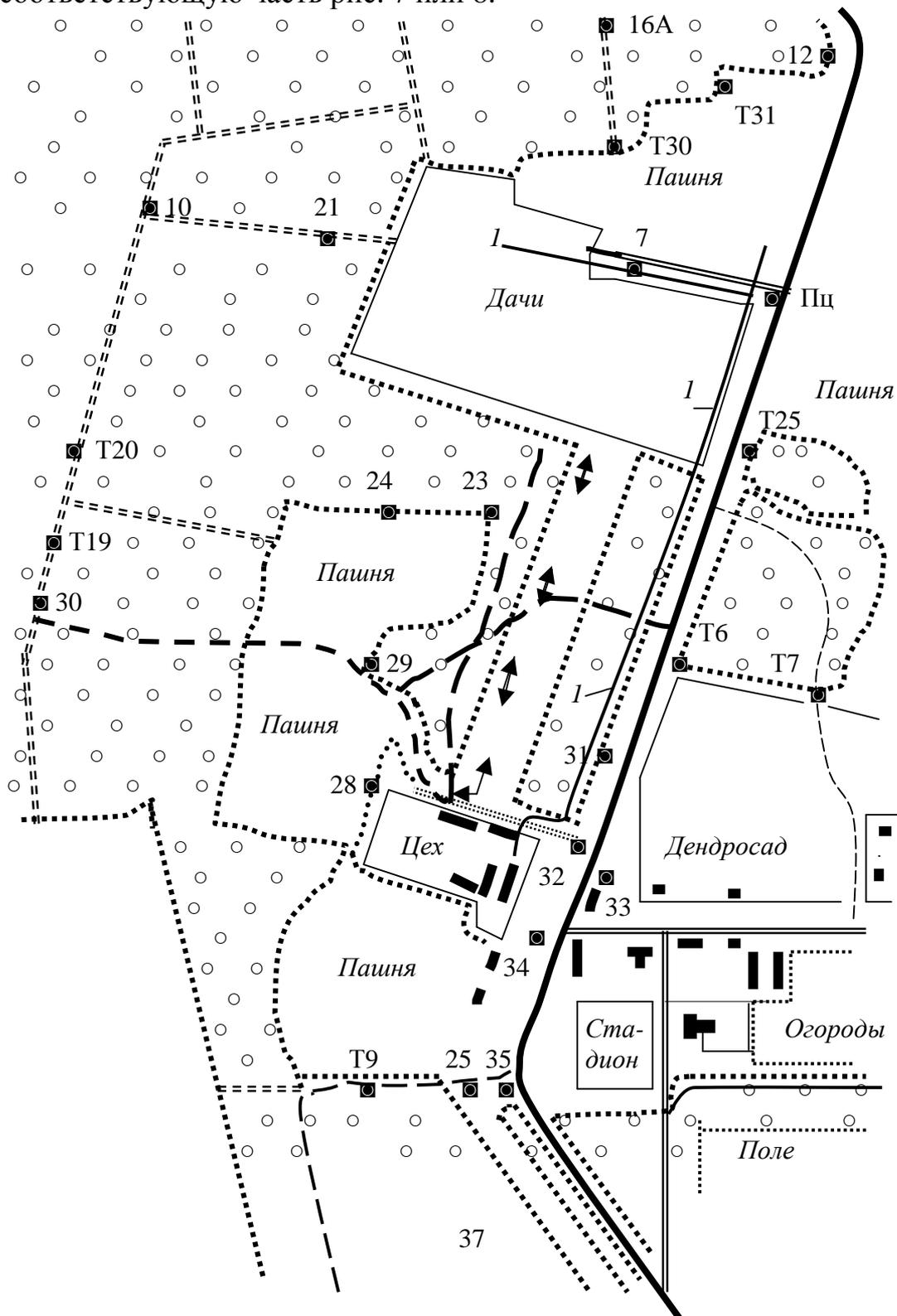


Рис. 8. Схема размещения геодезических пунктов в восточной части полигона:

■ – пункты полигонометрии (реперы); ■ – реперы Государственного управления гидрометеорологической службы (ГУМС)

7.4. Измерение углов и сторон теодолитного хода

Каждый студент должен измерить не менее трех углов и трех сторон теодолитного хода. Результаты измерений записывают только в журнал. Запрещается стирать ошибочные записи, их зачеркивают и над ними пишут верные цифры. При необходимости повторить измерение угла аккуратно перечеркивают сделанные записи, а повторные результаты записывают в новых строках журнала. Не допускаются записи результатов измерений в черновиках.

Отдельные правые по ходу углы измеряют двумя полуприемами, рассмотренными в подпункте 7.1. Если данная точка служит вершиной двух и более горизонтальных углов, то для их измерения применяется способ круговых приемов, рассмотренный в учебнике [1, с. 93].

Предостережение. При измерениях углов и линий на общих участках местности соседние бригады должны обозначить свои вехи четкими отличительными знаками (листами бумаги, цветными повязками, другими метками) и проверить установку вех строго на своих пунктах, обозначенных окопкой и сторожками (см. рис. 6).

Стороны хода измеряют дважды (в прямом и обратном направлениях). Расхождение результатов $\Delta D = D_{\text{пр}} - D_{\text{обр}}$ не должно превышать $1/2000$ расстояния, т. е.

$$\Delta D_{\text{доп}} = D/2000. \quad (9)$$

На негоризонтальных участках измеряют углы наклона v сторон хода или их отрезков с помощью теодолита или эклиметра. Если $v \geq 1,5^\circ$, то вычисляют *горизонтальное проложение* такой стороны или ее части:

$$d = D \cos v. \quad (10)$$

Поправка на компарирование в длину измеренной линии рассчитывается по формуле (2).

7.5. Обработка материалов полевых измерений

Схема съемочного обоснования, ориентированная относительно оси x (рис. 9), составляется на листе бумаги формата А4. Подписываются численные значения начального α_0 и конечного α_k дирекционных углов для каждого теодолитного хода, значения горизонтальных углов β_i и горизонтальных проложений d_i сторон.

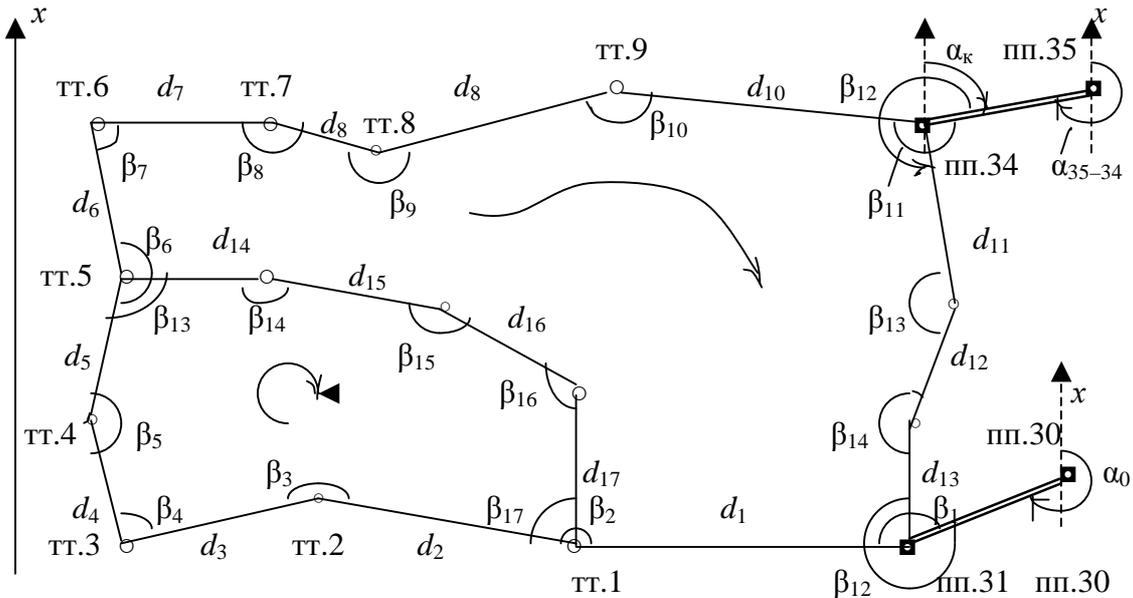


Рис. 9. Схема теодолитных ходов

Координаты исходных пунктов полигона выдает преподаватель. Студенты вычисляют начальный α_0 и конечный α_k дирекционные углы и по известным формулам, например для направления AB

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_{AB} &= \operatorname{tg} r_{AB} = (y_B - y_A) / (x_B - x_A), \\ \text{контроль} \quad d &= \Delta y / \cos \alpha, \quad d = \Delta x / \sin \alpha. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

По знакам приращений Δx и Δy определяют наименование румба, затем вычисляют дирекционный угол конкретной исходной стороны полигонометрии. Правильность нахождения величин α и r следует приблизительно проверить по составленной схеме съемочного обоснования (см. рис. 9). Например, для хода ПП.31 – ТТ.1 – ТТ.2 – ... – ТТ.9 – ПП.34 начальный дирекционный угол $\alpha_0 = \alpha_{30-31} \approx 255^\circ$, а конечный

дирекционный угол $\alpha_k = \alpha_{34-35} \approx 85^\circ$.

