

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

П. П. Мурzinцев, А. С. Репин

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА: ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия для обучающихся по специальности 21.05.01
Прикладная геодезия (уровень специалитета)

Новосибирск
СГУГиТ
2025

УДК 55.48

M912

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент, СГУГиТ *Н. М. Рябова*

кандидат технических наук, руководитель проектов ООО «Нева Технолоджи» *Д. Б. Буренков*

Мурzinцев, П. П.

M912 Учебная практика: ознакомительная практика : учебное пособие / П. П. Мурzinцев, А. С. Репин. – Новосибирск : СГУГиТ, 2025. – 76 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-907998-44-5

Учебное пособие подготовлено кандидатами технических наук, доцентами П. П. Мурzinцевым и А. С. Репиным на кафедре инженерной геодезии и маркшейдерского дела СГУГиТ.

Настоящее учебное пособие содержит основные сведения по учебной практике: ознакомительной практике с необходимыми теоретическими пояснениями.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия (уровень специалитета).

Рекомендовано к изданию кафедрой инженерной геодезии и маркшейдерского дела, Ученым советом Института геодезии и менеджмента СГУГиТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 55.48

ISBN 978-5-907998-44-5

© СГУГиТ, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Общие положения	7
1.1. Состав и содержание этапов практики	7
1.2. Виды работ при создании съемочного обоснования	9
1.3. Последовательность выполнения работ при создании съемочного обоснования.....	10
1.4. Права и обязанности обучающихся на учебной практике.....	11
2. Подготовительные работы	14
2.1. Подготовка приборов и оборудования.....	14
2.1.1. Проверки теодолита.....	15
2.1.2. Проверки нивелира.....	20
2.2. Проект съемочного обоснования, рекогносцировка и закрепление точек	26
2.3. Тренировочные работы.....	29
3. Проложение теодолитного хода	31
3.1. Основные допуски.....	31
3.2. Измерение горизонтальных углов	32
3.3. Измерение линий.....	35
3.4. Обработка полевых измерений в теодолитном ходе.....	37
4. Техническое нивелирование	42
4.1. Основные допуски.....	42
4.2. Проложение нивелирного хода.....	43
4.3. Обработка полевых измерений технического нивелирования.....	47
5. Тахеометрическая съемка.....	50
5.1. Производство тахеометрической съемки	50
5.2. Обработка полевых измерений тахеометрической съемки	52
6. Камеральная обработка.....	54

Заключение.....	56
Библиографический список.....	57
Приложение 1. Состав отчета и список приложений	59
Приложение 2. Проект съемочного обоснования	61
Приложение 3. Карточка закладки исходных пунктов	62
Приложение 4. Графики чередования	63
Приложение 5. Журнал теодолитного хода.....	67
Приложение 6. Схема теодолитного хода	68
Приложение 7. Ведомость уравнивания теодолитного хода.....	69
Приложение 8. Журнал хода технического нивелирования.....	70
Приложение 9. Схема нивелирного хода.....	71
Приложение 10. Ведомость уравнивания хода технического ниве- лирования	72
Приложение 11. Журнал тахеометрической съемки	73
Приложение 12. Абрис тахеометрической съемки.....	74
Приложение 13. План тахеометрической съемки.....	75

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие (далее – пособие) по летней учебной практике «Учебная практика: ознакомительная практика» разработано в соответствии с действующим учебным планом и рабочей программой первого курса специальности 21.05.01 Прикладная геодезия, профиль «Инженерная геодезия», первого курса специальности 21.05.04 Горное дело (уровень специалитета), первого курса направления подготовки 05.03.03 Картография и геоинформатика (уровень бакалавриата).

Полевая учебная практика имеет целью закрепление теоретических знаний, полученных обучающими по геодезии в течение 1-го и 2-го семестров, и приобретение практических навыков самостоятельного производства работ по созданию съемочного обоснования и выполнению наземных съемок в крупных масштабах.

Задачами учебной практики: ознакомительной практики (далее – практики) являются:

- приобретение практических навыков по применению методов исследования, поверок и эксплуатации геодезических инструментов;
- приобретение практических навыков по овладению методикой геодезических измерений и первичной обработки полученных результатов;
- приобретение практических навыков самостоятельной работы при решении геодезических задач в ходе выполнения топографической крупномасштабной съемки местности, первичной обработки полученных результатов, составления топографического плана участка местности;
- приобретение навыков по организации и управлению геодезическими работами при выполнении топографической крупномасштабной съемки местности.

Практическая подготовка при проведении практики «Учебная практика: ознакомительная практика» организуется путем проведения полевых и камеральных работ по созданию топографического плана, связанных

с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Состав и содержание этапов практики

Для прохождения практики обучающиеся объединяются в постоянные на весь период практики бригады по 5–6 человек. Каждая бригада выполняет комплекс геодезических работ, предусмотренных программой практики в сроки, устанавливаемые рабочим графиком проведения практики, утвержденным ее руководителем. Перевод обучающихся из одной бригады в другую допускается как исключение и только по разрешению преподавателя.

После выполнения бригадой всех видов и объемов работ, предусмотренных программой, составляется технический отчет и оформляются приложения к нему. Состав разделов отчета и список приложений приведены в прил. 1.

Содержание этапов практики, в том числе реализуемой в форме практической подготовки:

- 1) инструктаж по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- 2) выдача индивидуального задания на практику;
- 3) выдача рабочего графика проведения практики;
- 4) получение приборов;
- 5) тренировочные занятия в аудитории (проверки теодолита и нивелира, измерения углов и превышений);
- 6) изучение требований инструкции по топографической съемке в масштабах 1 : 500; 1 : 1 000;
- 7) рекогносцировка местности для составления проекта съемочной сети. Составление проекта съемочной сети. Закладка центров пунктов съемочной сети;

8) измерение горизонтальных углов и углов наклона на точках теодолитного хода (минимум 2 точки на одного обучающегося), проверка журнала;

9) измерение длин сторон теодолитного хода;

10) обработка результатов геодезических измерений (вычисление горизонтальных проложений длин линий; составление рабочей схемы теодолитного хода; уравнивание теодолитного хода, составление каталога координат);

11) техническое нивелирование по точкам теодолитного хода;

12) постраничный контроль, составление рабочей схемы нивелирного хода; уравнивание нивелирного хода, составление каталога отметок;

13) тахеометрическая съемка участка местности в масштабе 1 : 500 (минимум 2 станции на одного обучающегося);

14) обработка журнала тахеометрической съемки;

15) создание топографического плана: подготовка планшета; нанесение точек теодолитного хода и пикетов; вычерчивание ситуации и рельефа;

16) контроль топографического плана местности;

17) подготовка и защита отчета по практике.

По завершении практики должен быть сформирован следующий пакет документов:

- отчет, где излагаются вопросы, рассмотренные в соответствии с индивидуальным заданием. Состав разделов отчета и список приложений к нему приведены в прил. 1;

- заявление о направлении на практику;

- индивидуальное задание на практику;

- рабочий график (план) проведения практики;

- контрольный лист инструктажа по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;

- оценочный лист от руководителя практики.

По решению кафедры состав отчета может быть изменен.

1.2. Виды работ при создании съемочного обоснования

Геодезическое съемочное обоснование создают с учетом условий местности (ситуации и рельефа) с целью сгущения имеющихся на снимаемой территории геодезических пунктов. При этом количество пунктов (плотность, частота их расположения на местности) должно выбираться по принципу «необходимо и достаточно», чтобы обеспечить точность, детальность (подробность) топографической съемки без существенного удлинения работ. Плотность геодезической основы и частота набора съемочных пикетов зависят от масштаба съемки и высоты сечения рельефа. В производственных условиях топографическую съемку нередко приходится выполнять одновременно с линейными и площадными изысканиями при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений.

На территории проведения практики съемочное обоснование развивается от пунктов местной (учебной) триангуляции, полигонометрии и нивелирной сети. Координаты точек съемочного обоснования определяются по результатам уравнивания геодезических измерений после прохождения на местности теодолитных ходов. Высоты точек съемочного обоснования определяются после уравнивания результатов геометрического нивелирования.

Одним из критериев точности полученных результатов геодезических измерений служит предельная погрешность определения планового положения пунктов съемочного обоснования; ее величина, согласно требованиям инструкции, составляет 0,2 мм от масштаба плана. Для залесенной местности этот критерий увеличивают до 0,3 мм.

Координаты и высоты пунктов геодезических сетей и съемочного обоснования вычисляются в принятых в РФ системах прямоугольных координат на плоскости в проекции Гаусса, в Балтийской системе высот. На учебном полигоне принята местная система координат и высот.

В процессе учебной практики для определения плановых координат (X и Y) съемочное обоснование создают путем прохождения на местности теодолитных ходов, а для определения высот точек прокладывают ходы технического нивелирования.

При создании съемочного обоснования весь объем работ, приходящийся на бригаду, рассчитывается не только из условия соблюдения требований предстоящих топографических съемок, но и с учетом выполнения обязательных объемов работ, предусмотренных для каждого обучающегося:

- измерение не менее двух горизонтальных углов;
- измерение не менее двух линий;
- наблюдение не менее двух станций геометрического нивелирования;
- измерение не менее двух вертикальных углов.

1.3. Последовательность выполнения работ при создании съемочного обоснования

Процесс создания съемочного обоснования включает:

- подготовительные работы;
- полевые измерения;
- камеральную обработку результатов полевых измерений.

В подготовительные работы входит:

- получение приборов и литературы;
- поверка и исследование приборов и оборудования;
- составление проекта съемочного обоснования, рекогносцировка и закрепление точек;
- тренировочные работы;
- составление графиков чередования исполнителей бригады.

Полевые работы включают:

- измерение горизонтальных углов и линий;
- определение превышений между точками съемочного обоснования.

Камеральная обработка включает вычисление координат и высот пунктов съемочного обоснования.

Отдельные этапы создания съемочного обоснования на учебной практике рекомендуется выполнять в определенной последовательности:

1. Получение приборов и литературы.
2. Составление проекта и закрепление точек съемочного обоснования:
 - рекогносцировка участка работ;

- составление проекта съемочного обоснования;
- закрепление точек съемочного обоснования.

3. Проложение теодолитных ходов:

- осмотр и поверки теодолита (без определения места нуля);
- тренировочные измерения горизонтальных углов и линий;
- составление графика чередования исполнителей бригады;
- измерения горизонтальных углов и линий.

4. Определение высот точек съемочного обоснования:

- поверки и исследования нивелира и реек;
- тренировочные измерения;
- составление графика чередования исполнителей бригады;
- проложение ходов технического нивелирования.

5. Камеральная обработка:

- проверка и оформление полевых журналов;
- составление рабочих схем;
- подготовка исходных данных;
- вычисление горизонтальных проложений сторон теодолитного хода;
- уравнивание результатов полевых измерений;
- вычисление координат и высот точек обоснования;
- составление каталога координат и отсчетной схемы, съемочного обоснования;
- оформление соответствующих материалов технического отчета и сдача промежуточного зачета.

1.4. Права и обязанности обучающихся на учебной практике

Обучающиеся, находящиеся на учебной практике, обязаны:

- четко выполнять все требования и указания ответственного исполнителя (бригадира), преподавателя группы, должностных лиц кафедры, полигона, деканата и в установленные сроки выполнять каждое задание, предусмотренное программой практики;

- бережно относиться к геодезическим приборам, инструментам и пособиям, полученным для работы на практике, требуя того же от других членов бригады; о замеченной неисправности прибора немедленно сообщать бригадиру или преподавателю группы;
- соблюдать установленный на полигоне распорядок дня;
- не отлучаться с практики без согласия бригадира и разрешения преподавателя группы;
- строго соблюдать на рабочих местах, в жилых помещениях и на территории полигона требования санитарии и личной гигиены;
- на рабочих местах, на территории и в окрестностях полигона одежда и обувь должна соответствовать полевым и погодным условиям;
- пользоваться питьевой водой из приспособленных для этих целей источников;
- строго соблюдать все правила техники безопасности и пожарной охраны при выполнении геодезических работ, проявлять особую осторожность в местах передвижения транспорта;
- принимать активное участие во всех мероприятиях, проводимых на полигоне.

Для каждой бригады преподавателем группы назначается бригадир из числа студентов, входящих в состав бригады. На бригадира (дополнительно к его обязанностям как рядового исполнителя) возлагается:

- руководство бригадой при выполнении программы практики;
- получение всех необходимых для работы бригады геодезических приборов, оборудования, учебных пособий и материалов и несение материальной ответственности за их сохранность;
- обязанность знать номера всех приборов;
- обязанность докладывать преподавателю группы о каждом случае утери и порчи приборов и инструментов;
- осуществление контроля за дисциплиной обучающихся в бригаде и ведение учета выхода каждого члена бригады на работу, знание причин невыхода или опоздания обучающихся на работу;
- своевременная сдача приборов, инструментов и пособий (каждый сдаваемый прибор должен быть очищен от пыли и ржавчины, а замечен-

ные дефекты и неисправности прибора должны быть указаны в дефектной ведомости, вкладываемой в упаковочный футляр);

- немедленное извещение преподавателя группы о заболеваниях или несчастных случаях с членами своей бригады;
- выполнение поручений преподавателя группы по организационным, бытовым и хозяйственным вопросам учебной практики;
- личное участие и организация участия членов бригады в спортивных и других мероприятиях, проводимых на полигоне.

2. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

2.1. Подготовка приборов и оборудования

Для производства работ по созданию съемочного обоснования каждая бригада на студенческий билет получает теодолит, нивелир, рулетку, теодолитный и нивелирный штативы, нивелирные рейки (комплект), нивелирный башмак (2 штуки), в лаборантской – журналы, бланки ведомостей и т. п., необходимых для записи, обработки и оформления результатов практики.

Все полученное тщательно просматривается. Неисправные приборы заменяются.

Так как каждый геодезический прибор должен удовлетворять ряду обязательных геометрических условий и иметь соответствующие технические характеристики, то перед производством работ все приборы и оборудование должны быть поверены и отьюстированы. Выявление геометрических условий и установление необходимого взаимного положения осей прибора выполняются в процессе поверок. Значения той или иной характеристики прибора и его соответствие точности предстоящего вида работ устанавливаются по результатам исследований.

Перечень поверок и исследований, выполняемых на учебной практике каждой бригадой, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Перечень поверок и исследований

Наименование прибора	Содержание поверочных работ
Теодолит	Внешний осмотр. Проверка цилиндрического уровня. Проверка сетки нитей. Проверка и исправление коллимационной погрешности. Проверка оптического центрира (для теодолитов Т5). Проверка и исправление места нуля (M_0) вертикального круга (ВК)

Окончание табл. 1

Наименование прибора	Содержание поверочных работ
Нивелир	Внешний осмотр. Проверка круглого уровня. Проверка сетки нитей. Проверка главного условия нивелира. Проверка компенсатора (для нивелиров с компенсатором). Определение разности высот нулей черной и красной сторон комплекта реек

Перед очередным технологическим процессом выполняются только те поверки, которые непосредственно связаны с производством предстоящего вида работ.