Угловая невязка основного теодолитного хода, согласно его схеме, может вычисляться как для замкнутого, так и для разомкнутого многоугольника. Ее допустимая величина составляет

$$f_{\beta \text{ доп}} = 2' \sqrt{n}. \quad (12)$$

Допустимая угловая невязка диагонального теодолитного хода, опирающегося на пункты основного хода, равна

$$f_{\beta \text{ доп}} = 3' \sqrt{n}. \quad (13)$$

Если фактическая угловая невязка больше допустимой, то измерения углов повторяют, анализируя вероятные причины допущенных ошибок.

Заполнение ведомости для вычисления координат начинают с графы 1. В нее последовательно вносят номера исходных пунктов и вершин теодолитного хода, например (см. рис. 9), пп.30, пп.31, тт.1, тт.2Б, ..., тт.9, пп.34, пп.35.

В графе 2 записывают значения измеренных углов β_i для каждой вершины, согласно схеме, в графе 4 – начальный α_0 и конечный α_k дирекционные углы исходных сторон. Необходимо проверить по направлению хода, нет ли в значениях α_0 и α_k ошибок на 180° или на $90^\circ - r$.

Дальнейшие расчеты состоят в проверке фактической угловой невязки, уравнивании измеренных углов, вычислении дирекционных углов и румбов сторон.

Приращения координат находят без использования румбов по формулам

$$\Delta x_i = d \cos \alpha_i, \quad \Delta y_i = d \sin \alpha_i. \quad (14)$$

Невязки приращений координат равны

$$f_x = \Sigma \Delta x_i - (x_k - x_n), \quad f_y = \Sigma \Delta y_i - (y_k - y_n). \quad (15)$$

Абсолютная (фактическая) невязка теодолитного хода составляет

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}. \quad (16)$$

Допустимые абсолютные невязки для ходов основного и диагонального соответственно равны

$$f_{\text{абс доп}} = (\Sigma \Delta d_i)/2000, \quad f_{\text{абс доп}} = (\Sigma \Delta d_i)/1000. \quad (17)$$

Если фактическая абсолютная невязка не отвечает ее допустимой величине, то при поиске ошибки сначала проверяют правильность

расчетов и записей в ведомость значений α и d , результатов последующих вычислений. Затем при необходимости повторяют измерения расстояний, причем для быстрого поиска грубых ошибок можно использовать оптический дальномер (см. рис. 2) с последующим измерением линии лентой.

7.6. Теодолитная съемка контуров

По результатам теодолитной съемки составляют план контуров лесоучастка, прилегающих к теодолитным ходам, в масштабе 1 : 2000. Съемку ведут различными способами относительно пунктов и сторон съемочного обоснования, созданного основным и диагональным теодолитными ходами. Применяют способы обхода, перпендикуляров, линейных и угловых засечек, полярный [1, § 8.6; 2, § 64]. Необходимо соблюдать указанные в литературе технические требования к точности измерения расстояний углов, длине перпендикуляров, полярных направлений.

Абрисы съемки целесообразно составлять карандашом марки М или 2М на страницах тетради, скомпанованной из листов чертежной бумаги, но можно пользоваться тонкой ученической тетрадью. Зарисовки контуров ситуации и вспомогательных линий следует выполнять под линейку в произвольном масштабе, обеспечивающем четкое отображение контуров объекта и способов съемки с числовыми данными и пояснениями.

Запрещается перерисовывать (улучшать) абрис, составленный в процессе съемки.

Теодолитную съемку необходимо дополнить буссольной для отображения на плане всех внутренних контуров лесоучастка.

7.7. Буссольная съемка

До начала буссольной съемки следует определить склонение магнитной стрелки.

Предварительное замечание. В зоне № 5 зональной системы прямоугольных координат (проекция Гаусса – Крюгера) географическая долгота осевого меридиана $\lambda_0 = 27^\circ$, а средняя долгота негорельского геодезического полигона $\lambda_{\text{п}} \approx 27^\circ 03'$. Здесь угол сближения меридианов рассчитывается по формуле

$$\gamma \approx (\lambda_{\text{п}} - \lambda_0) \sin \varphi = +3' \sin 53,5^\circ = +2,4'. \quad (18)$$

Данная величина мала в сравнении с погрешностями определения магнитного азимута $m_A \approx 5 - 15'$ и не учитывается в работах по установлению склонения магнитной стрелки.

Склонение магнитной стрелки обязательно определяется до начала буссольных работ. Склонение магнитной стрелки – горизонтальный угол между осью магнитной стрелки и осью абсцисс той системы координат, в которой составлен лесоустроительный планшет.

На геодезическом полигоне бригада определяет склонение **на пяти сторонах теодолитного хода** в точках, которые расположены не ближе 30–40 м к объектам, вызывающим местные возмущения геомагнитного поля. Эти объекты – линии электропередач, труба газопровода вблизи шоссе (труба 1 на рис. 7) и подземные трубопроводы на территории студенческого городка, поселка Городище, производственного цеха, в зоне размещения пп.31, пп.32 и пп.34.

В процессе определений склонения заполняют ведомость по образцу табл. 6. Каждый студент бригады измеряет прямой и обратный магнитные азимуты одной из сторон теодолитного хода при установках буссоли или гониометра, например, сначала над точкой 3, затем над точкой 4 стороны 3–4 (табл. 6). Вычисляет среднее значение магнитного азимута для прямого направления. Из координатной ведомости теодолитного хода берет значение прямого дирекционного угла. Рассчитывает угол δ_i склонения магнитной стрелки.

Таблица 6

Определение склонения магнитной стрелки

Показатели	ФИО студента		
	Перов А. А.	Иванов И. И.	Елкин Т. Т.
Сторона теодолитного хода	3–4	6–7	4–5
Магнитный азимут:			
прямой $A_{пр}$	81° 15'	77° 15'	223° 40'
обратный $A_{обр}$	261° 25'	257° 10'	157° 35'
среднее $A_{ср}$	81° 20'	77° 12'	223° 38'
Дирекционный угол прямой α	76° 15'	71° 38'	218° 15'
Склонение $\delta_i = A_{пр i} - \alpha$			
измеренное δ_i	+5° 20'	+5° 34'	+5° 23'
среднее $\delta_{ср}$	+5° 26'		

Буссольную съемку лесных контуров выполняют преимущественно способом обхода. Буссольные ходы прокладывают только внутри данного квартала по границам раздела таксационных выделов,

лесным дорогам, контурам лесопосадок и др.

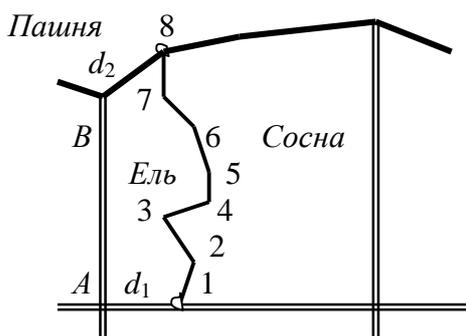


Рис. 10. Привязка буссольного хода промерами к контурам лесонасаждения: d_1 – к пересечению кварталных просек; d_2 – к точке B просеки на границе леса

Плановая привязка буссольного хода. В условиях учебной практики буссольные ходы должны опираться начальной и конечной точками на пункты теодолитного хода.

В условиях производства буссольные ходы привязывают к точкам взаимного пересечения кварталных просек (точка A на рис. 10) и к точкам пересечения просеки с границей лесонасаждения (точка B).

Журнал буссольной съемки

Буссоль БС-2, № 1843

Квартал 112 13 июня 20__ г.