Результаты поверок и наследований оформляются в отдельной (для каждого прибора) ведомости. В каждой ведомости делается заключение о пригодности прибора и оборудования к работе. В выполнении поверок принимают участие все члены бригады.

2.1.1. Проверки теодолита

Внешний осмотр теодолита и проверка устойчивости штатива

На этапе получения приборов и оборудования необходимо произвести внешний осмотр теодолита и проверить механико-технологические свойства. При первичном осмотре проверяется плавность вращения подъемных и наводящих винтов, работа закрепительных винтов, перемещение фокусирующей линзы, плавность и легкость вращения основных частей прибора и зрительной трубы, чистота оптики, четкость изображения нитей сетки, отсутствие перекосов и т. д. [6, 8, 11].

Ход подъемных и наводящих винтов должен быть плавным, без скачков и заеданий.

При вращении алиады горизонтального круга должна быть обеспечена устойчивость штатива и подставки.

Для проверки устойчивости штатива необходимо закрепить на нем теодолит, привести вертикальную ось в отвесное положение и навести зрительную трубу на расстоянии примерно 50 м на какую-нибудь четкую

визирную цель, которая не меняет своего положения в пространстве из-за ветра, дождя и т. п. Затем, взявшиесь руками за головку штатива, слегка поворачивают штатив в одну и в другую сторону. Если после этого будет замечено смещение изображения предмета с перекрестия сетки трубы, следует затянуть винты шарниров штатива.

Далее проверяют устойчивость подставки. С этой целью врашают ее корпус, и в случае отклонения изображения предмета с перекрестия сетки нитей следует подтянуть гайки регулировки хода подъемных винтов.

Проверка установки цилиндрического уровня

Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга (ГК) должна быть перпендикулярна оси вращения алидады.

На рис. 1 показано теоретическое положение оси уровня (UU_1) и оси вращения теодолита (ZZ_1), которая находится в вертикальном положении и составляет угол 90° с осью уровня, при этом пузырек уровня находится в центре (нуль-пункте).

При вращении теодолита вокруг вертикальной оси на 180° ось уровня описывает горизонтальную плоскость, а пузырек уровня должен оставаться в нуль-пункте.

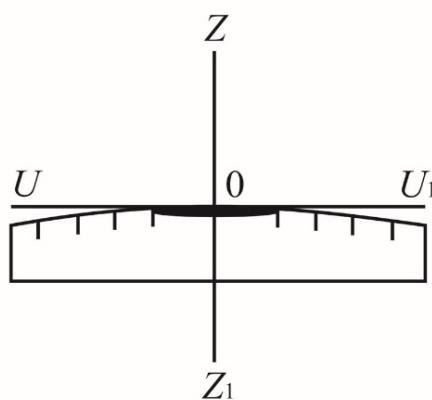


Рис. 1. Теоретическое положение оси уровня и оси вращения прибора

Проверка цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга производится в определенной последовательности.

1. Поворачивая алидаду, выполняют установку цилиндрического уровня параллельно двум подъемным винтам и выводят пузырек уровня в нуль-пункт, вращая одновременно эти два винта.

2. Затем поворачивают алидаду на 90° , выполняют установку цилиндрического уровня по направлению третьего подъемного винта. Вращая этот винт, выводят пузырек цилиндрического уровня в нуль-пункт.

3. Поворачивают алидаду на произвольный угол; пузырек цилиндрического уровня должен оставаться в нуль-пункте.

Если пузырек цилиндрического уровня отклоняется от нуль-пункта более чем на одно деление, необходимо выполнить юстировку цилиндрического уровня. Половину отклонения следует устранить юстировочными винтами уровня, а вторую половину – подъемными винтами подставки.

Проверку и исправление уровня следует выполнять до тех пор, пока после поворота алидады пузырек будет отклоняться от нуль-пункта не более чем на 0,5 деления.

Практические советы:

– у уровней теодолитов серии Т5 юстировочные винты вращаются отверткой, у остальных теодолитов – шпилькой;

– если у уровня два юстировочных винта, то первым вращается ослабляющий винт, а затем – подтягивающий; оба винта вращаются поочередно в одну сторону и на один угол поворота;

– если после поворота пузырек приблизился к одному из концов ампулы, то величину отклонения следует определить не по числу делений ампулы, а по счету движений подъемных винтов, вдоль которых установлен уровень.

Проверка сетки нитей

Вертикальная нить сетки должна находиться в отвесной плоскости.

Для проверки теодолит зацепляют на штативе и приводят (по уже исправленному уровню алидады ГК) в горизонтальное положение. Визируют правый конец сетки нитей на какую-либо точку (например, на стене здания), плавно поворачивают микрометренным (наводящим) винтом алидады ГК зрительную трубу слева направо, наблюдают за положением точки. И если левый конец сетки сходит с наблюдаемой точки – на вели-

чину больше толщины штриха сетки нитей, то производят юстировку по-воротом сетки нитей.

Ту же поверку можно производить, наводя вертикальную нить сетки нитей на нитку подвешенного отвеса. Если вертикальная нить совпадает с нитью отвеса, то отклонение от вертикали равно нулю.

После исправления сетки нитей следует закрепить винты и проверить коллимационную погрешность.

Определение и исправление коллимационной ошибки

Визирная ось трубы должна быть перпендикулярна оси ее вращения.

Данная поверка производится со взятием отсчетов по горизонтальному кругу при наблюдении на какую-либо визирную цель.

Если при вращении зрительной трубы визирная ось описывает плоскость, которая совпадает с коллимационной плоскостью, то условие считается выполненным.

Для определения коллимационной ошибки необходимо выполнить наведение на хорошо видимую цель вблизи горизонта при двух положениях вертикального круга: «круге лево» – КЛ и «круге право» – КП. После наведения на цель берется отсчет по горизонтальному кругу при КЛ.

Для взятия отсчета при положении КП трубу переводят через зенит и снова наводят на цель.

Вычисляют коллимационную ошибку по формуле

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

Если коллимационная ошибка отсутствует, то отсчеты будут отличаться ровно на 180° .

Если величина C превышает допустимую (она не должна превышать двойной точности отсчетного устройства), то выполняют исправление.

Для исправления величины C следует вычислить и установить по горизонтальному кругу, при КП правильный отсчет при помощи микрометренного винта алидады теодолита

$$\varepsilon = \frac{\text{КЛ} + \text{КП} \pm 180^\circ}{2}. \quad (2)$$

При этом алидада теодолита повернется, и перекрестие сетки нитей сместится от цели вправо или влево.

Для исправления коллимационной ошибки (для теодолита Т30 и его модификаций), отвернув колпачок перед окуляром зрительной трубы шпилькой, при слегка отпущеных на половорота вертикальных исправительных винтах, перемещают оправу сетки при помощи боковых исправительных винтов до совмещения перекрестия сетки с изображением наблюдаемой точки.

Для теодолита Т5 и его модификаций исправление величины С выполняется вращением клинового кольца.

После исправления коллимационной ошибки поверка повторяется.

Для теодолитов Т30 поверка коллимационной погрешности выполняется дважды: до исправления места нуля (МО) и после исправления МО.

Определение и исправление места нуля

Место нуля вертикального круга должно быть постоянным и близким к нулю. Абсолютное значение МО не должно превышать двойной точности отсчетного устройства.

Для определения МО визируют на одну и ту же точку при двух положениях ВК и каждый раз производят отсчеты по вертикальному кругу.

В теодолитах серии Т30 в нуль-пункт приводится пузырек уровня на алидаде ГК с помощью подъемных винтов. Вычисления выполняют по следующим формулам.

Для теодолита Т30:

$$MO = \frac{\text{КЛ} + \text{КП} \pm 180^\circ}{2}. \quad (3)$$

Для теодолита 2Т30, 2Т5 и более современных:

$$MO = \frac{KL + KP}{2}. \quad (4)$$

Если значение МО больше двойной точности отсчетного устройства и не постоянно при наблюдении на различные цели, его необходимо исправить.

Для исправления вычисляют и устанавливают правильный отсчет на ВК с помощью микрометренного винта ВК, а затем (для теодолитов серии Т30) исправляют перемещением юстировочными винтами сетки нитей в вертикальном направлении. Для этого наводящим винтом трубы устанавливают правильный отсчет и, ослабив боковые винты на полоборота вертикальными винтами, перемещают сетку до совмещения горизонтальной нити с выбранной целью. После этого вновь выполняют поверку коллимационной погрешности.

Точная установка МО достигается в несколько приемов.

МО можно не исправлять, но тогда его нужно регулярно определять и следить за тем, чтобы в течение дня значение места нуля было постоянным.

Проверка оптического центрира

Эта проверка производится у теодолита Т5 и его модификаций. Штатив устанавливают примерно над центром пункта так, чтобы площадка головки штатива была горизонтальна. Далее приводят ось вращения алидады в вертикальное положение и, глядя в окуляр оптического центрира и смешая теодолит по площадке, вводят центр пункта в малый круг поля зрения центрира. После выполненных действий поворачивают алидаду точно на 180° и через окуляр оптического центрира проверяют, не вышел ли центр пункта из малого круга. Если смещение центра пункта большое (за пределы малого круга), то теодолит следует сдать в ремонт или попытаться отюстрировать оптический центрир в присутствии преподавателя.

2.1.2. Проверки нивелира

Внешний осмотр нивелира и проверка устойчивости штатива

Перед началом работ необходимо произвести внешний осмотр нивелира и выполнить его поверки. При осмотре проверяется плавность вра-

щения подъемных и наводящих винтов, перемещение фокусирующей линзы, плавность и легкость вращения прибора, чистота оптики, четкость изображения нитей сетки, целостность уровня, отсутствие коррозии на металлических деталях и т. д.

Ход подъемных и наводящих винтов должен быть плавным, без скачков и заеданий.

При вращении нивелира должна быть обеспечена устойчивость штатива и подставки.

Для проверки устойчивости штатива необходимо закрепить на нем нивелир, привести прибор в горизонтальное положение и навести зрительную трубу на какой-нибудь резко очерченный предмет. Затем, взявшись руками за головку штатива, слегка поворачивают штатив в одну и в другую сторону. Если после этого будет замечено смещение изображения предмета с перекрестия сетки трубы, следует затянуть винты шарниров штатива.

Осматривают рейки, особое внимание обращают на качество окраски и оцифровки реек, а также на равномерность и частоты красочных покрытий. На рабочей поверхности реек не должно быть больших пятен, царина и отслаивания краски. Проверяют крепление ручек. Между корпусом и пяткой рейки не должно быть щелей [6, 8, 11].

Проверка круглого уровня

Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира. Для выполнения этой проверки нужно выполнить следующие операции:

- привести пузырек круглого уровня в нуль-пункт;
- повернуть нивелир по азимуту на 180° .

Если пузырек отклонился от нуль-пункта, то на половину отклонения его перемещают с помощью подъемных винтов и на половину – исправительными винтами круглого уровня.

Для нивелиров с цилиндрическим уровнем при трубе существует и другой способ проверки круглого уровня:

- тщательно устанавливают ось вращения нивелира в отвесное положение с помощью элевационного винта и цилиндрического уровня при трубе;
- если пузырек отклонился от нуль-пункта исправительными винтами круглого уровня приводят его в нуль-пункт.

Проверка сетки нитей

Вертикальная нить сетки должна быть параллельна оси вращения нивелира, а горизонтальная – перпендикулярна этой оси. Предполагается, что нити сетки нитей строго перпендикулярны. Для выполнения данной проверки ось вращения нивелира приводится в отвесное положение, а затем один конец вертикальной нити сетки нитей совмещается с нитью отвеса, подвешенного на расстоянии от 15 до 20 м от нивелира. При правильной установке сетки нитей другой конец вертикальной нити должен проектироваться на шнур отвеса или отходить от него не более чем на 0,5 мм. В противном случае ослабляют винты, скрепляющие пластинку, несущую сетку нитей, и поворачивают ее до совмещения с нитью отвеса.

Для исключения влияния наклона горизонтальной нити нужно всегда устанавливать изображение рейки точно в центре сетки нитей.

Проверка главного условия нивелира

Ось цилиндрического уровня и визирная линия трубы должны быть параллельны и лежать в параллельных вертикальных плоскостях. Схема проверки главного условия нивелира приведена на рис. 2.

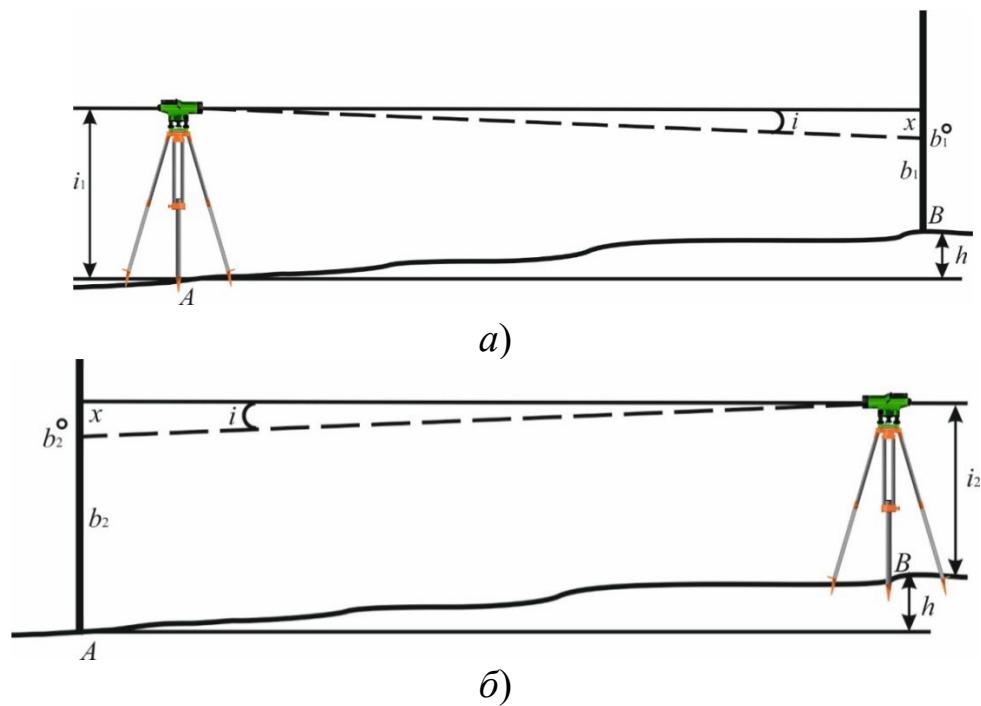


Рис. 2. Схема проверки главного условия нивелира:
а) измерение высоты инструмента; б) смена позиций нивелира и рейки

Главное условие нивелира проверяется двойным нивелированием вперед. Для выполнения поверки нужно выполнить следующие операции:

1) на местности забивают два колышка на расстоянии около 50 м один от другого;

2) нивелир устанавливают над точкой A так, чтобы окуляр трубы находился на одной вертикальной линии с точкой (рис. 2, a). От колышка до центра окуляра измеряют высоту инструмента i_1 ;

3) рейку ставят в точку B , наводят на нее трубу нивелира, приводят пузырек уровня в нуль-пункт и берут отсчет по рейке b_1 ;

4) нивелир и рейку меняют местами, измеряют высоту инструмента i_2 , приводят пузырек уровня в нуль-пункт и берут отсчет по рейке b_2 (рис. 2, δ).

Если главное условие нивелира не выполняется и при положении пузырька уровня в нуль-пункте визирная линия не горизонтальна, а составляет с осью уровня некоторый угол i , то вместо правильного отсчета b_1^0 получается ошибочный – b_1 . Ошибку отсчета обозначим X , которая вычисляется по формуле

$$X = \frac{(i_1 + i_2) - (b_1 + b_2)}{2}. \quad (5)$$

Если значение X получается больше 4 мм, необходимо выполнить юстировку уровня, т. е. устраниТЬ угол i , для чего выполняются следующие операции:

1. Элевационным винтом наклоняют трубу нивелира до тех пор, пока отсчет по рейке не будет равен правильному отсчету:

$$b_2^0 = b_2 + X, \quad (6)$$

при этом пузырек уровня уйдет из нуль-пункта.

2. Исправительными винтами уровня приводят пузырек в нуль-пункт. Повторяют поверку заново.

Определение диапазона действия компенсатора (для нивелиров с компенсатором)

Диапазоном действия компенсатора называется угол наклона нивелира, в пределах которого работает маятник компенсатора. Он определяется при помощи рейки или коллиматора. Для определения предела работы компенсатора с помощью линейки и круглого уровня нивелир тщательно приводится в рабочее положение, а зрительная труба наводится на линейку с миллиметровыми делениями, установленную на расстоянии от 5 до 10 м по направлению одного из подъемных винтов. Вращением подъемного винта производится наклон нивелира в продольном направлении до тех пор, пока отсчет по рейке резко не изменится. При этом по кругловому уровню визуально фиксируется величина отклонения его пузырька, которая и будет являться диапазоном действия компенсатора. Нивелир вновь приводится в рабочее положение и выполняется его наклон в поперечном направлении. Величина отклонения пузырька отмечается визуально. По цене деления круглого уровня диапазон действия компенсатора определяется с ошибкой 1–2'.

Схема определение диапазона действия компенсатора приводится на рис. 3.



Рис. 3. Схема определения диапазона действия компенсатора

Определение разности высот нулей черной и красной сторон комплекта реек

Определение разности высот нулей реек осуществляется по четырем костылям, забитым в землю на расстоянии от 5 до 7 м от нивелира. Исследуемые рейки поочередно устанавливаются на каждый костыль по хорошо выверенному круглому уровню.

На каждом костыле берется по одному отсчету по черной, а затем по красным сторонам обеих реек. Разности высот нулей шкал черной и красной сторон реек получаются путем вычитания из отсчета по красной стороне отсчета по черной стороне реек.

Максимальное колебание разностей из определений не должно превышать 3 мм. Грубые ошибочные определения вычеркиваются, и взамен их выполняются новые.

Таких определений делается 2 серии, высота прибора перед каждым определением меняется на 5–7 см.

Порядок записи отсчетов и вычислений приводится в табл. 2.

Таблица 2

Ведомость определения разностей высот нулей реек

Приемы	Номера костылей	Отсчеты по рейке № 1			Отсчеты по рейке № 2		
		Черная сторона	Красная сторона	Разность отсчетов	Черная сторона	Красная сторона	Разность отсчетов
I	1	1561	6251	4690	1560	6150	4590
	2	1610	6301	4691	1609	6199	4590
	3	1689	6378	46S9	1689	6277	4588
	4	1790	6480	4690	17S9	6378	4589
II	1	1601	6290	4689	1602	6192	4590
	2	1649	6339	4690	1649	6240	4591
	3	1730	6421	4691	1729	6318	4589
	4	1829	6519	4690	1830	6420	4590
Сумма отсчетов		13459	50979	37520	13457	50174	36717
Средний		1682,4	6372,4	4690,0	16S2,1	6271,S	4589,6
Разность высот нулей красной и черной сторон рейки 1 – 4690 мм, рейки 2 – 4590 мм.							
Разность высот нулей реек (1-2): черных сторон $16S2,4 - 1682,1 = -0,3$ мм, красных сторон $6372,4 - 6271,8 = +100,6$ мм, пары реек $-0,3 - 100,6 = -100,3$ мм, 100 мм							

Определенные разности высот нулей черной и красной сторон каждой рейки и высот нулей красных сторон пары реек используются для контроля чередования реек, качества наблюдений, а также правильности записи отсчетов и вычислений на станции.

Поправки в нивелирные ходы III и IV классов с нечетным числом станций вводятся при разности высот нулей шкал реек более 1 мм.

2.2. Проект съемочного обоснования, рекогносцировка и закрепление точек

При рекогносцировке обучающиеся знакомятся с местностью, границами участка, подходами к нему, растительностью, дорожной сетью, рельефом; находят на местности пункты геодезической основы и осматривают их, решают вопрос о направлении и привязке теодолитных ходов и примерно намечают места расположения точек съемочного обоснования. По данным осмотра местности бригада составляет проект съемочного обоснования (прил. 2). Одновременно обучающиеся составляют карточки за-кладки исходных пунктов (прил. 3), соблюдая при этом требования инструкции и нормативных документов в отношении длин ходов (табл. 3).

Таблица 3
Допустимые длины теодолитных ходов

Масштаб	$m_s = 0,2$ мм		$m_s = 0,3$ мм		
	$\frac{1}{N} = \frac{1}{3000}$	$\frac{1}{N} = \frac{1}{2000}$	$\frac{1}{N} = \frac{1}{3000}$	$\frac{1}{N} = \frac{1}{2000}$	$\frac{1}{N} = \frac{1}{1000}$
	Допустимые длины ходов между исходными пунктами, км				
1 : 5 000	6,0	4,0	2,0	6,0	3,0
1 : 2 000	3,0	2,0	1,0	3,6	1,5
1 : 1 000	1,8	1,2	0,6	1,5	1,5
1 : 500	0,9	0,6	0,3	—	—

Как исключение допускается проложение висячих теодолитных ходов, удовлетворяющих требованиям, приведенным в табл. 4.

Таблица 4

Характеристика висячих теодолитных ходов

Масштаб съемки	На застроенных территориях (м)	Максимальное число сторон на застроенных территориях	На незастроенных территориях (м)	Максимальное число сторон на незастроенных территориях
1 : 5 000	350	4	500	3
1 : 2 000	200	4	300	3
1 : 1 000	150	4	200	3
1 : 500	100	4	150	3

Теодолитные ходы должны прокладываться на местности, удобной для линейных измерений. Стороны могут измеряться лазерными дальномерами в одном направлении или в прямом и обратном направлениях рулетками.

Теодолитные ходы не должны пересекать линии полигонометрии. При привязке теодолитных ходов к исходным пунктам должна обеспечиваться возможность измерения двух примычных углов. Общее число точек съемочного обоснования намечается с таким расчетом, чтобы, во-первых, обеспечить обязательный минимум геодезических работ на одного исполнителя бригады и, во-вторых, выдержать расстояния от точки обоснования до снимаемой точки (пикета) ситуации или рельефа.

После составления проекта съемочного обоснования и утверждения его преподавателем бригада приступает к переносу его в натуру. При этом в соответствии с проектом, на местности определяют окончательное местоположение точек обоснования, закрепляют их и делают окопку (кругом, треугольником, квадратом или любой другой фигурой). При выборе местоположения точек соблюдают следующие основные требования:

- точки располагают в местах, обеспечивающих максимальный обзор местности (т. е. на возвышенных местах);
- визирный луч должен проходить над поверхностью земли не ниже 0,5 м;
- на точках должно обеспечиваться удобство работы с любым геодезическим прибором;
- закрепленные точки должны сохраниться в течение всего периода практики и обеспечить безопасность работы на них;

- запрещается размещать точки на территориях, занятых сельхозкультурами;
- запрещается размещать точки на проезжей части автомобильных дорог;
- запрещается рубить деревья и молодую поросль для обеспечения видимости между точками обоснования, а как исключение, при проложении теодолитных ходов через лесные массивы разрешается производить рубку только отдельных ветвей в нижней части кроны деревьев. За нарушение правил рубки или потраву сельхозкультур материальную ответственность несут все члены бригады.

При выборе местоположения точек съемочного обоснования уточняют на местности видимость между точками и возможность выполнения угловых и линейных измерений. Точки намечают и закрепляют последовательно, согласно проекту съемочного геодезического обоснования (см. прил. 2).

В соответствии с требованиями инструкции точки съемочного обоснования закрепляют на местности как знаками, обеспечивающими долговременную сохранность пунктов, так и временными знаками с расчетом на сохранность точек на период съемочных работ. Временными знаками могут служить пни деревьев, деревянные колья, столбы или металлические трубы (уголковая сталь), забитые в грунт на 0,4–0,6 м, с установленными рядом сторожками и окопкой. На учебной практике точки съемочного обоснования закрепляют колышками длиной 30–40 см, диаметром примерно 5 см, забитыми в грунт так, чтобы их верхний край выступал не более чем на 1 см над поверхностью земли. Центр такого временного знака обозначается гвоздем, вбитым в верхний срез колышка. Рядом с точкой забивается сторожок – указатель, выступающий над поверхностью земли на 25–30 см. На сторожке подписываются номера точки, бригады и группы, а также год создания обоснования. Сторожок целесообразно устанавливать в направлении следующей точки хода, а надписи должны быть обращены в сторону закрепляемой точки. Для облегчения поиска точек съемочного обоснования в залесенной местности разрешается, наряду с установкой сторожков, делать соответствующие надписи краской на деревьях. Пунктам съемочного обоснования присваиваются порядковые номера в одной (для бригады) системе нумерации.

После закрепления проекта в натуре оформляются отчетные документы, включающие:

- абрисы местоположения исходных пунктов (см. прил. 3);
- проект съемочного обоснования (см. прил. 2);
- чертежи знаков, закрепляющих пункты, и их внешнее оформление;
- фотографии точек съемочного обоснования.

2.3. Тренировочные работы

Началу каждого нового вида работ по созданию съемочного обоснования предшествуют тренировочные работы, которые выполняются для приобретения каждым членом бригады навыков работы с геодезическими приборами и правильному ведению полевых журналов. Для начала тренировочных работ обучающиеся изучают соответствующие разделы рекомендуемой литературы и получают у преподавателя разъяснения по возникающим вопросам.

На тренировочных работах осваиваются подготовка прибора и последовательность действий при работе с ним, приемы установки визирных целей; изучаются и соблюдаются методика и допуски соответствующих видов работ; осваивается ведение полевой документации и изучаются правила заполнения журналов (прил. 5, 8, 11).

Продолжительность и объем тренировочных работ устанавливаются преподавателем и зависят от теоретической и практической подготовки каждого члена бригады. Тренировочные работы целесообразно выполнять на замкнутом многоугольнике (полигоне), количество сторон которого равно числу членов бригады, а вершины закреплены кольями.

После того как по многоугольнику получена допустимая невязка и все операции освоены каждым ее членом, бригада допускается к выполнению очередного технологического процесса на участке. Тренировочные работы, так же, как и очередной технологический процесс, должны выполняться в соответствии с графиком чередования.

При составлении и соблюдении графика чередования необходимо в каждом технологическом процессе создания съемочного обоснования предоставлять каждому исполнителю бригады возможность поочередного

выполнения обязанностей наблюдателя, помощника и рабочего (прил. 4) в объеме, достаточном для получения и закрепления практических навыков по работе с приборами и ведению полевой документации.

График чередования составляется на отдельном листе бумаги (см. прил. 4), на котором строится таблица, где указываются участки, закрепляемые за отдельными исполнителями бригады. В этой же таблице приводятся фамилии помощника, рабочих и т. д.

3. ПРОЛОЖЕНИЕ ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА

3.1. Основные допуски

К плановому съемочному обоснованию крупномасштабных топографических съемок предъявляются достаточно высокие требования как в вопросах точности, так и в вопросах жесткости его построения. Например, в соответствии с табл. 3, предельные относительные невязки ходов ($1/N$) не должны превышать, в зависимости от разряда хода, величин $1 : 3\,000$, $1 : 2\,000$ или $1 : 1\,000$, а допустимые при этом значения длин теодолитных и висячих ходов приведены в табл. 3 и 4 [11].

Относительная погрешность линии, измеренной в прямом и обратном направлениях, вычисляется по формуле

$$\frac{1}{N} = \frac{D_{\text{пр}} - D_{\text{обр}}}{D}, \quad (7)$$

где D – среднее значение измеренного расстояния, которое не должно превышать значения, приведенного в табл. 4.

Применяемые для измерения линий мерные приборы компарируются (эталонируются) на линиях полевого компаратора.

Если профиль измеряемой линии имеет несколько точек перегиба, то ее измерение рулеткой выполняется по частям, и на каждом отрезке, ограниченном точками перегиба, определяется угол наклона. Он может изменяться с помощью теодолита (при одном положении ГК).

Для введения поправки за наклон можно также использовать превышения между концами линии. В этом случае точки, закрепляющие перегибы профиля линии, должны включаться в ходы технического нивелирования; значение поправки вычисляется по формуле

$$\Delta S_h = \frac{h^2}{2D}, \quad (8)$$

где D – длина отрезка линии;

h – превышение этого отрезка линии.

Горизонтальные углы в теодолитных ходах измеряются теодолитами 30-секундной точности одним полным приемом [4]. При измерении углов теодолитами с односторонним отсчетом по кругам типа Т30 между полу-приемами осуществляется перевод трубы через зенит и перестановка лимба на $1\text{--}2^\circ$. Колебания значений углов, полученных из двух полуприемов, не должны превышать двойной точности прибора. Примычные углы также измеряются одним приемом. Сумма или разность измеренных примычных углов не должна отличаться от значения, полученного по исходным данным более чем на $1'$ [4].

Центрирование теодолита и визирных целей производится с помощью оптического центрира или нитяного отвеса с точностью 1 см. Угловые невязки в теодолитных ходах не должны превышать

$$f_\beta = 60'' \sqrt{n}, \quad (9)$$

где n – число углов в ходе.