Бригада № 3, гр. № 2, 1 курс ЛХФ

Студенты: _____

а

Буссольный ход № _____

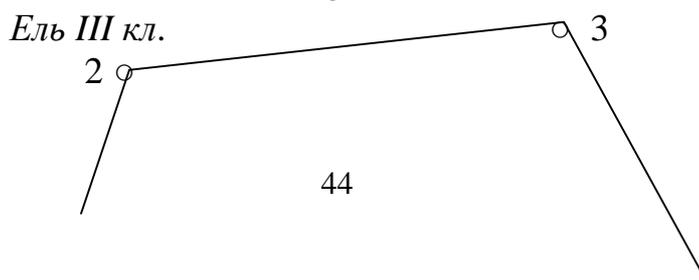
Исполнитель: _____, помощники _____

Сторона обозначение	длина, D , м	Магнитный азимут			Склонение $\delta = +5^\circ 26'$	Дирекционный угол прямой $\alpha = A_m + \delta$
		прямой $A_{пр}$	обратный $A_{обр}$	средний $A_{ср}$		
тт.4-1	49,7	$66^\circ 15'$	$246^\circ 05'$	$66^\circ 10'$	$+5^\circ 26'$	$71^\circ 36'$
1-2	43,6	$28^\circ 35'$	$208^\circ 30'$	$28^\circ 32'$	$+5^\circ 26'$	$33^\circ 58'$
2-3	140,7	$88^\circ 40'$	$268^\circ 25'$	$88^\circ 32'$	$+5^\circ 26'$	$93^\circ 58'$
3-4	93,4	$173^\circ 00'$	$353^\circ 05'$	$173^\circ 02'$	$+5^\circ 26'$	$173^\circ 28'$
4-тт.2	58,9	$201^\circ 25'$	$21^\circ 15'$	$201^\circ 20'$	$+5^\circ 26'$	$206^\circ 46'$

$\Sigma D = 386,3$ м

б

Абрис



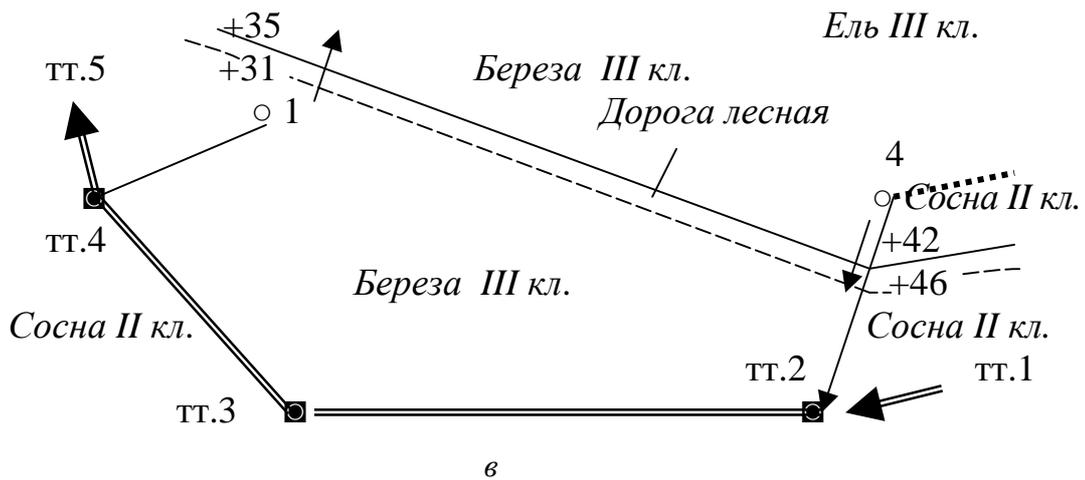


Рис. 11. Журнал буссольной съемки:
a – титульный лист; *б* – левая страница разворота журнала;
в – правая страница разворота журнала

Прокладку буссольного хода начинают с обозначения вехами и кольями граничных точек между лесотаксационными выделами, а также контурных точек других площадей, лесных дорог. Расстояния между точками буссольного хода измеряют стальной лентой (рулеткой). Прямые и обратные магнитные азимуты измеряют буссолью. Результаты измерений и абрис вносят в журнал (рис. 11).

Каждый студент должен проложить буссольный ход не менее чем из четырех сторон в роли исполнителя, т. е. лично выполнить измерения буссолью и заполнить журнал, при этом другие студенты бригады работают как помощники. Количество буссольных ходов должно быть не меньше числа студентов в бригаде.

8. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ЛЕСОУЧАСТКА

Контурный план лесоучастка (рис. 12) составляют по форме лесоустроительного планшета на листе чертежной бумаги формата А1 (размеры бумаги планшета приняты 60×60 см, размеры картографической рамки – 50×50 см). Масштаб учебного плана – 1 : 2000.

Последовательность составления плана (разбивка координатной сетки, нанесение на план пунктов полигонометрии и теодолитного хода по их координатам, нанесение контуров по данным абрисов) описана в учебниках [1, § 8.7, 11.22; 2, 67, 69, 70].

Пользуясь абрисом, наносят на план контуры ситуации при помощи циркуля-измерителя, масштабной линейки и геодезического транспортира. При этом способы нанесения контуров на план соответствуют способам их съемки на местности.

Буссольные ходы наносят на план по дирекционным углам и длинам их сторон. *Графическая линейная невязка* нанесения хода на план масштаба 1 : М принимается допустимой, если она не превышает 1/100 от длины хода на плане $d_{\text{п}} = (\Sigma D)/M$, т. е.

$$f_{\text{доп}} = [(\Sigma D)/M]/100. \quad (19)$$

Ход, нанесенный с графической невязкой, уравнивают способом параллельных линий [1, с. 255; 2, § 67].

Пример. На рис. 11 длина хода $\Sigma D = 386,3$ м; при нанесении хода на план масштаба 1 : 2000 графическим способом допустимая невязка составит $f_{\text{доп}} = [386\ 300/2000]/100 = 1,9$ мм. В результате графической увязки хода остаточная его погрешность в средней части равна половине фактической невязки.

Условные знаки для изображения на плане лесоучастка объектов съемки приведены в учебниках [1, с. 45–47; 2, с. 35–38], а также частично на рис. 13. Все знаки и надписи необходимо наносить по предварительной разметке. Ориентация условных знаков и надписей указана на рис. 13 и показана на примере рис. 12.

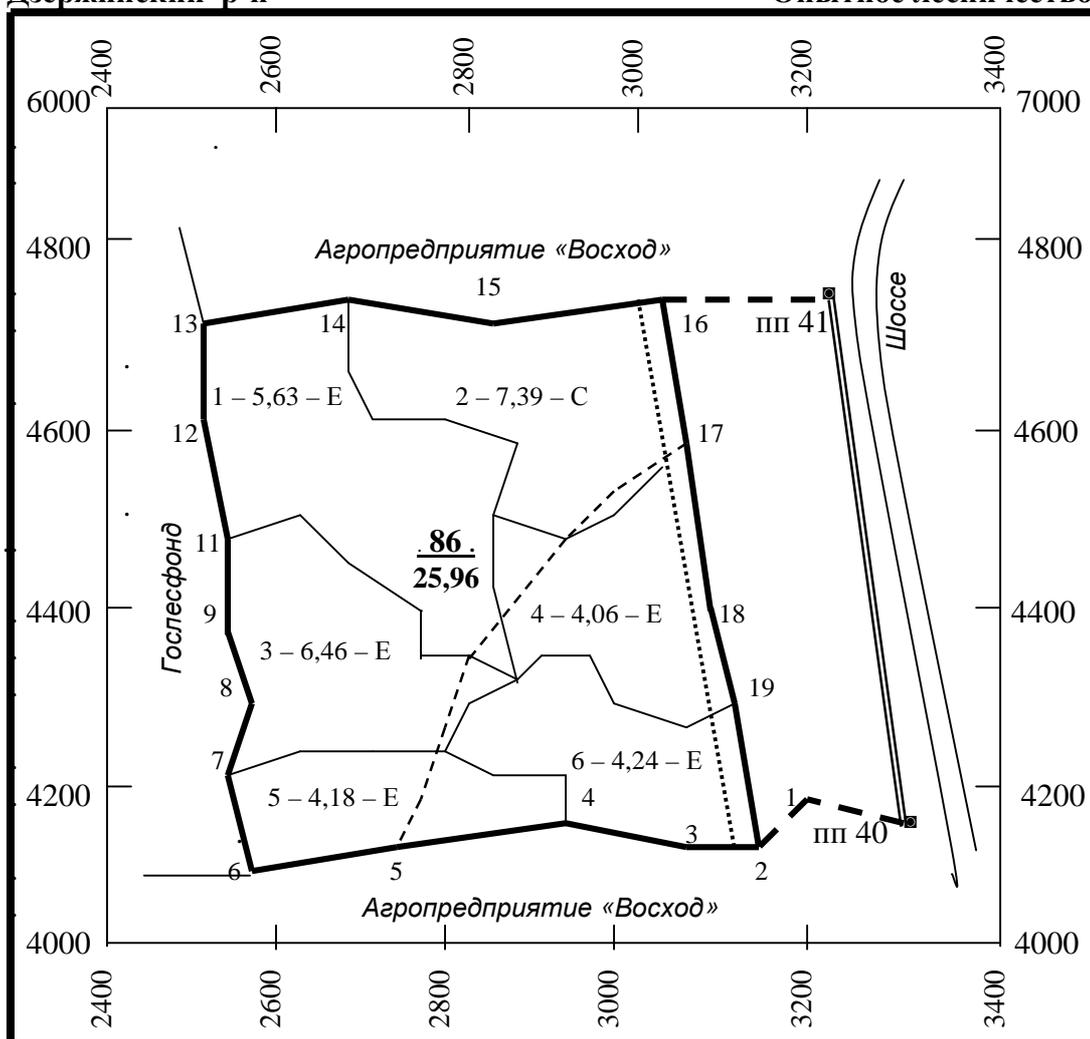
После проверки и устранения ошибок планшет вычерчивают черной тушью, выдерживая начертание условных знаков и шрифт надписей. Допускается оформление надписей и условных знаков с помощью компьютера: их печатают на бумаге, вырезают и наклеивают на план.