3.2. Измерение горизонтальных углов

Измерение углов рекомендуется начинать с исходных пунктов. Если исходные пункты являются общими для нескольких бригад, то очередность их использования устанавливается преподавателем.

Горизонтальные углы в теодолитных ходах, в том числе и примычные углы на исходных пунктах, измеряют проверенным и отьюстированным теодолитом способом приемов. Измерение угла включает два процесса:

– приведение теодолита в рабочее положения и установка визирных целей;

– измерение горизонтального угла.

Приведение теодолита в рабочее положение заключается в центрировании над вершиной измеряемого угла и горизонтировании.

Центррирование и горизонтизование теодолита с отвесом осуществляется в следующем порядке:

1) центрирование производят грубо при помощи ножек штатива;

2) затем более точно перемещением теодолита по головке штатива.

Для этого ножки штатива поочередно выдвигают примерно на равную длину и устанавливают головку штатива так, чтобы ее центр находился над точкой, а верхняя плоскость была горизонтальной;

3) устанавливают подъемные винты подставки теодолита в среднее положение и закрепляют на штативе подставку (условие работы средней частью винтов распространяется на все геодезические приборы, имеющие подъемные и микрометренные винты);

4) подвесив отвес, штатив перемещают (поочередно переставляя ножки или изменяя их длину) над точкой до обеспечения точности центрирования 1–2 см;

5) наконечники ножек штатива плавно (без рывков) вдавливают поочередно в грунт (поддерживая теодолит) и, перемещая подставку, выполняют окончательное центрирование с точностью ± 3 мм;

6) после центрирования теодолита выполняют его горизонтизование (приведение оси вращения в отвесное положение) с помощью подъемных винтов подставки и уровня при алидаде горизонтального круга.

Центрирование и горизонтизование теодолита с оптическим центриром осуществляется в следующем порядке:

1. Центрирование производят грубо при помощи ножек штатива так, чтобы центр его головки находился над точкой и она находилась в поле зрения окуляра оптического центрира, а верхняя плоскость была горизонтальной.

2. Наконечники ножек штатива плавно (без рывков) вдавливают поочередно в грунт (поддерживая теодолит).

3. С помощью подъемных винтов подставки выполняется центрирование с точностью ± 3 мм.

4. После центрирования теодолита выполняют его горизонтизование (приведение оси вращения в отвесное положение) с помощью ножек штатива, поочередно изменяя их длину.

Прибор можно считать горизонтированным, если при любом повороте верхней части пузырек уровня отклоняется от нуль-пункта не более чем на одно деление ампулы. Необходимо помнить, что приведение оси вра-

щения прибора в отвесное положение **всегда** выполняется только по отьюстированному уровню. Кроме того, в процессе горизонтирования прибора ранее выполненное центрирование может быть нарушено. В этом случае необходимо уточнить центрирование и горизонтирование.

Если в качестве визирной цели используется веха, то ее устанавливают за наблюдаемой точкой так, чтобы основание вехи располагалось как можно ближе к центру точки и в створе наблюдаемого направления. Веху ставят вертикально. Для облегчения поиска вехи при визировании на нее укрепляют отличительный знак.

Процесс измерения горизонтального угла складывается из следующих операций:

- выбор первоначальной точки визирования;
- наведение зрительной трубы на первую точку. Его по возможности осуществляют на пункт теодолитного хода, а если это сделать невозможно, то наводят как можно ниже по вехе;
- взятие и запись отсчета по ГК при одном положении ВК;
- наведение зрительной трубы на вторую точку при том же положении ВК;
- взятие и запись отсчета по ГК, эти действия составляют один полу-прием;
- изменение отсчета по лимбу ГК на $1 - 2^\circ$;
- перевод зрительной трубы через зенит и разворот алидады ГК на 180° (смена положения ВК);
- измерение угла вторым полуприемом при новом положении ВК (наведение на точки может выполняться в обратном порядке);
- контроль результатов измерений.

При измерении левых углов поворота первое наведение выполняется на визирную цель, установленную на передней точке хода, а при измерении правых углов – на заднюю точку.

Операция наведения зрительной трубы на наблюдаемую точку включает действия:

- приближенное (с помощью визира и закрепительных винтов алидады ГК и трубы) наведение зрительной трубы;

- установку трубы «по глазу» (вращением окулярного колена добиваются четкого изображения сетки нитей);
- установку трубы «по предмету» (вращением фокусировочного кольца или винта трубы добиваются четкого изображения наблюдаемой цели или близлежащих предметов);
- введение выбранной цели в центр поля зрения трубы (с помощью закрепительных и микрометренных винтов алидады ГК и трубы);
- точное наведение центра сетки нитей на визируемую точку (выполняется микрометренными винтами так, чтобы вертикальная нить сетки делила изображение цели пополам; при визировании на веху наведение выполняют на ее видимую нижнюю часть).

Контроль точности наведения на выбранную точку осуществляется сравнением отсчетов по ГК, полученных при двух визированиях (при одном положении ВК). Действия считаются выполненными правильно, если расхождение отсчетов не превышает 1,5–2 точности отсчитывания.

При измерении горизонтального угла помощник обязан вести вычисления в журнале одновременно с работой наблюдателя:

- при визировании наблюдателя на вторую точку помощник вычисляет среднее значение отсчета на первую точку;
- при перестановке наблюдателем лимба и смене положения ВК – вычисляет средний отсчет на вторую точку и значение угла в первом полу приеме и т. д.

Если технический допуск выдержан, то окончательное значение угла получают как среднее арифметическое из значений, полученных в обоих полу приемах.

3.3. Измерение линий

При создании планового съемочного обоснования линии теодолитных ходов могут измеряться различными приборами. В условиях учебной практики обучающиеся осваивают процессы измерения линий рулетками или лазерными дальномерами. При применении рулеток порядок измерений следующий.

До начала измерений рулетка проверяется на наличие повреждений, а створ линий очищается от препятствий типа мелких кустарников, веток, высокой травы, камней и т. п. На концах линии устанавливаются вехи. Если данная линия превышает 150 м или этого требует профиль линии, то линию провешивают, т. е. по створу и в точках перегиба профиля выставляют вехи.

Каждую линию измеряют дважды (для контроля): в прямом и обратном направлениях, а результат записывают в журнал. Измерения выполняют двое рабочих (мерщиков) в следующем порядке:

1) передний мерщик, взяв комплект шпилек или заменяющих их предметов соответствующего диаметра и конец рулетки, продвигается вперед по линии (в направлении передней вехи);

2) держа концевую часть рулетки, задний мерщик совмещает начальный штрих рулетки с центром точки линии и дает указания переднему мерщику по укладке ленты в створе измеряемой линии;

3) передний мерщик, убедившись, что рулетка не перекручена, встремливает, натягивает и укладывает ее на землю. Затем втыкает шпильку в землю на конечном штрихе рулетки. Установив шпильку вертикально и устойчиво, он подает команду заднему мерщику. После этого оба мерщика проходят вперед;

4) дойдя до воткнутой шпильки, задний мерщик подает команду переднему и соединяет начальный штрих рулетки с центром шпильки, вновь корректируя действия переднего мерщика по укладке ленты в створе. После команды переднего мерщика задний вынимает шпильку и оба идут вперед, продолжая измерение линии;

5) у конца линии передний мерщик, натянув рулетку, берет отсчет по штрихам рулетки. Задний мерщик пересчитывает количество шпилек (их количество соответствует целым уложениям рулетки). Результаты складываются и записываются в журнал;

6) поменявшись местами, мерщики выполняют измерения линии в обратном направлении. Расхождение результатов не должно превышать допусков, перечисленных в п. 3.1. В противном случае линию измеряют в третий раз в направлении, результаты которого вызывают сомнения. Если рас-

хождение результатов двух измерений в допуске, то за окончательное значение принимается средний результат. Углы наклона измеряются теодолитом.

При обращении с рулеткой соблюдают следующие правила:

- для исключения образования петель при сматывании и разматывании рулетки ее слегка натягивают;
- для исключения разрывов или переломов рулетки при встяхивании и натягивании не должно быть скручиваний или петель;
- запрещается оставлять ленту в размотанном состоянии без присмотра;
- по окончании работы лента должна быть очищена и протерта насухо.

Для сокращения продолжительности работ по проложению теодолитных ходов измерения рекомендуется выполнять в два звена, работающих одновременно: одно в количестве 3–4 обучающихся выполняет измерения горизонтальных углов, а второе (2–3 обучающихся) линий рулеткой. Третий рабочий во втором звене выполняет обязанности записателя, ведя журнал измерений.

3.4. Обработка полевых измерений в теодолитном ходе

Обработка результатов полевых измерений выполняется в следующем порядке:

1) построить схему теодолитного хода по выполненным измерениям (прил. 6);

2) выполнить обработку журнала измерения горизонтальных углов (табл. 5):

– вычислить значение левого по ходу угла при КЛ по формуле $\beta_1 = L_{n4} - L_{n2}$; если отсчет L_{n4} меньше отсчета L_{n2} (угол получается отрицательный), то нужно прибавить 360° ;

– вычислить значение левого по ходу угла при КП по формуле $\beta_2 = P_{n4} - P_{n2}$; если отсчет P_{n4} меньше отсчета P_{n2} (угол получается отрицательный), то нужно прибавить 360° .

Если измеряются правые по ходу углы, то при вычислении угла при КЛ и КП нужно из отсчета на заднюю точку вычесть отсчет на переднюю точку;

Таблица 5

Образец записей в журнале измерения горизонтальных углов

Точка стояния теодолита	Точка визирования	КЛ/КП	Отсчеты по гориз. кругу, град. мин.	Значение угла в полуприеме, град. мин.	Среднее знач. угла, град. мин.	
п. 3	п. 2	КЛ	00 15	158 19	158 19,5	
	п. 4	КЛ	158 34			
	п. 2	КП	181 53	158 20		
	п. 4	КП	340 13			

3) вычислить горизонтальное проложение измеренных расстояний (табл. 6).

Горизонтальное проложение стороны вычисляется по формуле

$$D = S \times \cos v, \quad (10)$$

где S – наклонное расстояние;

v – угол наклона;

Таблица 6

Вычисление горизонтальных проложений измеренных расстояний

Название сторон	Измеренное расстояние (м)			Относит. погрешн. $\Delta L / L_{cp}$	Угол наклона v	Горизонт. проложение $D, (м)$
	Прямо L_1	Обратно L_2	Среднее L_{cp}			
Пол. -1	138,47	138,52	138,50	1/2800	2 15	138,39
1-2	210,16	210,21	210,19	1/4300	2 30	209,98
2-3	164,96	165,00	164,98	1/4200	-4 0	164,58
3-4	228,19	228,14	228,17	1/4600	-4 30	227,46
4-5	173,41	173,34	173,38	1/2500	4 45	172,78
5-6	265,34	265,44	265,39	1/2700	4 45	264,48
6-Лес.	171,86	171,79	171,83	1/2500	3 45	171,46

4) решить обратную геодезическую задачу

$$\Delta X = X_2 - X_1, \Delta Y = Y_2 - Y_1, \quad (11)$$

$$S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}, \quad (12)$$

$$r = \arctg \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right|. \quad (13)$$

Выполнить вычисление α по знакам приращений координат в соответствии с номером четверти;

- 5) вычислить сумму измеренных углов $\sum \beta_{изм}$;
- 6) вычислить теоретическую сумму углов: для внутренних измеренных углов (правых по ходу)

$$\sum \beta_{теор} = 180^\circ \times (n - 2), \quad (14)$$

для внешних углов (левых по ходу)

$$\sum \beta_{теор} = 180^\circ \times (n + 2); \quad (15)$$

- 7) вычислить угловую невязку хода в секундах или в минутах

$$f_\beta = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_{теор}, \quad (16)$$

и убедиться, что она не превышает допустимого значения

$$f_{\beta_{доп}} = 60'' \sqrt{n}; \quad (17)$$

- 8) вычислить поправку в измеренные значения углов

$$V_\beta = \frac{f_\beta}{n} \quad (18)$$

и округлить ее до целых секунд или до десятых долей минуты. Проверить выполнение контроля $\sum V_\beta = -f_\beta$, и если контроль не выполняется, то изменить одну или несколько поправок, начиная с последней, на $1''$ или на $0,1'$ и добиться выполнения контроля;

- 9) вычислить исправленные значения углов

$$\beta_{i(испр)} = \beta_{i(изм)} + V_{\beta_i}; \quad (19)$$

10) принять дирекционный угол первой стороны хода углу вычисленному из обратной геодезической задачи, затем – вычислить дирекционные углы сторон хода до второго исходного пункта по формуле для внутренних (правых по ходу) углов

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180^\circ - \beta_{i(\text{испр})}; \quad (20)$$

11) вычислить приращения координат по каждой стороне хода (в метрах с округлением до 2-го знака после десятичной запятой) по формулам

$$\Delta X_i = S_i \times \cos \alpha_i, \Delta Y_i = S_i \times \sin \alpha_i, \quad (21)$$

перед нахождением функций дирекционного угла на микрокалькуляторе нужно перевести его значение в десятичную форму;

12) вычислить суммы приращений координат по первой ветви хода (от первого исходного пункта до второго) $\Sigma \Delta x$ и $\Sigma \Delta y$;

13) вычислить теоретические суммы приращений координат:

$$\sum \Delta X_{\text{теор}} = X_B - X_A, \quad (22)$$

$$\sum \Delta Y_{\text{теор}} = Y_B - Y_A; \quad (23)$$

14) вычислить координатные невязки

$$f_{\Delta X} = \sum \Delta X - \sum \Delta X_{\text{теор}}, \quad (24)$$

$$f_{\Delta Y} = \sum \Delta Y - \sum \Delta Y_{\text{теор}} \quad (25)$$

и затем абсолютную и относительную невязки хода

$$f_S = \sqrt{\Delta f_x^2 - \Delta f_y^2}, \quad (26)$$

$$\frac{1}{N} = \frac{f_S}{\sum S}, \quad (27)$$

где $\sum S$ – сумма горизонтальных проложений сторон первой ветви хода;

15) вычислить поправки в приращения координат по формулам (в метрах с округлением до 2-го знака после запятой)

$$V_{\Delta X_i} = -\frac{f_{\Delta X}}{\sum S} \times S_i, V_{\Delta Y_i} = -\frac{f_{\Delta Y}}{\sum S} \times S_i, \quad (28)$$

проверить выполнение контролей;

16) вычислить исправленные значения приращений координат по формулам

$$\Delta X_{i(\text{испр})} = \Delta X_i + V_{\Delta X_i}, \quad (29)$$

$$\Delta Y_{i(\text{испр})} = \Delta Y_i + V_{\Delta Y_i}; \quad (30)$$

17) вычислить координаты пунктов первой ветви хода по формулам

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{i(\text{испр})}, \quad (31)$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{i(\text{испр})}, \quad (32)$$

убедиться, что вычисленные значения координат второго исходного пункта в точности равны их заданным значениям.

Пример ведомости уравнивания теодолитного хода приведен в прил. 7.

4. ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ

4.1. Основные допуски

Для определения высот пунктов съемочного обоснования развивается сеть технического нивелирования. Ходы технического нивелирования прокладываются между двумя исходными реперами в виде одиночных ходов или системы ходов с одной или несколькими узловыми точками. Проложение замкнутых ходов, опирающихся на один и тот же исходный репер, разрешается лишь в исключительных случаях. В сеть технического нивелирования должны быть включены все точки съемочного обоснования. Допустимые длины ходов технического нивелирования [4], в зависимости от высоты сечения рельефа, приведены в табл. 7.

Таблица 7

Допустимые длины ходов технического нивелирования

Характеристика линий	Длины ход (км) при сечении рельефа		
	0,25 м	0,5 м	1 м и более
Между двумя исходными пунктами	2,0	8	16
Между исходной и узловой точками	1,5	6	12
Между двумя узловыми точками	1,0	4	8

Для производства технического нивелирования используются нивелиры с увеличением зрительной трубы не менее 20^x и ценой деления рабочего уровня не более $45''$ на 2 мм, а также нивелиры с компенсатором. Нивелирные рейки имеют шашечный рисунок с сантиметровыми делениями. Техническое нивелирование производится в одном направлении. Отсчеты по рейке, установленной на нивелирный башмак, костыль или вбитый в землю кол, производят по средней нити. Невязки нивелирных ходов или замкнутых полигонов не должны превышать значения

$$f_h = 50 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad (33)$$

где L – длина хода (полигона) в км.

На пересеченной или имеющей значительные углы наклона местности, когда общее число станций на 1 км более 25, допустимая невязка подсчитывается по формуле

$$f_h = 10 \text{ мм} \sqrt{n}, \quad (34)$$

где n – количество штативов в ходе (полигоне).

4.2. Проложение нивелирного хода

В процессе подготовительных работ поверки и исследования нивелира и реек, перечисленные в табл. 1, обучающиеся выполняют по правилам, изложенным в подразд. 2.1.2. Для тренировочных нивелирных работ рекомендуется использовать замкнутый полигон, закрепленный для тренировочных измерений горизонтальных углов и линий. В процессе тренировочных работ обучающиеся должны освоить порядок работы и контроля на нивелирной станции и последовательность этапов проложения нивелирного хода. График чередования составляется аналогично образцу, приведенному в прил. 4.

Один рабочий держит зонт (на станции зонт на растяжки не закрепляется), двое – реекчики.

Последовательность выполнения операций на станции следующая:

- выбор местоположения нивелира;
- приведение нивелира в рабочее положение;
- отсчет по черной и красной сторонам рейки, установленной на задней точке;
- отсчет по черной и красной сторонам рейки, установленной на передней точке;
- выполнение вычислений и контроля на станции.

Выбор местоположения станции зависит от расстояния и превышения между нивелируемыми точками обоснования. Расстояние от нивелира до

рейки называется визирным лучом (плечом). Нормальная длина визирного луча 120 м. При хороших условиях видимости и спокойных изображениях длину плеча можно увеличивать до 200 м [4]. Для ослабления влияния рефракции приземного слоя атмосферы на результаты нивелирования высота визирного луча над поверхностью земли не должна быть менее 0,2 м (отсчет по средней нити не менее 200). С учетом этого максимальная величина превышения, которое может быть определено с одной станции, не может быть более 2,3 м. Поэтому, если измеряемое превышение больше 2,8 м, между закрепленными точками нивелирного хода вводят дополнительные точки, называемые иксовыми (обозначаются X_1 , X_2 и т. д.). Иксовые точки специально не закрепляются, а для установки рейки используются нивелирные башмаки или костыли. Иксовые точки включаются в нивелирный ход и в том случае, когда расстояние между определяемыми точками съемочного обоснования превышает двойную допустимую длину визирного луча.

В начале нивелирного хода задний реекник устанавливает рейку (№ 1) на исходную точку (репер или знак полигонометрии), оставляя башмак (или костыль) рядом на земле. Наблюдатель устанавливает нивелир от задней рейки в пределах длины визирного луча, приводит его в рабочее положение и проверяет видимость на заднюю рейку. Если отсчет по средней нити менее 200 мм (или проходит над рейкой), то прибор перемещается по направлению к задней рейке до получения нормальных отсчетов. Наблюдателю следует помнить, что время, затрачиваемое на выбор местоположения нивелира, всегда больше времени, необходимого для взятия отсчетов на станции. Поэтому следует выполнять измерения превышений в ходе без лишних перестановок нивелира, не стремясь с первых станций определять максимальные превышения на предельных длинах визирного луча.

После проверки визирования на заднюю рейку по команде наблюдателя передний реекник отсчитывает шагами расстояние от задней рейки до нивелира и домеряет такое же расстояние от прибора до местоположения передней рейки (№ 2). Наблюдатель проверяет видимость на переднюю рейку и, если обеспечены нормальные отсчеты, дает команду устанавливать башмак или забивать костыль. Если видимость на переднюю

рейку отсутствует, то передний реечник по команде наблюдателя переходит ближе к нивелиру до обеспечения нормальных отсчетов и сообщает величину перемещения наблюдателю. Для соблюдения равенства плеч (допуск 10 м) наблюдатель переносит нивелир по направлению к задней рейке на половину перемещения переднего реечника.

После выбора окончательного местоположения нивелира и передней рейки нивелир приводится наблюдателем в рабочее положение. Подготовка нивелира к работе выполняется в два этапа: сначала грубо (с помощью установочного уровня, расположенного на подставке прибора), а затем точно (с помощью рабочего цилиндрического уровня).

Для нивелиров с элевационным винтом процесс взятия отсчетов складывается из следующих операций:

- приближенное (с помощью визира и закрепительного ванта трубы) наведение зрительной трубы на рейку;
- приближенное (с помощью элевационного винта) приведение пузырька цилиндрического уровня в нуль-пункт (до появления в поле зрения трубы концов пузырька);
- установка трубы «по глазу» и «по предмету»;
- контроль отвесного положения рейки (по вертикальной нити сетки);
- точное (с помощью наводящего винта трубы) наведение трубы на рейку (вертикальная нить сетки должна делить изображение рейки пополам);
- точное приведение пузырька цилиндрического уровня в нуль-пункт;
- отсчет по средней нити по черной стороне рейки;
- контроль положения пузырька уровня;
- отсчет по средней нити по красной стороне рейки.

В момент отсчитывания рабочий удерживает рейку в вертикальном положении.

При записи отсчетов в журнале помощник вычисляет (прил. 8):

- разность высот нулей черной и красной сторон задней и передней реек;
- превышение по черной и красной сторонам;
- разность превышений, полученных по черной и красной сторонам.

Контроль точности измерений на станции и правильности вычислений в журнале выполняется в следующем порядке:

1)неравенство плеч не должно превышать 10 м;

2)высота визирного луча должна быть не менее 0,2 м;

3)разность высот нулей каждой рейки не должна отличаться более чем на 5 мм от своего нормативного значения или величины, полученной из специальных исследований;

4)разность превышений, вычисленных по черным и красным сторонам реек, не должна отличаться более чем на 5 мм от контрольного значения (100) или величины, полученной по результатам специального исследования;

5)разность превышений должна быть равна разности высот нулей передней и задней реек (контроль вычислений на станции);

6)на каждой следующей станции разность превышений должна иметь знак, обратный знаку этой разности на предыдущей станции, а значения разностей высот нулей задней и передней реек должны меняться в шахматном порядке (**контроль чередования** реек).

Первые два допуска соблюдаются наблюдателем в процессе выбора местоположения нивелира. Правильность чередования реек должны обеспечивать речники, не допуская произвольного обмена реек во время перерывов в работе. Все контроли обязательно проверяет помощник. По окончании наблюдений, перед переходом на следующую станцию, наблюдатель должен убедиться в выполнении контролей и, если нужно, помочь помощнику в завершении вычислений, контроля на станции. Работа на станции останавливается в момент обнаружения недопустимого значения по любому из перечисленных контролей, проверяется правильность вычислений в журнале. В случае подтверждения выхода из допуска работа на станции полностью переделывается при другой высоте нивелира. Если на станции все допуски соблюdenы, то бригада переходит на следующую станцию, а помощник вычисляет среднее значение превышения по формуле

$$h_{cp} = \frac{h_q + (h_{kp} \pm 100)}{2}, \quad (35)$$

где $h_{\text{ч}}$ – превышение, вычисленное по черной стороне реек;

$h_{\text{кр}}$ – превышение, вычисленное по красной стороне реек.

Знак в скобках перед 100 должен соответствовать знаку разности превышений данной станции.

При переходе наблюдателя на следующую станцию передний реечник остается на месте, временно сняв рейку со своей точки. Задний реечник переносит рейку и башмак до переднего реечника и ждет указаний наблюдателя для продолжения своего перехода вперед (в роли переднего реечника). Дальнейшую работу на новой станции бригада выполняет описанным выше способом.

В процессе заполнения журнала помощник должен стараться вести записи так, чтобы число станций на одной странице было четным (для облегчения дальнейшего постраничного контроля) и своевременно предупреждает наблюдателя, если число станций в ходе может оказаться нечетным. В этом случае вместо работы на одной последней нечетной станции бригада выполняет нивелирование на двух станциях с укороченными вдвое плечами.

4.3. Обработка полевых измерений технического нивелирования

1. Обработать журнал технического нивелирования по результатам измерений превышений, представленных в табл. 8 (вычислить средние превышения, выполнить постраничный контроль).

Таблица 8

Образец записи в журнале технического нивелирования

Номер станции Номера реек	Расстояния до реек	Отсчеты по рейкам		Превышения, мм	Ср. прев., мм
		задняя	передняя		
1				-0692 (7)	-0693 (10)
		1471 (1)	2163 (3)		
1-2		6172(2)	6966 (4)	-0794 (8)	
		4701 (5)	4803 (6)	+102 (9)	

При выполнении постстраничного контроля суммируются отсчеты в колонке по задней рейке по черной и красной сторонам (без пятки рейки), по передней рейке по черной и красной сторонам (без пятки рейки), вычисленные превышения (без пяточной разности), средние превышения.

Разность Σ отсчетов по задней рейке и Σ отсчетов по передней рейке должна равняться Σ превышений; Σ превышений, деленная на два, должна равняться Σ средних превышений:

$$\Sigma 3P - \Sigma PR = \sum h, \quad (36)$$

$$\sum h/2 = \sum h_{cp}, \quad (37)$$

где $\Sigma 3P$ – сумма отсчетов по задней рейке;

ΣPR – сумма отсчетов по передней рейке;

$\sum h$ – сумма превышений;

$\sum h_{cp}$ – сумма средних превышений.

2. Вычислить сумму измеренных превышений

$$\sum h_{\text{пр}} = h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_i. \quad (38)$$

3. Вычислить высотную невязку

$$f_h = \sum h_{\text{пр}} - h_{\text{теор}}. \quad (39)$$

4. Теоретическая сумма превышений равна разности отметки конечного и начального пунктов хода

$$h_{\text{теор}} = H_{\text{кон}} - H_{\text{нач}}. \quad (40)$$

5. Вычисленная невязка не должна превышать допуска

$$f_{h\text{доп}} = 50 \times \sqrt{L} \text{ или } f_{h\text{доп}} = 10 \times \sqrt{n}, \quad (41)$$

где L – длина хода в км;

n – количество станций в ходе.

6. Вычислить поправки в измеренные превышения по формулам

$$v_h = \frac{-f_h}{\sum S} \times S_i \text{ или } v_h = \frac{-f_h}{\sum n} \times n_i. \quad (42)$$

7. Контроль вычисления поправок: сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком

$$\sum v_h = -f_h. \quad (43)$$

8. Исправить измеренные превышения, вводя поправки:

$$h_{\text{урав}} = h_{\text{изм}} + v_h. \quad (44)$$

9. Контроль исправления превышений: сумма исправленных превышений должна быть равна теоретической сумме

$$\sum h_{\text{испр}} = \sum h_{\text{теор}}. \quad (45)$$

10. Вычисление отметок точек хода:

$$H_i = H_{i-1} + h_{\text{урав}}. \quad (46)$$

11. Контроль вычисления отметок – повторное получение отметки конечного репера.

Ведомость уравнивания хода технического нивелирования приведена в прил. 10.

5. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

5.1. Производство тахеометрической съемки

Тахеометрическая съемка выполняется с пунктом съемочного обоснования. Если пункты являются общими для нескольких бригад, то очередность их использования устанавливается преподавателем.

Тахеометрическую съемку выполняют поверенным и отьюстированным теодолитом.

Производство тахеометрической съемки включает следующие процессы:

- прибор центрируют над пунктом съемочного обоснования;
- горизонтируют;
- измеряют высоту прибора;
- ориентируют на соседний пункт съемочного обоснования, т. е. устанавливают на лимбе отсчет $0^{\circ}0'$ при наведении трубы на этот пункт;
- трубу прибора наводят на рейку, установленную в какой-либо точке местности, и измеряют три величины, определяющие положение снимаемой точки в плане и по высоте: горизонтальный угол, вертикальный угол и дальномерное расстояние (измерение расстояния выполняется по рейке). Горизонтальный угол рекомендуется измерять, визируя как можно ниже к земле. Вертикальный угол измеряют, наведясь на высоту инструмента; если это невозможно сделать, то в журнале записывают высоту наведения. Для более удобного измерения расстояния рекомендуется совмещать нижнюю дальномерную нить с круглым отчетом;
- по завершении набора пикетов на станции тахеометрической съемки выполняется замыкание горизонта, т. е. наведение прибора на пункт съемочного обоснования, на который производилось ориентирование прибора. Допустимое значение незамыкания горизонта составляет двойную точность прибора.

Измеренные величины записываются в журнал тахеометрической съемки (прил. 11).

Точка установки рейки называется пикетом; различают высотные и плановые пикеты.

Высотные пикеты располагают во всех характерных точках и линиях рельефа: на вершинах гор и холмов, на дне котловин и впадин, по линиям водослива лощин и водораздела хребтов, у подошв гор и хребтов, у бровок котловин и лощин, в точках седловин, на линиях перегиба скатов и т. п. Расстояние между высотными пикетами не должно превышать: 40 мм на плане при масштабе съемки 1 : 500, 30 мм – при масштабе 1 : 1 000, 20 мм – при масштабе 1 : 2 000, чтобы при рисовке рельефа было удобно выполнять интерполирование горизонталей. Для приближенных измерений полезно помнить, что 1 см на рейке (одно деление рейки) соответствует 1 м на местности, а 1 дм на рейке соответствует 10 м на местности.

Главное условие выбора высотных пикетов – чтобы местность не имела между соседними пикетами перегибов ската.