ПЛАНШЕТ № _____

Минская обл.
Дзержинский р-н

Лесоустройство 20__ г.

Негорельский лесхоз
Опытное лесничество



ЛХФ БГТУ

1 : 2000 (в 1 см 20 м)

Студенты __ гр. __ к. __

бригада № _____

Общая площадь 25,96 га

Ориентирован по осевому меридиану

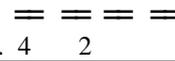
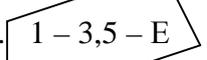
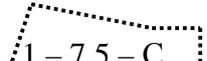
Склонение магнитной стрелки +5,1°

Проверил: _____

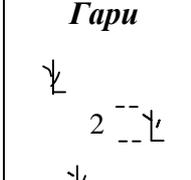
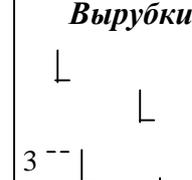
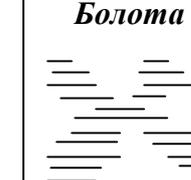
Рис. 12. Пример оформления плана лесочастка:

- (thick solid line) — стороны теодолитного хода по границе участка;
- (thin solid line) — буссольные ходы по границам выделов;
- (dashed line) — лесная дорога, снятая диагональным теодолитным ходом

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ для лесоустроительного планшета

Объект	№ знака	Изображение на планшете
Квартальные просеки	37	 0,8
Просеки шириной до 20 м	40	 0,8 4 2
Таксационные визиры	42	 0,2
Границы лесничеств: линия черным цветом отмывка слабым зеленым	6	 0,4 4
Границы таксационных выделов, установленные инструментально, т. е. проложением буссольного хода	43	 0,2
Границы таксационных выделов, установленные для нечетких контуров приближенно	44	 0,2
Лесные дороги	51	 0,4

Показанные ниже условные знаки и надписи размещаются на планшете параллельно южной или северной стороне его рамки по предварительной разметке

<i>Пашни</i>	<i>Сенокосы</i>	<i>Гари</i>	<i>Вырубки</i>	<i>Болота</i>
				
123	125	132	134	135

Номер лесного квартала (числитель) и его площадь (знаменатель): $\frac{86}{25,96}$

Учебная таксационная формула выдела (применяется только в учебном задании):

2 – 35 – С 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

В формуле: **номер выдела – площадь, га – порода насаждения**

С – сосна; **Е** – ель; **Д** – дуб; **Б** – береза; **О** – ольха; **В** – вырубка; **Г** – гарь

Таксационная формула вырубки: **8 – 17,4 – 05 – В**

(в формуле: номер выдела – площадь, га – год вырубки – обозначение вырубки)

Рис. 13. Условные знаки и пояснительные надписи

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ

9.1. Аналитическое вычисление площади лесоучастка

Площадь, ограниченная основным теодолитным ходом, рассчитывается по формулам, приведенным в ведомости для таких вычислений. В ее графе 1 последовательно записывают номера вершин теодолитного хода, образующих замкнутый контур (ни один номер не должен повторяться). Значения координат x и y , записанных в ведомость, необходимо внимательно проверить. Вследствие того, что план лесоучастка составляют в крупном масштабе 1 : 2000, его площадь вычисляют с округлением до 0,01 га.

9.2. Определение площадей полярным планиметром

Поверки полярного планиметра. Прибор проверяют на отсутствие механических повреждений, на свободное вращение счетного механизма и на соблюдение двух главных геометрических условий, описанных в учебниках [1, с. 192; 2, с. 224].

9.2.1. Определение цены деления планиметра. План местности разворачивают в плоскость на ровной горизонтальной поверхности стола и закрепляют грузиками. Основа плана не должна быть повреждена следами изгиба и подчисток бумаги: неровности поверхности плана служат причиной ошибочных результатов определения цены деления планиметра и искомых площадей.

Для определения цены деления планиметра сначала составляют ведомость измерений по примеру табл. 7. На плане выбирают замкнутый контур с известной площадью (чаще всего один или два квадрата координатной сетки). Планиметр устанавливают в положение «полюс вне контура». Контур обводят несколько раз (рекомендуется обводить против хода часовой стрелки), добиваясь стабильности осуществления обводов и, как следствие, удовлетворительной сходимости разностей отсчетов n_i . Такие разности представляют площадь контура в делениях планиметра. Расхождения между значениями n_i

допускаются до 5 единиц последней цифры отсчета. Отбракованные разности вычеркивают, из оставленных (не менее четырех) выводят их среднюю величину n_{cp} и вычисляют цену деления планиметра c (см. графу 5 табл. 7) для плана данного масштаба при данном радиусе R обводного рычага и принятом положении полюса относительно рычага со счетным механизмом.

Таблица 7

Определение цены деления полярного планиметра № 1724 для плана масштаба 1 : 2000 при радиусе обводного рычага $R = 282,0$

Отсчеты		Разность отсчетов $n_i = u_i - u_{i+1}$	Средняя разность n_{cp}	Цена деления c
Обозначение u_i	Величина			
1	2	3	4	5
u_1	8890		1018	Площадь квадрата $P = 4$ га; $c = P/n_{cp}$; $c = 4/1018 = 0,0039293$
u_2	7870	1020		
u_3	6855	1015		
u_4	5830	1025		
u_5	4814	1016		
u_6	3797	1017		
u_7	2774	1023		
u_8	1757	1017		
u_9	0747	1010		

Значение цены деления планиметра $c = 0,0039293$ (при $R = 282,0$) можно округлить до величины $c_0 = 0,004$, установив соответствующий радиус обводного рычага:

$$R_0 = R (c_0/c). \quad (20)$$

9.2.2. Определение площадей планиметром. Если контур лесоучастка ограничен сторонами теодолитного хода, то его теоретическую площадь P_T наиболее точно (с погрешностью около $1/1000$) вычисляют по координатам вершин многоугольника.

Если же теодолитные ходы не везде совпадают с границей лесоучастка, то его общую теоретическую площадь P_T находят как площадь теодолитного полигона плюс (или минус) площади участков, надежно измеренные планиметром на плане.

Площади выделов определяют планиметром по плану (см. рис. 12) с заполнением соответствующей ведомости, например, по форме табл. 8.

Контур каждого выдела обводят дважды при допустимом расхождении разностей n_i (графу 4 табл. 7) до 5 единиц.

**Ведомость определения площади выделов лесоучастка № 86
по плану масштаба 1 : 2000**

Бригада № ____

Планиметр № _____. Цена деления $c = 0,004$.

Длина обводного рычага $R = \text{_____}$.

Номер выдела	Насаж- дение	Отсчеты u_i	Разност и n_i	Среднее $n_{\text{ср}}$	Площадь, $P' = cn_{\text{ср}}$, га	Поправ ки, v_i , га	Уравненная площадь, P , га
1	Ель	8778 7381 5988	1397 1393	1395	5,58	+0,05	5,63
2	Сосна	...	...	1832,5	7,33	+0,06	7,39
...
6	Ель	...	...	1052,5	4,21	+0,03	4,24
...

$\Sigma P'_{i \text{ ср}} = 25,75$ га; $\Sigma v_i = +0,21$; $\Sigma P_i = 25,96$ га

$\Sigma P_{\text{теор}} = 25,96$ га;

фактическая невязка площадей $f_P = -0,21$ га;

допустимая невязка площадей $f_{P \text{ доп}} = \Sigma P_{\text{теор}}/100 = 0,26$ га.

При уравнивании площадей поправки вычисляют по формуле

$$v_i = (f_P / \Sigma P_i) P_i, \text{ контроль } \Sigma v_i = -f_P. \quad (21)$$

Проверяют сумму уравненных площадей, которая должна равняться теоретической (25,96 га в примере табл. 8).

10. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ НА ТРАССЕ ЛЕСОВОЗНОЙ ДОРОГИ

10.1. Подготовительные работы

1. Подготовку к нивелирным работам выполняют по подпункту 6.5 и продолжают контрольно-тренировочным нивелирным ходом, например, через три колышка, образующие треугольник со сторонами не менее 80–100 м. На каждой станции нивелир устанавливают на равных расстояниях от задней и передней реек с точностью до 5–10 м. Последовательность визирования на нивелирные рейки с записями величин отсчетов в журнал показана в табл. 9 цифрами в скобках.

Таблица 9

Журнал тренировочного технического нивелирования
Нивелир НЗ № _____ Рейки РНТ 3000 Дата _____

Номер станции	Точки	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм			Горизонт прибора, ГП, м	Отметка, H, м
		задней З', З''	передней П', П''	промежуточной Пр	$h' = З' - П'$ $h'' = З'' - П''$	поправки $v_{h,i}$ h_{cp}	уровненное h		
1	K ₁	2820 (1) 7607 (2)			+0504 (5)	-2 +0505 (7)	+0503		<u>100,000</u>
	K ₂		2316 (3) 7101 (4)		+0506 (6)				100,503
2	K ₂	2000 6788			-0700 -0700	-2 -0700	-0702		100,503
	K ₃		2700 7488						99,801
3	K ₃	1526 6313			+0202 +0201	-2,5 +0201,5	+0199	101,327	99,801
	K ₄		1324 6112					101,324 ГП ₃	<u>100,000</u>
	1			2216 (8)				<u>101,326</u>	99,210
	2			1503 (9)					99,823

$\Sigma З = 27\ 054$; $\Sigma П = 27\ 041$; $\Sigma h_{cp} = +6,5$; фактическая невязка $f_h = +6,5$ мм;
 $(\Sigma З - \Sigma П)/2 = +6,5$ мм; допустимая невязка $f_{h\ доп} = 10\sqrt{3} = \pm 17$ мм

После завершения нивелирования контрольного треугольника выполняют постраничный контроль найденных превышений и вычисляют фактическую невязку хода и допустимую величину невязки в миллиметрах:

$$f_h = \Sigma h_{\text{ср}} - \Sigma h_{\text{теор}}, \quad f_{h \text{ доп}} = 10 \sqrt{n}. \quad (22)$$

Уравнивают превышения и рассчитывают условные отметки кольешков, приняв отметку начального из них равной 100,000 м.

2. Проверяют целостность мерной ленты и ее длину на компараторе или сравнением с заведомо точной лентой.

3. Заготавливают около 30 деревянных кольешков длиной 7–10 см и столько же сторожков (см. рис. 6, а, б).

10.2. Трассирование дороги и разбивка пикетажа

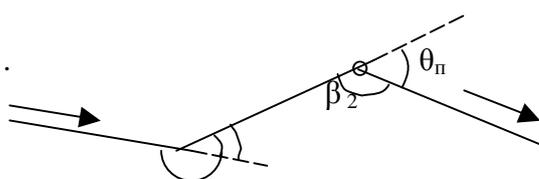
Местоположение трассы лесовозной дороги длиной более 3 км или парковой аллеи длиной до 2,2 км бригада находит на местности под руководством преподавателя. В процессе рекогносцировки выбирают положение прямых (местами условно прямых) участков трассы, закрепляют кольешками вершины углов поворота и составляют схематический чертеж, на котором изображают трассу, углы поворота, ближайшие пункты геодезического полигона и основные объекты ситуации.

По правилам безопасности труда запрещено назначать учебную трассу вдоль шоссеиной дороги Узда – Энергетик в пределах полосы отчуждения, обозначенной вырубками и защитными полосами древесных посадок.

Для минимизации воздействий на растительность трассу прокладывают вдоль существующих полевых и лесных дорог, вне территории дендросада. Пикетные кольешки забивают за пределами проезжей части.

В процессе трассирования дороги (аллеи) ее трассу на прямых участках требуется обозначать вехами, которые выставляют в створ по условиям видимости на открытой местности через 100–150 м, а в лесу – через 30–60 м. Углы поворота трассы θ можно измерять теодолитом или буссолью (рис. 14). Если же измеряется правый по ходу угол β , то угол поворота трассы влево $\theta_{\text{л}}$ или вправо $\theta_{\text{п}}$ вычисляется соответственно по следующей формуле:

$$\theta_{\text{л}} = \beta_1 - 180^\circ, \text{ или } \theta_{\text{п}} = 180^\circ - \beta_2. \quad (23)$$



Разбивка пикетажа включает измерение длины трассы, обозначение ее 100-метровых

$$\beta_1 \circ \theta_{\text{л}}$$

Рис. 14. Углы поворота трассы

отрезков и поперечников пикетными кольшками и сторожками. Пикет – это горизонтальный отрезок трассы длиной

100 м. Пикеты закрепляют в земле пикетными кольшками (см. рис. 6, а). Сторожок с надписью на нем номеров пикета (над чертой) и бригады (под чертой) ставят вблизи, но за пределами лесной дороги. Для нивелирной съемки неровностей рельефа между пикетными точками обозначают сторожками промежуточные (плюсовые) точки. На таком сторожке записывают номер предыдущего пикета и через знак «+» расстояние от него, например ПК4 + 58,2.

Одновременно ведут съемку притрассовой полосы местности шириной до 40–50 м и заполняют **пикетажный журнал**, изготовленный из листов плотной бумаги или ученической тетради. Масштаб разметки пикетов – 1 : 2000. При зарисовках ситуации пользуются линейкой и карандашом твердости 2М. Пикетажный журнал не подлежит последующей перерисовке. Пример заполнения журнала приведен на рис. 15.

На трассе разбивают не менее двух поперечников в местах с неровным рельефом и отмечают в пикетажном журнале.

В местах поворота трассы определяют пикетное положение вершины угла поворота ВУ, измеряют угол поворота θ и записывают эти данные в пикетажный журнал. Радиус R круговой кривой выбирают в пределах 100–200 м и по аргументам R и θ рассчитывают на инженерном калькуляторе длину главных элементов круговой дорожной кривой: тангенса T , кривой K , домера D и биссектрисы B . Затем вычисляют (см. рис. 15) пикетное положение точек начала кривой НК и ее конца КК. После этого находят и закрепляют кольшками точки НК и КК на расстоянии T от точки ВУ. Продолжают разбивку пикетажа после смещения ленты вперед на величину домера D относительно точки ВУ.

Пикетажный журнал продолжают заполнять снизу вверх относительно прочерченной прямой – изображения трассы.