Чем больше высотных пикетов, тем легче рисовать рельеф на плане, но не надо забывать, что объем выполненной работы определяется не числом пикетов, а заснятой площадью в гектарах или в квадратных километрах. Поэтому пикетов надо набирать столько, сколько требуется для правильной рисовки рельефа.

Плановые пикеты располагают на контурах и объектах местности. При замене криволинейных контуров ломаными линиями ошибка спрямления не должна превышать 0,5 мм в масштабе плана.

Все результаты измерений записывают в журнал тахеометрической съемки; затем там же вычисляют углы наклона, горизонтальные проложения, превышения пикетов относительно точки стояния теодолита и отметки пикетов. Одновременно с ведением журнала составляют схематический чертеж местности – абрис (крошки) (прил. 12), на котором показывают все заснятые с этой станции пикеты, контуры, ситуацию, формы рельефа, направления скатов. Иногда абрис рисуют до начала съемки, намечая на нем плановые и высотные пикеты, и затем уже ведут съемку в соответствии с абрисом.

5.2. Обработка полевых измерений таксиметрической съемки

Порядок обработки результатов тахеометрической съемки состоит из следующих процессов.

Обработка журнала тахеометрической съемки по результатам измерений:

- вычисление углов наклона

$$v = K\lambda - MO, \quad (47)$$

где MO – место нуля определенное при выполнении поверок;

- вычисление горизонтальных проложений

$$D = S \times \cos v, \quad (48)$$

где S – наклонное расстояние;

v – угол наклона;

- вычисление превышений

$$h = S \times \tan v; \quad (49)$$

- вычисление отметок пикетов

$$H_{pk} = H_{ct} + h + i + V_i, \quad (50)$$

где H – отметка станции;

i – высота инструмента;

V_i – высота наведения.

Журнал тахеометрической съемки приведен в прил. 11.

При построении топографического плана вручную порядок следующий:

1) построение сетки квадратов с помощью линейки Дробышева (10×10 см на листе ватмана) в масштабе плана $1 : 1000$;

2) оцифровка линий сетки в соответствии с координатами пунктов съемочного обоснования;

3) по координатам нанести на план точки обоснования (станцию и ориентирную точки). Для проверки нанесения точек измерить расстояние между ними на плане и сравнить с горизонтальным проложением линии местности;

4) с помощью тахеографа нанести на план пикеты, руководствуясь результатами вычислений – горизонтального угла и горизонтального проложения;

5) возле каждого пикета справа в виде дроби подписать в числителе номер пикета, в знаменателе – отметку пикета;

6) выполнить интерполирование горизонталей;

7) вычертить план, на котором должен быть изображен рельеф в горизонталях, ситуация и контуры местности в соответствии с условными знаками (прил. 13).

При построении топографического плана с использованием программного обеспечения в отчете необходимо выполнить описание всех этапов создания топографического плана, с копиями экрана и их описанием.

6. КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

Процесс камеральной обработки результатов полевых измерений при создании съемочного обоснования состоит из работ, перечисленных в подразд. 1.3. Порядок подготовки оформления материалов рекогносцировки и проектирования точек обоснования изложен в подразд. 2.2. Процесс обработки результатов теодолитного хода и технического нивелирования приведен в подразд. 3.4 и 4.3. Примеры обработки результатов полевых измерений приведены в прил. 7, 10, 13.

В результате камеральных работ до сдачи промежуточного зачета должны быть оформлены соответствующие ведомости поверок и исследований приборов, журналы полевых измерений и материалы, прилагаемые к отчету об учебной практике. Кроме перечисленных документов, готовится текстовая часть отчета по учебной практике.

Отчет об учебной практике по геодезии входит в перечень обязательных документов, предъявляемых бригадой обучающихся при сдаче зачета.

Обязательные разделы отчета:

- введение;
- характеристика участка работ: географическое положение, рельеф, гидрография, растительность, дорожная сеть и линии электропередачи, наличие строений, топографо-геодезическая изученность;
- создание планового съемочного геодезического обоснования: требования нормативных документов к созданию планового съемочного обоснования, рекогносцировка и закрепление на местности пунктов теодолитного хода, поверки теодолита, создание планового съемочного обоснования, уравнивание теодолитного хода;
- создание высотного геодезического обоснования: требования нормативных документов к техническому нивелированию, поверки и исследования нивелира и реек, методика работы на станции технического нивелирования, уравнивание хода технического нивелирования;

- тахеометрическая съемка: требования инструкции к производству тахеометрической съемки, методика работы на станции тахеометрической съемки, обработка журналов тахеометрической съемки, вычерчивание топографического плана;
- заключение;
- список литературы;
- приложения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии, предназначенном для обучающихся первого курса, по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия (уровень специалитета), 21.05.04 Горное дело (уровень специалитета), направление подготовки 05.03.03 Картография и геоинформатика (уровень бакалавриата), представлены:

- а) сведения об учебной практике: ознакомительной практике, проводимой после окончания аудиторных занятий во 2-м семестре и сдачи обучающимися зачетно-экзаменационной сессии;
- б) сведения из курса геодезии, необходимые для качественного выполнения комплекса полевых и камеральных работ;
- в) указания по выполнению каждого вида полевых и камеральных работ, состоящих из проложения теодолитного хода, проложения хода технического нивелирования, тахеометрической съемки в масштабе 1 : 1 000, а также оформление материалов, полученных за время выполнения практики;
- г) требования, предъявляемые к оформлению материалов практики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гиршберг М. А. Геодезия : учебник. – Изд. стер. – М. : ИНФРА-М, 2016. – 382 с.
2. ГОСТ 10528–90. Нивелиры. Общие технические условия. – Введ. 1991–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 15 с.
3. Дьяков Б. Н. Геодезия. Общий курс : учеб. пособие. – Новосибирск : НГУ, 1993. – 177 с.
4. Инженерная геодезия : учебное пособие / Е. С. Богомолова [и др.]; под ред. В. А. Коугия. В 2-х ч. Ч. 1. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2006. – 85 с.
5. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500 (ГКИНП-02-033-82) / ГУГиК. – М. : Недра, 1982. – 162 с.
6. Инструкция о порядке контроля и приемки геодезических, топографических и картографических работ (ГКИНП (ГНТА) 17-004-99). – М. : ЦНИИГАиК, 1999. – 68 с.
7. Инструкция по проведению технологической поверки геодезических приборов (ГКИНП (ГНТА) 17-195-99) / Федеральная служба геодезии и картографии России. – М. : ЦНИИГАиК, 1999. – 31 с.
8. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах (ПТБ –88 г.) / УГиК при Сов. Мин. СССР. – М. : Недра, 1991. – 303 с.
9. Селиханович В. Г., Козлов В. П., Логинова Г. П. Практикум по геодезии : учеб. пособие / под ред. В. Г. Селиханович. – 2-е изд., стер. Перепечатка с издания 1978 г. – М. : Альянс, 2006. – 382 с.
10. Условные знаки для топографических планов масштабов 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500 / Федеральная служба геодезии и картографии России. – М. : Картгеоцентр – Геодезиздат, 2000. – 286 с.

11. Уставич Г. А. Геодезия. В 2-х кн. Кн. 1: учеб. для вузов. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 352 с.

12. Уставич Г. А. Геодезия. В 2-х кн. Кн. 2: учеб. для вузов. – Новосибирск : СГГА, 2014. – 563 с.

СОСТАВ ОТЧЕТА И СПИСОК ПРИЛОЖЕНИЙ

ВВЕДЕНИЕ

1 ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА РАБОТ

1.1 Физико-географическое положение

1.1.1 Географическое положение

1.1.2 Рельеф

1.1.3 Гидрография

1.1.4 Растительность

1.1.5 Дорожная сеть и линии электропередачи

1.1.6 Наличие строений

1.2 Топографо-геодезическая изученность

1.2.1 Исходные пункты

1.2.2 Система координат

2 СОЗДАНИЕ ПЛАНОВОГО СЪЕМОЧНОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ

2.1 Требования нормативных документов к созданию планового съемочного обоснования

2.2 Рекогносцировка и закрепление на местности пунктов теодолитного хода

2.3 Проверки теодолита

2.3.1 Геометрические оси теодолита

2.3.2 Проверка оси цилиндрического уровня

2.3.3 Проверка оптического центрира

2.3.4 Проверка сетки нитей

2.3.5 Определение и исправление коллимационной ошибки

2.3.6 Определение и исправление места нуля вертикального круга

2.4 Создание планового съемочного обоснования

2.4.1 Измерение горизонтальных углов на пунктах теодолитного хода

2.4.2 Измерение сторон теодолитного хода

2.5 Уравнивание теодолитного хода

3 СОЗДАНИЕ ВЫСОТНОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ

3.1 Требования нормативных документов к техническому нивелированию

3.2 Проверки и исследования нивелира и реек

3.2.1 Проверка круглого уровня нивелира

3.2.2 Проверка главного условия нивелира

3.2.3 Определение диапазона действия компенсатора

3.2.4 Проверка сетки нитей

3.2.5 Определение разности высот нулей шашечных реек

3.3 Методика работы на станции технического нивелирования

3.3.1 Порядок работы на станции

3.3.2 Контроли

3.4 Уравнивание хода технического нивелирования

4 ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА МАСШТАБА 1:1000

4.1 Требования инструкции к производству тахеометрической съемки

4.2 Методика работы на станции тахеометрической съемки

4.3 Обработка журналов тахеометрической съемки

4.4 Вычерчивание топографического плана

4.4.1 Построение координатной сетки и оцифровка

4.4.2 Нанесение пунктов планово-высотного съемочного обоснования

4.4.3 Нанесение пикетов на план

4.4.4 Вычерчивание топографического плана

4.4.5 Полевой контроль

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) КАРТОЧКИ ЗАКЛАДКИ ТОЧЕК ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) СХЕМА ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА

ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) ГРАФИК ЧЕРЕДОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ В ТЕОДОЛИТНОМ ХОДЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное) ГРАФИК ЧЕРЕДОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАСТОЯНИЙ В ТЕОДОЛИТНОМ ХОДЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное) ВЫЧИСЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ СТОРОН ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА

ПРИЛОЖЕНИЕ Е (обязательное) ВЕДОМОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ ТОЧЕК ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (обязательное) СХЕМА НИВЕЛИРНОГО ХОДА

ПРИЛОЖЕНИЕ И (обязательное) ГРАФИК ЧЕРЕДОВАНИЯ РАБОТ ПРИ

НИВЕЛИРОВАНИИ

ПРИЛОЖЕНИЕ К (обязательное) ВЕДОМОСТЬ УРАВНИВАНИЯ НИВЕЛИРНОГО ХОДА

ПРИЛОЖЕНИЕ Л (обязательное) КАТАЛОГ КООРДИНАТ И ВЫСОТ ПУНКТОВ

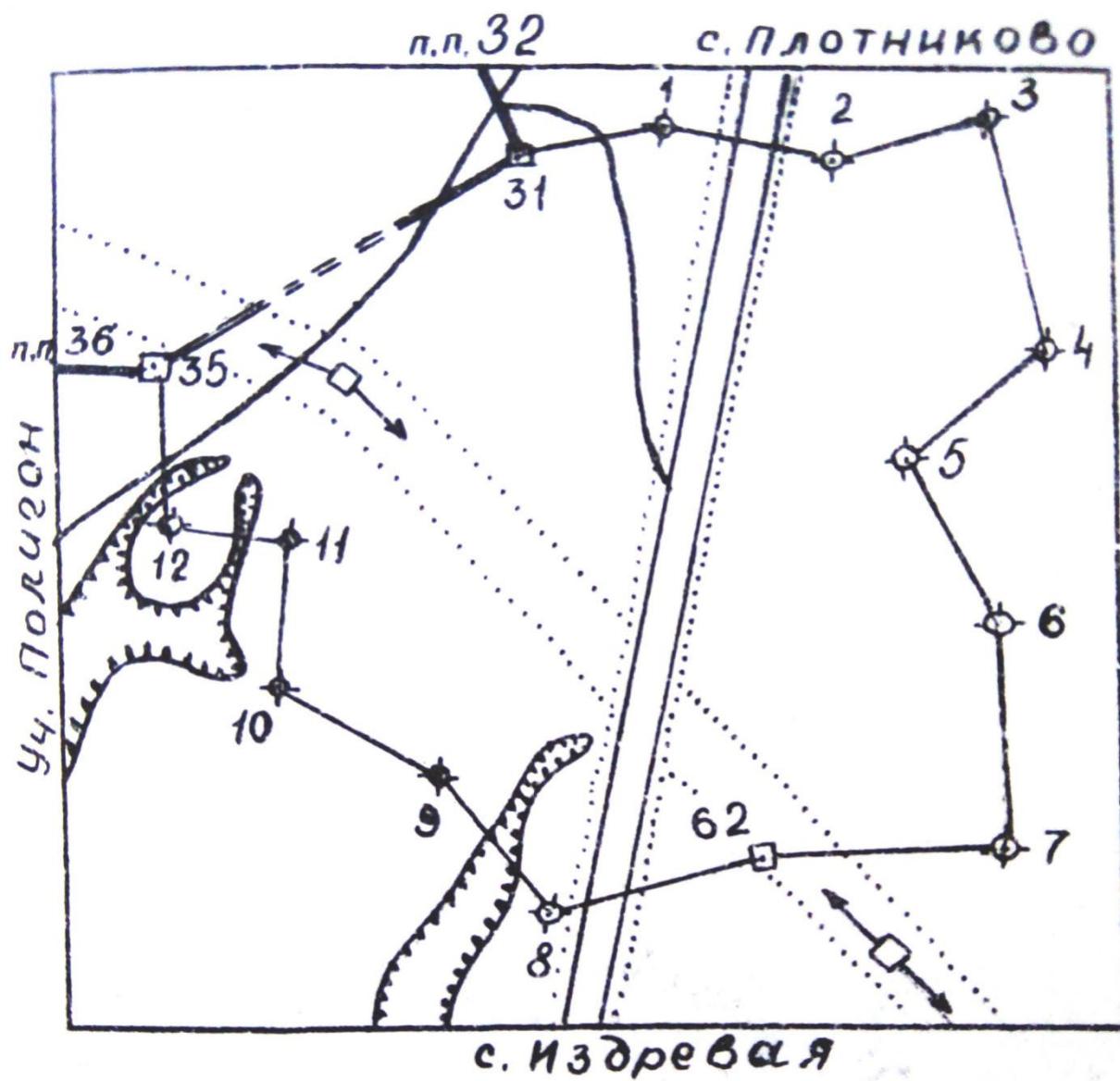
ПЛАНОВО-ВЫСОТНОГО ОБОСНОВАНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ М (обязательное) ГРАФИК ЧЕРЕДОВАНИЯ РАБОТ ПРИ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ Н (обязательное) ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ ПЛАН МАСШТАБА 1:1000

ПРИЛОЖЕНИЕ П (обязательное) СТРАНИЦЫ ЖУРНАЛОВ

ПРОЕКТ СЪЕМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ



Условные обозначения:

- точки теодолитных ходов;
 - граница участка съемки.

Приложение 3

КАРТОЧКА ЗАКЛАДКИ ИСХОДНЫХ ПУНКТОВ

Объект – Новосибирский областной клинический онкологический диспансер

Город – Новосибирск

Название (номер) пункта т.42

Абрис

Тип центра Гвоздь

Кем заложен Бригада 1

Группа ПГ-12

Кем определен Бригада 1

Группа ПГ-12

Дополнительные сведения (глубина закладки, наружное оформление)



Гвоздь забит в грунт, высота гвоздя

Фотоснимок

составляет 20 см. Наружного оформления не имеет.



Описание местоположения

Расположен на расстоянии:

- 21,376 м от угла эл. подстанции № 358;
- 15,666 м от угла эл. подстанции № 338;
- 14,992 м от угла КПП.

Исполнитель Швецов Н. А., Бусыгин В. А.

Нач. партии Тюндешева А. Ш.

Гл. инженер эксп. Кушваев Е. В.

Приложение 4

ГРАФИКИ ЧЕРЕДОВАНИЯ

ГРАФИК ЧЕРЕДОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ УГЛОВ В ТЕОДОЛИТНОМ ХОДЕ

ППЗ2	Иванова М. В.	Петрова С. А.	Рыбкин С. А.	Гаврилов Д. В.
1	Петрова С. А.	Иванова М. В.	Левитан И. Е.	Сидоров М. А.
2	Сидоров М. А.	Гаврилов Д. В.	Рыбкин С. А.	Кузнецов О. А.
3	Левитан И. Е.	Гаврилов Д. В.	Сидоров М. А.	Иванова М. В.
4	Кузнецов О. А.	Рыбкин С. А.	Петрова С. А.	Левитан И. Е.
5	Кузнецов О. А.	Петрова С. А.	Гаврилов Д. В.	Петрова С. А.
6	Гаврилов Д. В.	Иванова М. В.	Сидоров М. А.	Рыбкин С. А.
7	Иванова М. В.	Петрова С. А.	Левитан И. Е.	Кузнецов О. А.
8	Петрова С. А.	Иванова М. В.	Сидоров М. А.	Гаврилов Д. В.
9	Сидоров М. А.	Иванова М. В.	Кузнецов О. А.	Петрова С. А.
10	Рыбкин С. А.	Кузнецов О. А.	Гаврилов Д. В.	Левитан И. Е.
11	Левитан И. Е.	Сидоров М. А.	Рыбкин С. А.	Иванова М. В.
12	Гаврилов Д. В.	Левитан И. Е.	Кузнецов О. А.	Сидоров М. А.
13	Рыбкин С. А.	Петрова С. А.	Иванова М. В.	Левитан И. Е.
14	Иванова М. В.	Левитан И. Е.	Гаврилов Д. В.	Рыбкин С. А.

График чередования составил: Петрова С. А.

График чередования проверил: Кузнецов О. А.

ГРАФИК ЧЕРЕДОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАССТОЯНИЙ В ТЕОДОЛИТНОМ ХОДЕ

Участок	Записывающий	Измеряющий
ПП32-1	Иванова М. В.	Петрова С. А.
1-2	Петрова С. А.	Иванова М. В.
2-3	Сидоров М. А.	Гаврилов Д. В.
3-4	Левитан И. Е.	Гаврилов Д. В.
4-5	Кузнецов О. А.	Рыбкин С. А.
5-6	Кузнецов О. А.	Петрова С. А.
6-7	Гаврилов Д. В.	Иванова М. В.
7-8	Иванова М. В.	Петрова С. А.
8-9	Петрова С. А.	Иванова М. В.
9-10	Сидоров М. А.	Иванова М. В.
10-11	Рыбкин С. А.	Кузнецов О. А.
11-12	Левитан И. Е.	Сидоров М. А.
12-13	Гаврилов Д. В.	Левитан И. Е.
13-14	Рыбкин С. А.	Петрова С. А.
14-ПП32	Иванова М. В.	Левитан И. Е.

График чередования составил: Рыбкин С. А.

График проверил: Сидоров М. А.

ГРАФИК ЧЕРЕДОВАНИЯ РАБОТ ПРИ НИВЕЛИРОВАНИИ

Номер точки	Наблюдатель	Помощник наблюдателя	Реечник 1	Реечник 2
T14-x1-ПП32	Иванова М. В.	Петрова С. А.	Рыбкин С. А.	Гаврилов Д. В.
ПП32-х2-Т1	Петрова С. А.	Иванова М. В.	Левитан И. Е.	Сидоров М. А.
T1-х3-T2	Сидоров М. А.	Гаврилов Д. В.	Рыбкин С. А.	Кузнецов О. А.
T2-х4-T3	Левитан И. Е.	Гаврилов Д. В.	Сидоров М. А.	Иванова М. В.
T3-х5-х6-х7-Т4	Кузнецов О. А.	Рыбкин С. А.	Петрова С. А.	Левитан И. Е.
T4-х8-Т5	Кузнецов О. А.	Петрова С. А.	Гаврилов Д. В.	Петрова С. А.
T5-х9-Т6	Гаврилов Д. В.	Иванова М. В.	Сидоров М. А.	Рыбкин С. А.
T6-х10-Т7	Иванова М. В.	Петрова С. А.	Левитан И. Е.	Кузнецов О. А.
T7-х11-х12-Т8	Петрова С. А.	Иванова М. В.	Сидоров М. А.	Гаврилов Д. В.
T8-х13-Т9	Сидоров М. А.	Иванова М. В.	Кузнецов О. А.	Петрова С. А.
T9-T10	Рыбкин С. А.	Кузнецов О. А.	Гаврилов Д. В.	Левитан И. Е.
T10-T11	Левитан И. Е.	Сидоров М. А.	Рыбкин С. А.	Иванова М. В.
T11-T12	Гаврилов Д. В.	Левитан И. Е.	Кузнецов О. А.	Сидоров М. А.
T12-х14-х15-Т13	Рыбкин С. А.	Петрова С. А.	Иванова М. В.	Левитан И. Е.
T13-х16-Т14	Иванова М. В.	Левитан И. Е.	Гаврилов Д. В.	Рыбкин С. А.

График составил: Петрова С. А.

График проверил: Левитан И. Е.

ГРАФИК ЧЕРЕДОВАНИЯ РАБОТ ПРИ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ

Номер точек	Наблюдатель	Реечник	Помощник
ПП32	Иванова М. В.	Рыбкин С. А.	Петрова С. А.
1	Петрова С. А.	Сидоров М. А.	Иванова М. В.
2	Сидоров М. А.	Левитан И. Е.	Петрова С. А.
3	Левитан И. Е.	Кузнецов О. А.	Петрова С. А.
4	Кузнецов О. А.	Гаврилов Д. В.	Петрова С. А.
5	Кузнецов О. А.	Рыбкин С. А.	Петрова С. А.
6	Гаврилов Д. В.	Сидоров М. А.	Иванова М. В.
7	Иванова М. В.	Левитан И. Е.	Петрова С. А.
8	Петрова С. А.	Кузнецов О. А.	Иванова М. В.
9	Сидоров М. А.	Гаврилов Д. В.	Иванова М. В.
10	Рыбкин С. А.	Сидоров М. А.	Иванова М. В.
11	Левитан И. Е.	Левитан И. Е.	Иванова М. В.
12	Гаврилов Д. В.	Кузнецов О. А.	Сидоров М. А.
13	Рыбкин С. А.	Гаврилов Д. В.	Сидоров М. А.
14	Иванова М. В.	Рыбкин С. А.	Сидоров М. А.

График чередования составил: Сидоров М. А.

График чередования проверил: Гаврилов Д. В.

Приложение 5

ЖУРНАЛ ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА

Пункт		Прием		отд.		
Дата		t =	Погода	Ветер		
Время		ч.	м. Видимость	Изображения		
Название направления	Крк	Отсчет по штрихам лимба,	Отсчеты по микрометру	$a_1 + a_2 \mu$	C_2	
				$\frac{a_1 + a_2}{2}$	$\frac{L+P}{2}$	
				a_1	a_2	
ГК	9.6	л	208 42		0'	267 59
	9.9	п	218 42		0'	267 59
	9.10	л	116 41		0'	267 59
		п	296 41		0'	267 59
		л				
		п				
ГК	9.9	л	139 04		0'	92 29
	9.8	п	319 04		0'	92 29
	9.10	л	231 33		0'	92 29
		п	51 33		0'	92 29
		л				
		п				
ГК	9.5	л	319 09		0'	265 52
	9.6	п	139 09		0'	265 52
	9.7	л	215 01		0'	265 52
		п	45 01		0'	265 52
		л				
		п				

Незамыкание $\Delta x =$ $\Delta n =$ $\Delta sr =$ Δ ~~ненужное~~

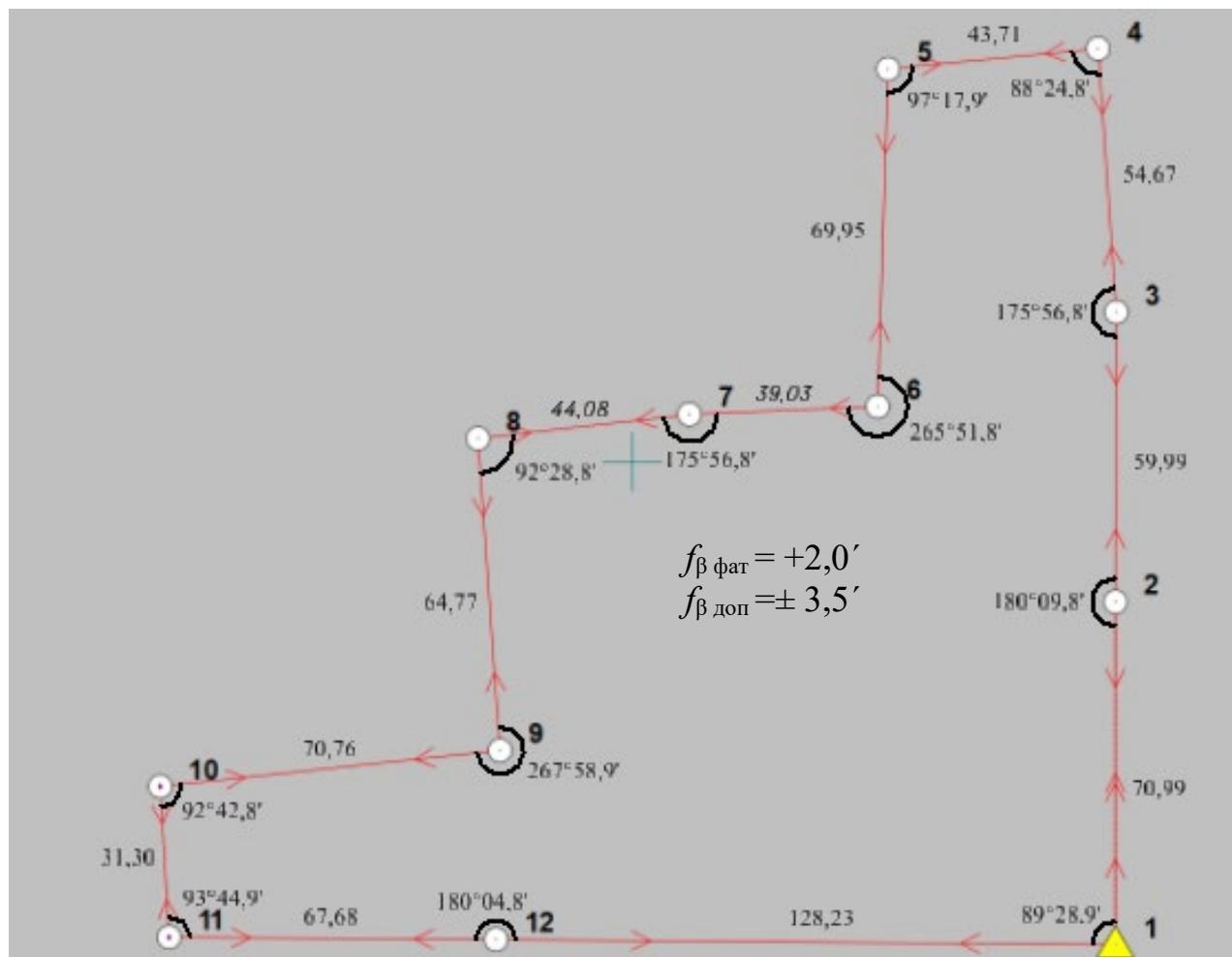
Замечания $\Delta (L-P)$ Наибольшее $\Delta (L-P) =$ Δ ~~ненужное~~

Дата		Прием		отд.		
Время		ч.	Погода	Ветер		
Название направления		Крк	Отсчет по штрихам лимба,	Отсчеты по микрометру	C_2	
				$a_1 + a_2 \mu$	$\frac{L+P}{2}$	
				a_1	a_2	
ГК	9.6	л	232 42		0'	175 57
	9.7	п	108 42		0'	175 57
	9.8	л	104 39		0'	175 57
		п	284 39		0'	
		л				
		п				
ГК	9.4	л	66 07		0'	97 18
	9.5	п	246 07		0'	97 18
	9.6	л	163 25		0'	97 18
		п	243 25		0'	
		л				
		п				
ГК	9.3	л	232 10		0'	88 25
	9.4	п	52 10		0'	88 25
	9.5	л	320 35		0'	88 25
		п	140 35		0'	
		л				
		п				

Незамыкание $\Delta x =$ $\Delta n =$ $\Delta sr =$ Δ ~~ненужное~~

Замечания $\Delta (L-P)$ Наибольшее $\Delta (L-P) =$ Δ ~~ненужное~~

СХЕМА ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА



Условные знаки:

- △ – исходный геодезический пункт;
- – пункт теодолитного хода;
- $89^{\circ}28,9'$ – измеренный горизонтальный угол;
- 70,99 м – измеренная длина стороны