10.3. Нивелирование трассы

Нивелированием определяют отметки всех пикетных, плюсовых и

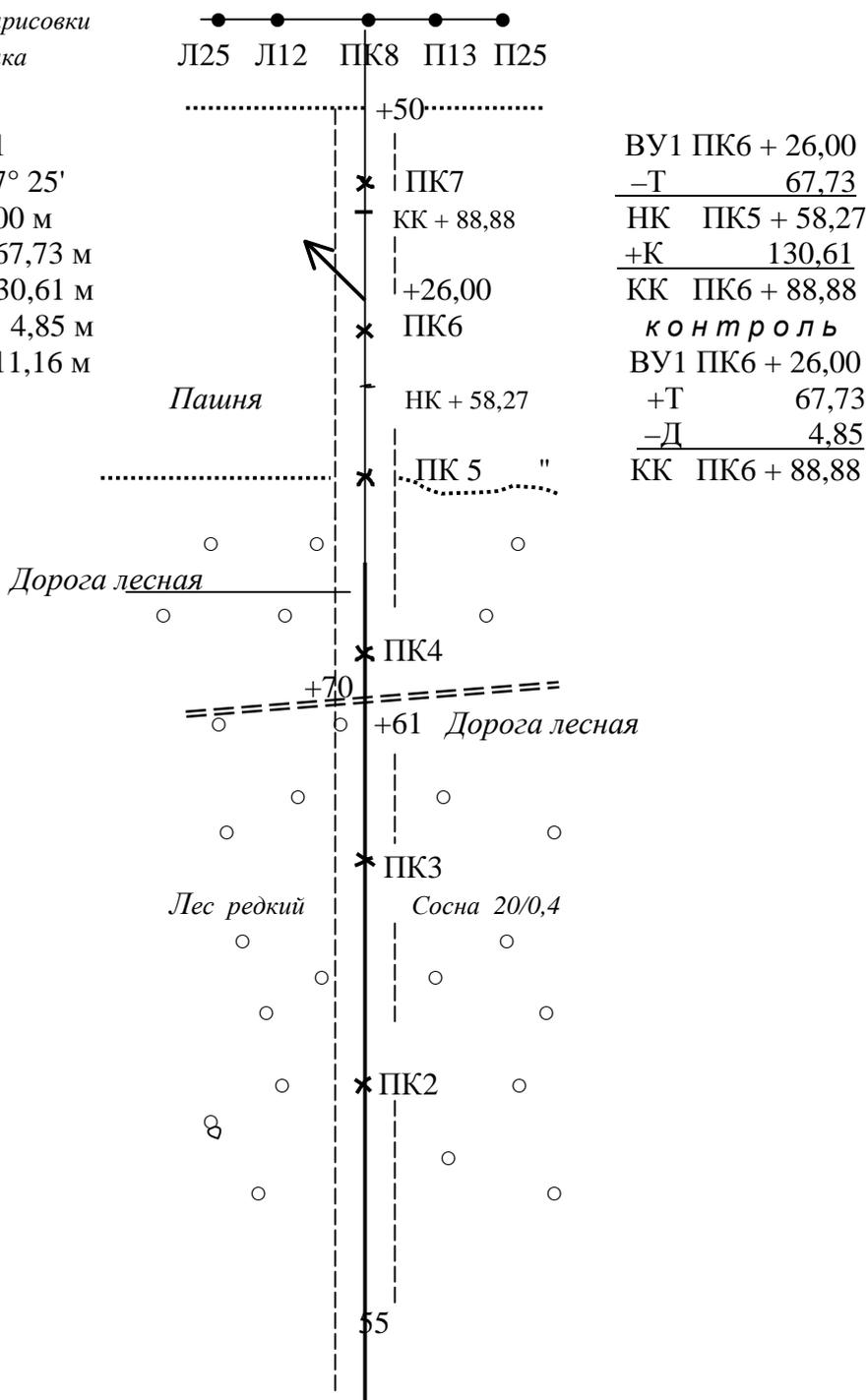
поперечных точек.

Каждый студент работает с нивелиром на участках трассы длиной 0,4–0,6 км. Трасса нивелируется по частям несколькими отдельными ходами технического нивелирования, которые опираются на пункты геодезического полигона, как показано на рис. 16.

В процессе нивелирования связующих и промежуточных точек заполняют журнал (см. табл. 9). Работа на каждой станции считается законченной, только если расхождение превышений h' и h'' не больше допустимых на величину ± 5 мм.

Пример зарисовки поперечника

ВУ1
 $\theta_n = 37^\circ 25'$
 $R = 200$ м
 $T = 67,73$ м
 $K = 130,61$ м
 $D = 4,85$ м
 $B = 11,16$ м



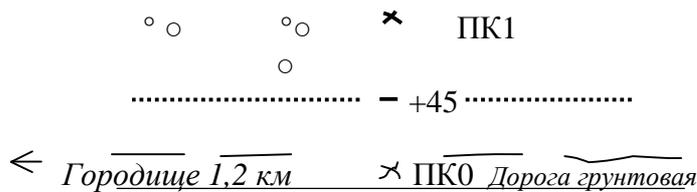


Рис. 15. Страница пикетажного журнала

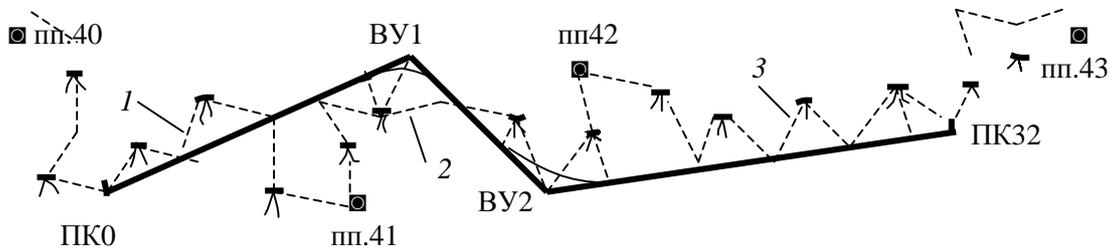


Рис. 16. Нивелирные ходы по трассе:
 1 – пп 40 – трасса – пп 41; 2 – пп 41 – трасса – пп 42;
 3 – пп 42 – трасса – пп 43

Данные журнала проверяют постраничным контролем. Для каждого нивелирного хода вычисляют фактическую невязку и допустимую величину невязки превышений по формулам

$$f_h = \Sigma h_{\text{ср}} - (H_{\text{к}} - H_{\text{н}}), \quad f_{h \text{ доп}} = 10 \sqrt{L}, \quad (24)$$

где f_h – фактическая невязка, мм; $\Sigma h_{\text{ср}}$ – сумма средних превышений, мм; $H_{\text{к}}$, $H_{\text{н}}$ – отметки соответственно конечного и начального пунктов полигона, мм; $f_{h \text{ доп}}$ – допустимая величина невязки, мм; L – длина хода, км.

Примечание. Отметки пунктов полигона преподаватель сообщает студентам после вычисления ими фактической невязки f_h .

Затем в случае допустимых фактических невязок производится уравнивание превышений и вычисление отметок связующих и промежуточных точек нивелирования.

10.4. Профили трассы

Продольный профиль трассы вычерчивают на миллиметровой бумаге в масштабах: горизонтальном 1 : 5000; вертикальном 1 : 500.

Профили поперечные составляют в масштабе 1 : 1000 как по горизонтали, так и по вертикали. Их вычерчивают над продольным профилем.

Учебный проектный профиль дороги составляют и сопровождают

геодезическими расчетами, рассмотренными в методических рекомендациях [5] и учебниках [1, с. 159–160; 2, § 92].

10.5. План трассы

План трассы составляют на основе ксерокопии с аэрофотоснимка местности. Масштаб плана следует привести к масштабу 1 : 5000 с достаточной детализацией на нем прилегающей местности.

11. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

11.1. Съемочное обоснование

В результате тахеометрической съемки составляют топографический план участка в масштабе 1 : 500. Для съемки на местности прокладывают теодолитный ход и вычисляют плановые координаты его вершин, а высоту этих точек съемочного обоснования определяют техническим нивелированием.

Студенты специальности «Садово-парковое строительство» выполняют тахеометрическую съемку части дендросада или студенческого городка с пунктов теодолитно-нивелирного хода, привязанного к соответствующим пунктам полигона пп.31, пп.32, пп.33 или пп.34 (см. рис. 7 на с. 36).

Студенты специальности «Лесное хозяйство» создают съемочное обоснование на участках с выраженным рельефом, назначенных преподавателем. Вдали от пунктов полигона координаты x и y пунктов съемочного обоснования можно вычислить в свободной системе. Но для упрощения контроля координат спутниковыми геодезическими приемниками теодолитный ход должен быть ориентирован относительно оси x полигона по магнитной стрелке с учетом поправки на склонение магнитной стрелки, определенное при выполнении подпункта 7.7.

11.2. Съемка ситуации и рельефа.

Составление плана

1. Подготовка теодолита к съемке включает определение коэффициента штрихового оптического дальномера (см. подп. 6.4) и места нуля (МО) вертикального круга.

Для нахождения величины МО, удерживая пузырек цилиндрического уровня в нуль-пункте, визируют средним горизонтальным штрихом трубы на четко видимую точку при КП и КЛ, берут отсчеты П и Л по вертикальному кругу и вычисляют МО для теодолитов Т30 и 2Т30П по следующим формулам:

$$МО = (Л + П + 180^\circ)/2, \quad МО = (Л + П)/2. \quad (25)$$

Если МО отличается от нуля на 2–3' и больше, то желательно его уменьшить, как описано в учебниках [1, с. 98; 2, с. 137].

2. Работа на станции при тахеометрической съемке состоит из установки теодолита, тахеометрических измерений, ведения журнала съемки и составления абриса участка.

Теодолит Т30 (2Т30П) устанавливают в рабочее положение и центрируют по отвесу над вершиной *A* теодолитно-нивелирного хода. Соседнюю вершину *B* (заднюю или переднюю по ходу) обозначают вехой.

Измеряют и записывают в журнал тахеометрической съемки для станции *A* высоту *i* прибора над колышком (например $i = 1,36$). На черной стороне дальномерной рейки отмечают высоту *i* резиновым кольцом или полоской липкой ленты.

В положении КЛ теодолит ориентируют и закрепляют горизонтальный угломерный круг так, чтобы при визировании на веху соседней вершины *B* отсчет по горизонтальному лимбу равнялся $0^\circ 00'$. В журнале записывают: «Ориентирован на задний (передний) по ходу пункт *B*». Этим завершают установку теодолита.

Абрис участка съемки составляют на листе плотной бумаги в масштабе, близком к масштабу создаваемого плана. Сначала на нем изображают наиболее крупные контуры, относительно которых наносят более мелкие. Абрис дополняют в процессе съемки.

Съемку ведут в положении теодолита КЛ. Рейку ставят на характерные места рельефа и ситуации, отмечают их на абрисе точкой и номером по порядку. В журнале результаты измерений по рейке отмечают под теми же номерами. При работе с теодолитом нужно действовать по следующей схеме:

1) поставить рейку на опорную точку *B* и для контроля выполнить действия 2) и 3) с записью их результатов в журнал съемки (расстояние *D* должно совпасть с измеренным лентой, ориентирный отсчет по горизонтальному кругу должен быть в пределах $0^\circ 00' \pm 3'$);

2) визировать на рейку и совместить верхний дальномерный

штрих с метровым штрихом рейки (см. рис. 2 на с. 24), в журнал записать номер реечной точки и отсчет расстояния D по дальномеру;

3) перевести среднюю горизонтальную нить на метку i высоты теодолита, снять и записать в журнал отсчеты по горизонтальному и вертикальным кругам теодолита.

Примечание. Если нижняя часть рейки не видна за препятствием, то средним горизонтальным штрихом трубы визировать на деление рейки $v = 2$ м или на верх рейки ($v = 3$ м) и в журнал записывать высоту наведения v ;

4) через каждые 10–15 реечных точек проверить неизменность ориентирования теодолита и положение пузырька цилиндрического уровня.

3. Вычисления в журнале:

- угол наклона $v = \angle \text{Л} - \text{МО}$;
- превышение тригонометрическое (при $v \leq 5^\circ$) $h' = D \sin v$;
- превышение линейное $i - v$ (при $i = v$ имеем $i - v = 0$);
- тахеометрическое превышение $h = h' + i - v$ (при $i = v$ имеем $h = h' = D \sin v$);
- отметка реечной точки $H_{\text{р.т}} = H_{\text{ст}} + h$.

4. Составление топографического плана рассмотрено в методических изданиях [8, 5], учебниках [1, § 8, 9; 2, § 100].

12. НИВЕЛИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО КВАДРАТАМ

Полевые работы. При помощи теодолита и мерной ленты на участке открытой местности разбивают сетку квадратов со сторонами 20×20 или 10×10 м общей площадью 1,4–1,6 га. Измеряют магнитный азимут A^m_{AB} стороны AB . Вершины квадратов временно закрепляют колышками высотой 30–50 см, а после нивелирования их убирают за пределы участка.

На листе бумаги (лучше чертежной) чертят журнал-схему нивелирования по квадратам, ее фрагмент приведен на рис. 17.

Журнал-схема нивелирования по квадратам					
$A^m_{AB} = 98,3^\circ$					
A 0,970	0,860	0,670	0,430	0,210 B	a_i – отсчет, м
81,03	81,14	81,33	81,57	81,79	H_i – отметка, м
1,480	1,360	1,140	0,690	0,350	■ Рп.1
80,52	80,64	80,56	81,31 ст.1	81,65	$H_{Рп.1} = 80,550$ м
		ГП = 82,000	∇		$a_1 = 1,448$ м
1,870	1,740	1,510	1,280	0,750	ГП' = 81,998 м
80,13	80,26	80,49	80,72	81,25	■ Рп.2
2,248	2,060	1,790	1,520	1,080	$H_{Рп.2} = 80,665$ м
79,75	79,94	80,21	80,48	80,92	$a_2 = 1,338$ м
					ГП'' = 82,003 м

Рис. 17. Фрагмент журнала-схемы нивелирования по квадратам

Прибор устанавливают приблизительно в центре участка, который можно пронивелировать с одной станции. Сначала рейку последовательно ставят на реперные точки Рп.1 и Рп.2 (отметки которых впоследствии необходимо определить нивелирным ходом относительно пунктов полигона) и берут отсчеты a_1 и a_2 по ее черной стороне (см. рис. 17). Затем приступают к нивелированию поверхности земли у вершин квадратов: отсчеты по рейке записывают на схеме в метрах с округлением до сантиметров. После

определения отметок $H_{Рп.1}$ и $H_{Рп.2}$ вычисляют два значения горизонта прибора и среднее из них ($ГП = 82,003 \approx 82,00$ м в примере на рис. 17). Отметки земли у вершин квадратов H_i рассчитывают относительно горизонта прибора.

Камеральные работы. План участка с горизонталями составляют в масштабе 1 : 250 или 1 : 500 с высотой сечения рельефа $h_c = 0,25$ или 0,5 м по указанию преподавателя. Сетка квадратов ориентируется на плане по магнитному азимуту стороны AB .

Техника нанесения горизонталей на план описана в методическом издании [5] и учебнике [1, с. 201–202].

земляных масс.

14. СПУТНИКОВЫЕ СЪЕМКИ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Общие сведения. Лесоустроительные планшеты составляются в масштабе 1 : 10 000, при этом плановые координаты опорных точек и четких контуров на просеках, дорогах и границах насаждений определяются на местности с допустимыми погрешностями $\Delta_{xy} \approx 0,5\text{--}1,0$ м. Точные наземные плановые съемки контуров лесонасаждений производятся с малыми затратами полевого времени при помощи GPS-приемников соответствующего разрешения. В учебном освоении спутниковых съемок допустимо использовать и недорогие навигационные устройства GPS-позиционирования, погрешность которых составляет в среднем $\delta_{xy} \approx 5$ м.

Наиболее простым методом GPS-съемки является так называемый точечный, при котором GPS-приемником определяются координаты точек, принадлежащих квартальным просекам, границам лесонасаждений, внутриквартальным выделам. Результаты GPS-съемки лесных контуров геометрически сходны с данными теодолитной и буссольной съемок, так как контуры наносятся на план ломаными линиями (см. рис. 12 на с. 46). Методом точечного GPS-позиционирования производится и плановая привязка аэрофотоснимков: определяются координаты точек местности, которые опознаны на снимке.

GPS-приемники в процессе приема и обработки сигналов с американских навигационных спутников выдают угловые координаты своей антенны в глобальной геоцентрической системе координат WGS-84. Сигналы с российских спутников ГЛОНАСС преобразуются в геоцентрические координаты системы ПЗ-90. Для картографирования лесов спутниковые широту φ и долготу λ точек преобразуют по соответствующим программам на ЭВМ в зональную прямоугольную систему координат проекции Гаусса – Крюгера.

Особенности GPS-съемки на территории Негорельского геодезического полигона. Формулы для вычисления зональных прямоугольных координат x и y в проекции Гаусса – Крюгера по их глобальным угловым φ и λ можно предельно упростить для территории Негорельского геодезического полигона, координаты пунктов которого рассчитаны в местной прямоугольной (декартовой) системе

координат. Упрощение формул основано на том, что полигон (средняя долгота $\lambda \approx 27^\circ 03'$) расположен на малом удалении от осевого меридиана ($\lambda_0 = 27^\circ 00'$) 6-градусной зоны. Здесь различие между декартовыми координатами x и y и их значениями в проекции Гаусса – Крюгера не превышает 0,15 м. Таким различием можно пренебречь при допустимой погрешности координат точек контуров $\Delta_{xy} \approx 0,5$ м. На территории полигона и его окрестностей достаточно точны следующие формулы для вычисления прямоугольных координат пункта i относительно координат базового пункта Б (x_B, y_B):

$$x_i = x_B + l_\varphi (\varphi_i - \varphi_B), y_i = y_B + l_\lambda (\lambda_i - \lambda_B), \quad (26)$$

где l_φ, l_λ – единичная длина дуги соответственно меридиана и параллели на широте $\varphi_B = 53^\circ 32'$.

Формулы (26) можно использовать в двух вариантах:

1) если разности $(\varphi_i - \varphi_B)$ и $(\lambda_i - \lambda_B)$ геоцентрических координат определяемого и базового пунктов выражены в минутах, то $l_\varphi = 1855,03$ м; $l_\lambda = 1104,73$ м;

2) если разности $(\varphi_i - \varphi_B)$ и $(\lambda_i - \lambda_B)$ выражены в секундах, то $l_\varphi = 30,917$ м; $l_\lambda = 18,412$ м.

Практические задания назначаются преподавателем. Одно из заданий состоит в точечной GPS-съемке вершин теодолитных ходов с последующим анализом величин и причин расхождений прямоугольных координат, а также сравнением затрат времени на оба вида съемки.

Работу на маршруте по точечной GPS-съемке границ лесонасаждения, лесных дорог и просек начинают и заканчивают на базовом пункте. Для контроля и анализа точности координаты точек маршрута определяют относительно двух-трех базовых пунктов. В качестве базовых используются пункты полигона с хорошими условиями приема радиосигналов со спутников. Время приема сигналов на точке не следует сокращать свыше рекомендованного для данного GPS-приемника.

При выявлении GPS-съемкой грубых ошибок в координатах теодолитного хода повторными измерениями углов и расстояний устраняют ошибки, допущенные при теодолитной съемке.

Студенты самостоятельно выводят расчетные формулы и решают с помощью GPS-приемника задачу по отысканию и обозначению на местности пункта полигона или теодолитного хода по его известным

координатам x и y . Затем оценивают величину и причину отклонения найденной GPS-точки от расчетной.

15. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

Бригада студентов специальности «Лесное хозяйство» выполняет геодезические задачи 1, 2, 3, 4, 5.

Бригада студентов специальности «Садово-парковое строительство» решает геодезические задачи 3, 4, 5, 6.

1. Геодезические задачи с применением GPS-приемника. Задачи определяются преподавателем, в том числе из заданий, названных в пункте 14.

2. Проектирование на плане лесоучастка ломаной граничной линии и вынос ее в натуру с помощью буссоли. Линия из 5–7 сторон должна опираться на пункты теодолитного хода и проектироваться в редколесье не обязательно внутри основного полигона. На плане измеряют дирекционные углы и длины ее сторон. Вычисляют магнитные азимуты сторон. Данные вносят в табличку под названием «Проект выноса в натуру граничной линии буссольным ходом». Табличка составляется подобно показанной на рис. 11 (см. с. 43), но с корректировкой граф под решаемую задачу. На местность проектную линию выносят с помощью буссоли и мерной ленты (рулетки). Линейная невязка проектного хода (несовпадение его конечной проектной точки с соответствующим пунктом теодолитного хода) не должна превышать $1/100$ его длины.

3. Детальная разбивка круговой кривой осуществляется способом прямоугольных координат. Подготовка разбивочного чертежа описана в методическом издании [5]. На местности для разбивки используют теодолит (буссоль), ленту. Кривую обозначают кольями через 3 или 5 м. Результат принимает преподаватель.

4. Высоту хвойного дерева определяет каждый студент, пользуясь теодолитом для измерения углов наклона, оптическим дальномером или лентой для измерения расстояния. Задача сопровождается схемой, на основе которой выводится расчетная формула. Результат расчета округляется до $0,01$ м.

5. Перенесение точки на проектную отметку производится относительно южного знака (рельса) компаратора на участке к югу от футбольного поля. Бригада вычисляет проектную отметку по формуле $H_{\text{п}} = H_{\text{копм}} + 0,020N$, где $H_{\text{копм}} = 180,000$ м – условная отметка компа-

ратора; N – число букв в фамилии бригадира. Например, в фамилии Солнцева $N = 8$, тогда $H_{\text{п}} = 180,000 + 0,160 = 180,160$ м.

Решение задачи рассмотрено в учебниках [1, рис. 12.4; 2, § 136].

6. Перенесение на местность проектной оси участка AB парковой аллеи по координатам ее точек осуществляется относительно пунктов теодолитного хода. Ось AB длиной 70–100 м на местности проектируется на плане дендросада или на плане участка тахеометрической съемки. По координатной сетке плана определяют координаты x_A и y_A , x_B и y_B точек A и B . По известным координатам ближайших пунктов теодолитного хода и точек A и B решают обратные геодезические задачи и вычисляют необходимые для выноса оси горизонтальные углы и длины линий. Составляют разбивочный чертеж, как описано в изданиях [1, рис. 12.9; 2, с. 382]. Вынос точек на местности выполняют при помощи теодолита и мерной ленты.

16. УЧЕБНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Студенты каждой бригады выполняют учебные научные исследования по теме, рекомендованной преподавателем. Результаты излагают в отдельном отчете и докладывают на студенческой конференции во время практики.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Несцяронок В. Ф., Несцяронок М. С. Інжынерная геадэзія: Падручнік. – Мінск: БДТУ, 1998.
2. Баршай С. Е., Нестеренок В. Ф., Хренов Л. С. Инженерная геодезия: Учеб. пособие. – Минск: Выш. шк., 1976.
3. Уткин А. Я. Съёмочные работы при лесоустройстве и в лесном хозяйстве. – М.: Лесная промышленность, 1977.
4. Тэадалітная і бусольная здымкі з асновамі тапаграфічнага чарчэння. Лабараторны практыкум / В. Ф. Несцяронок, С. С. Цай, М. П. Дзямід, А. А. Сяўко. – Мінск: БДТУ, 2004.
5. Инженерная геодезия. Геометрическое нивелирование / В. Ф. Нестеренок. – Минск: БГТУ, 2007.
6. Топографические и лесные карты: Лаб. практикум / В. Ф. Нестеренок. – Минск: БГТУ, 2005.
7. Закатов П. С. Курс высшей геодезии. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1976.
8. В. Ф. Нестеренок. Методические указания по разделу «Тахеометрическая съёмка». – Ротапринт БТИ, 1990.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
1. Организация учебной практики	4
1.1. Общие вопросы организации практики	4
1.2. Обеспечение студентов геодезическими приборами, учебно-методической литературой и вычислительной техникой	4
1.3. Ответственность студентов за сохранность и исправность приборов	5
1.4. Перечень учебного имущества, выдаваемого бригаде	5
1.5. Использование вычислительной техники	6
2. Безопасность труда, вопросы экологии	7
2.1. Организация безопасности труда	7
2.2. Основные правила безопасного труда, пожарной безопасности, производственной санитарии и охраны окружающей среды, сбережения геодезических приборов	7
3. Содержание учебной геодезической практики для студентов специальности «Лесное хозяйство»	10
4. Содержание учебной геодезической практики для студентов специальности «Садово-парковое строительство»	13
5. Содержание и оформление отчета о практике	15
5.1. Общие требования	15
5.2. Содержание отчета о практике бригады студентов специальности «Лесное хозяйство»	16
5.3. Содержание отчета о практике бригады студентов специальности «Садово-парковое строительство»	18
6. Поверки и юстировки геодезических приборов	20
6.1. Компарирование стальной ленты. Поправки в результаты измерений	20
6.2. Юстировка штатива, его установка	22
6.3. Поверки и юстировки теодолита	22
6.4. Определение коэффициента оптического дальномера	24
6.4.1. Работа с дальномером	24
6.4.2. Определение коэффициента дальномера	25
6.5. Поверки и юстировки нивелира и реек	25
6.5.1. Подбор и поверки реек	25
6.5.2. Поверки и юстировки нивелира	26

6.6. Поверки буссоли и гониометра	27
6.7. Угловые измерения буссолью	29
6.7.1. Измерения магнитных азимутов	29
6.7.2. Измерения горизонтальных углов	30
7. Теодолитная и буссольная съемки	32
7.1. Тренировочные измерения горизонтальных углов теодолитом	32
7.2. Измерение магнитных азимутов и длины сторон треугольника, вычисление координат его вершин	33
7.3. Рекогносцировка участка теодолитно-буссольной съемки	34
7.4. Измерение углов и сторон теодолитного хода	38
7.5. Обработка материалов полевых измерений	38
7.6. Теодолитная съемка контуров	40
7.7. Буссольная съемка	41
8. Составление плана лесоучастка	45
9. Определение площадей	48
9.1. Аналитическое вычисление площади лесоучастка	48
9.2. Определение площадей полярным планиметром	48
9.2.1. Определение цены деления планиметра	48
9.2.2. Определение площадей планиметром	49
10. Геодезические работы на трассе лесовозной дороги	51
10.1. Подготовительные работы	51
10.2. Трассирование дороги и разбивка пикетажа	52
10.3. Нивелирование трассы	53
10.4. Профили трассы	55
10.5. План трассы	55
11. Тахеометрическая съемка	56
11.1. Съёмочное обоснование	56
11.2. Съёмка ситуации и рельефа. Составление плана	56
12. Нивелирование участка по квадратам	59
13. Вертикальная планировка спортивной площадки	61
14. Спутниковые съемки лесонасаждений	62
15. Инженерно-геодезические задачи	64
16. Учебная исследовательская работа студентов	66
Рекомендуемая литература	67

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

Составитель **Нестеренок** Валерий Федорович

Редактор *Е. С. Ватеичкина*
Компьютерная верстка *Е. В. Ильченко*

Подписано в печать 16.02.2007. Формат 60×84¹/₁₆
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,1. Уч.-изд. л. 4,2.
Тираж 150 экз. Заказ .

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220050. Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ № 02330/0133255 от 30.04.2004.

Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220050. Минск, Свердлова, 13.
ЛП № 02330/0056739 от 22.01.2004.