ВЕДОМОСТЬ УРАВНИВАНИЯ ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА

№ точек	Назначение	Углы	Дирекционные углы	Принимаемая координаты				Координаты				
				Длины линий (горизонтальные расстояния)		Вспомогательные						
				ΔX	ΔY	ΔX	ΔY					
П15803	184	57,8	184	57,69	17	25	41	6543,865 4450,083				
T1	283	33,6	283	33,49	22	23	22,4	6620,225 4481,513				
T2	216	58,95	216	58,84	125	56	51,8	6577,035 4541,073				
T3	174	28,25	174	28,14	162	55	42,2	6524,475 4557,203				
T4	202	59,5	202	59,39	157	23	50,6	6460,055 4584,013				
T5	196	9,1	196	8,99	180	23	14	6361,205 4583,313				
T6	312	30,5	312	30,39	196	32	13,4	6303,035 4566,013				
T7	175	35,9	175	35,79	329	2	36,8	6350,905 4537,293				
T8	206	43,2	206	43,09	324	38	24,2	6394,065 4506,663				
T9	98	33,2	98	33,09	351	21	29,6	6453,105 4497,673				
T10	113	23,55	113	23,44	269	54	35	-0,1 6430,653				
T11	231	37,0	231	36,89	203	18	1,4	-67,0 -30,63				
T12	307	58,2	307	58,09	254	54	54,8	-0,1 6392,775				
T13	221	36,7	221	36,59	22	53	0,2	-60,23 4404,683				
T14	132	56,2	132	56,09	64	29	35,6	-25,95 -25,97				
f_{sum}				17	25	41	70,0	-17,23 -63,93				
$\Sigma \beta$	3060°1,65'			$\Sigma S = 1021,57$				6375,565 4340,753				
$\Sigma \beta_{\text{sum}}$	3060°			$\Sigma \Delta x = -0,31$				6449,775 4372,043				
f_{β}	1,65'			$\Delta x_{\text{sum}} = 0$								
$v\beta$	-0,11'			$\Delta y_{\text{sum}} = 0$								
f_{sum}	$\pm 3,87'$			$f_{\Delta x} = -0,31$								
сумма углов измерения, $\Sigma \beta_{\text{sum}} = \alpha_1 + \beta_2 + \dots + \alpha_n$				дирекционный угол для левых углов $\alpha_i = \alpha_{i-1} + \beta_i - 180^\circ$				$X_i = X_{i-1} + \Delta x$ $Y_i = Y_{i-1} + \Delta y$				
Погрешки в принятых координатах												
$\Delta x_{\text{sum}} = \frac{-f_{\beta}}{\sum S} \times S$												
Контроль: $\Sigma \Delta x = -f_{\beta}$; $\Sigma \Delta y = f_{\beta}$												
погрешка по принятым координатам $f_{\Delta x} = \Sigma \Delta x / \Delta S$; $f_{\Delta y} = \Sigma \Delta y / \Delta S$												
допустимая погрешка хода $\frac{1}{O} \leq \frac{f_{\beta}}{\sum S} \leq \frac{1}{O}$; относительная погрешка хода $\frac{f_{\beta}}{O} \leq 1$												

угловая погрешка $f_{\beta} = \sum \beta_i - \sum \beta_{\text{sum}}$,
допустимая погрешка $O = 1' \times n$, где n количество углов
погрешка в углы $v\beta = f_{\beta} - f_{\text{sum}}$
Контроль: $\Sigma \Delta x = -f_{\beta}$; $\Sigma \Delta y = f_{\beta}$

линейная погрешка $\frac{f_{\Delta x}}{\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}} \times S$

$t \Delta x = \frac{-f_{\beta}}{\sum S} \times S$
Контроль: $\Sigma \Delta x = -f_{\beta}$; $\Sigma \Delta y = f_{\beta}$

$t \Delta y = \frac{-f_{\beta}}{\sum S} \times S$
Контроль: $\Sigma \Delta x = f_{\beta}$; $\Sigma \Delta y = -f_{\beta}$

Приложение 8

ЖУРНАЛ ХОДА ТЕХНИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

Дата 24.06 Погода ГРЕНЧАСО
Начало 10 ч. 00 м. Конец 11 ч. 00 м.

№ станций, № реек зарисовка привязок	Дальномерные расстояния до задней и передней реек	Отчеты по рейке		Превышение	Среднее превышение (мм)
		задняя	передняя		
1 1-2	Ч 23 71 08 19	+1552		+1552	
	К 71 71 56 19	+1552			
	48 00 48 00	0	0		
2 2-3	Ч 19 34 11 00	+0834		+0833	
	К 67 32 59 00	+0832			
	47 98 48 00	+2	+2		
3 3-4	Ч 20 59 11 40	+0919		+0918	
	К 68 59 59 41	+0918			
	48 00 48 01	+1	+1		
4 4-5	Ч 15 42 13 20	+0222		+0222	
	К 63 42 61 20	+0222			
	48 00 48 00	0	0		
5 5-6	Ч 00 69 16 91	-1622		-1622	
	К 48 69 64 90	-1621			
	48 00 47 99	-1	-1		
6 6-7	Ч 14 35 14 72	-0037		-0038	
	К 62 32 62 72	-0040			
	47 97 48 00	+3	+3		
Контроль- ные вычис- ления	47615 43884 3731			1865	

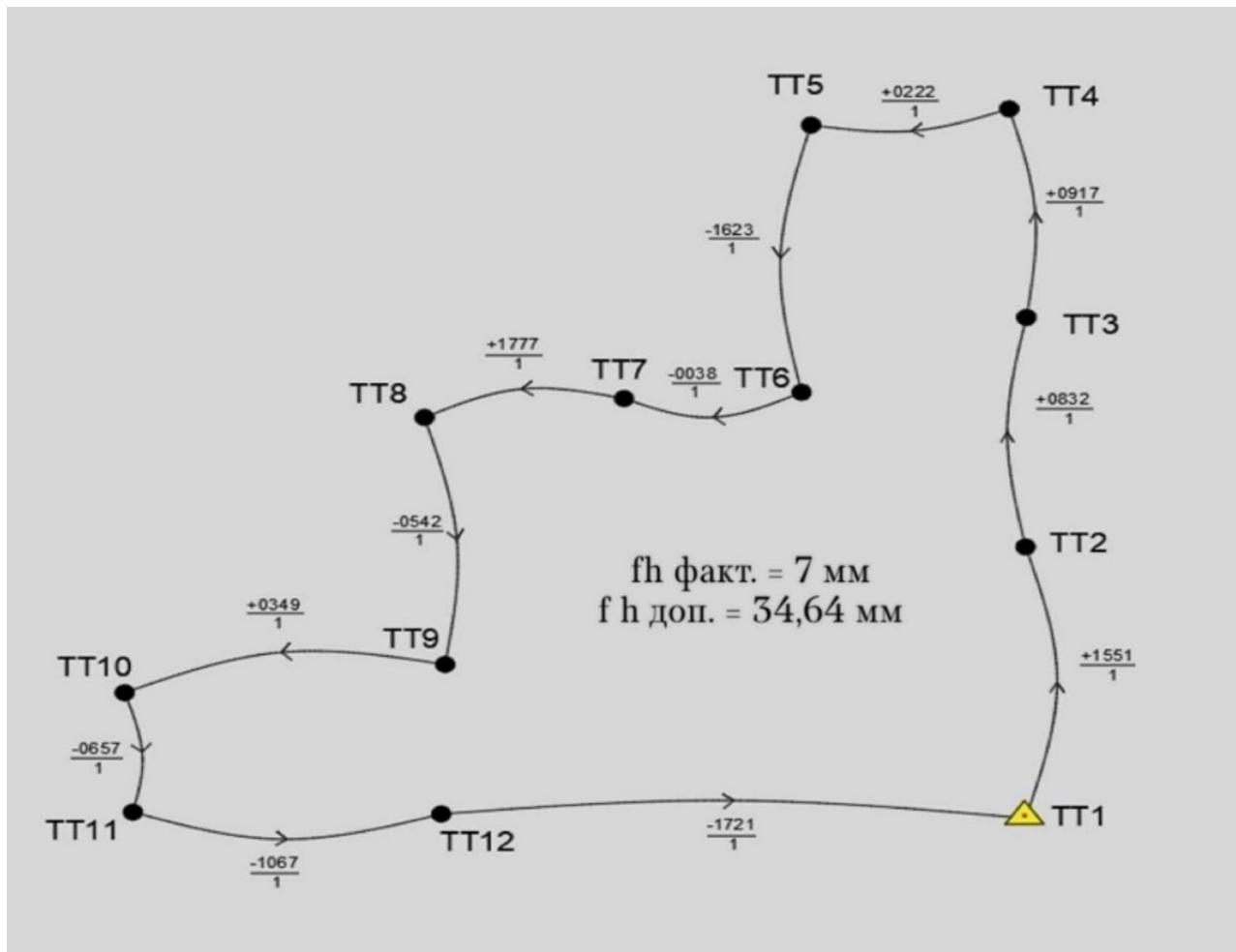
Станция Ачхинская В. Юровский А. В.
Городской А. А.

Дата 24.06 Погода ГРЕНЧАСО ветер
Начало 11 ч. 00 м. Конец 12 ч. 00 м.

№ станций, № реек зарисовка привязок	Дальномерные расстояния до задней и передней реек	Отчеты по рейке		Превышение	Среднее превышение (мм)
		задняя	передняя		
7-8	Ч 23 80 06 12	+1778		+1778	
	К 71 91 54 12	+1779			
8-9	Ч 48 01 48 00	+1	+1		
	К 48 00 48 00	0	0		
9-10	Ч 10 51 15 93	-0542		-0542	
	К 58 51 68 93	-0542			
10-11	Ч 48 00 48 00	0	0		
	К 48 00 48 00	0	0		
11-12	Ч 08 06 18 72	-1066		-1066	
	К 56 06 66 71	-1065			
12-1	Ч 48 00 47 99	+1	+1		
	К 48 02 48 02	0	0		
Контроль- ные вычис- ления	Ч 04 33 28 53	-1720		-1720	
	К 52 35 69 55	-1720			
	Ч 48 02 48 02	0	0		
	К 48 00 47 97	+17	+17	+0007	

Станция Ачхинская В. Юровский А. В.
Городской А. А.

СХЕМА НИВЕЛИРНОГО ХОДА



Условные знаки:

▲ – исходный пункт технического нивелирования;

● – точка хода технического нивелирования;

+1551/1 – в числителе – превышения в мм, в знаменателе – количество станций;

→ – направления хода

ВЕДОМОСТЬ УРАВНИВАНИЯ ХОДА ТЕХНИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

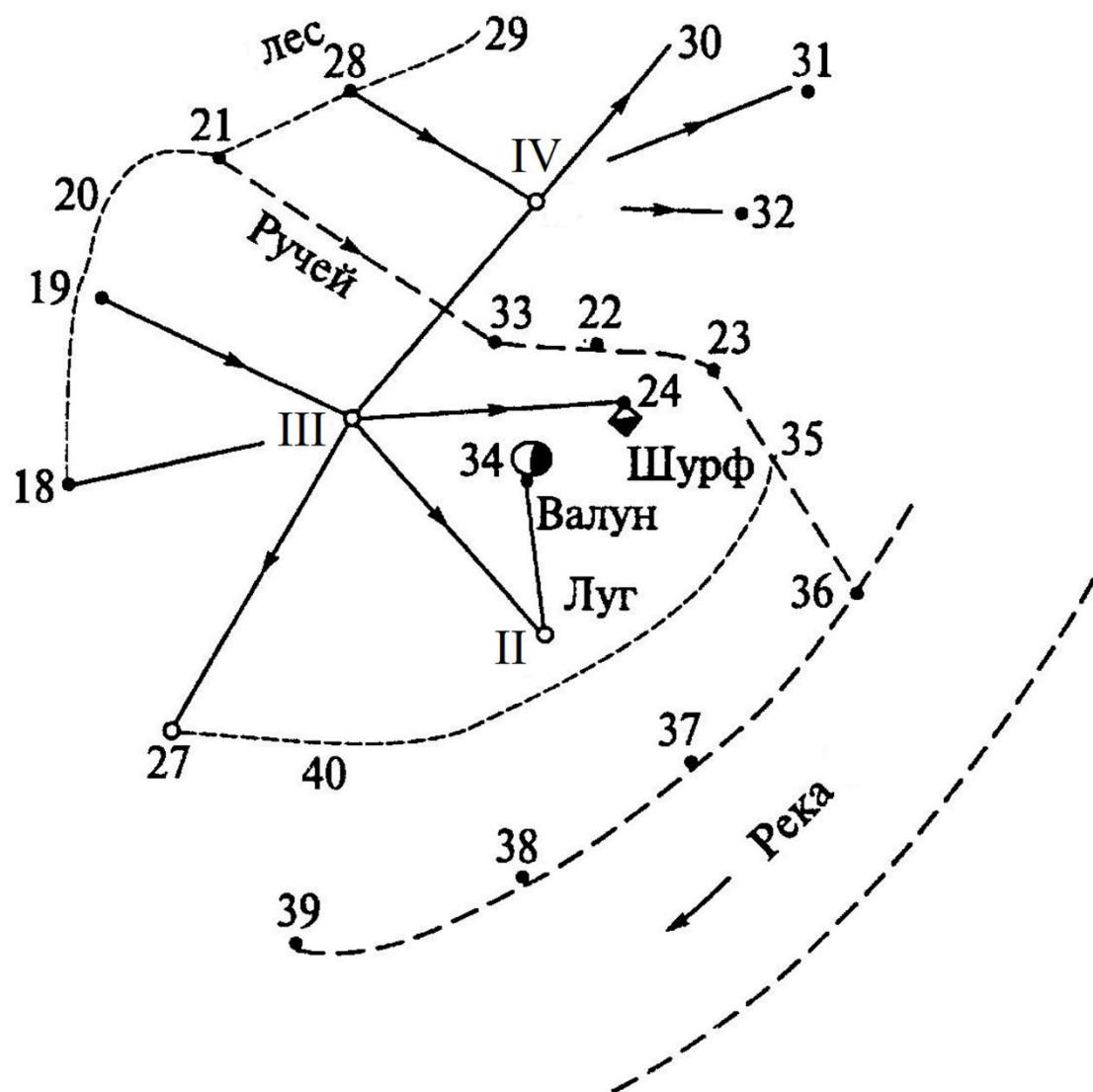
Номер точек	Сумма измеренных превышений (мм)	Число станций (длины секций)	Поправки (мм)	Исправленные превышения (мм)	Отметки (м)
1					210,000
	+1552	1	-1	+1551	
2					211,551
	+0833	1	-1	+0832	
3					212,383
	+0918	1	-1	+0917	
4					213,300
	+0222	1	0	+0222	
5					213,522
	-1622	1	-1	-1623	
6					211,899
	-0038	1	0	-0038	
7					211,861
	+1778	1	-1	+1777	
8					213,638
	-0542	1	0	-0542	
9					213,096
	+0349	1	0	+0349	
10					213,445
	-0657	1	0	-0657	
11					212,788
	-1066	1	-1	-1067	
12					211,721
	-1720	1	-1	-1721	
1					210,000
$\Sigma h_{\text{теор}}$	0				
$\Sigma h_{\text{прак}}$	7				
f_h	7				
$f_h \text{ доп}$	$\pm 10 \text{ мм} \cdot \sqrt{n} = 34,64 \text{ мм}$				

ЖУРНАЛ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

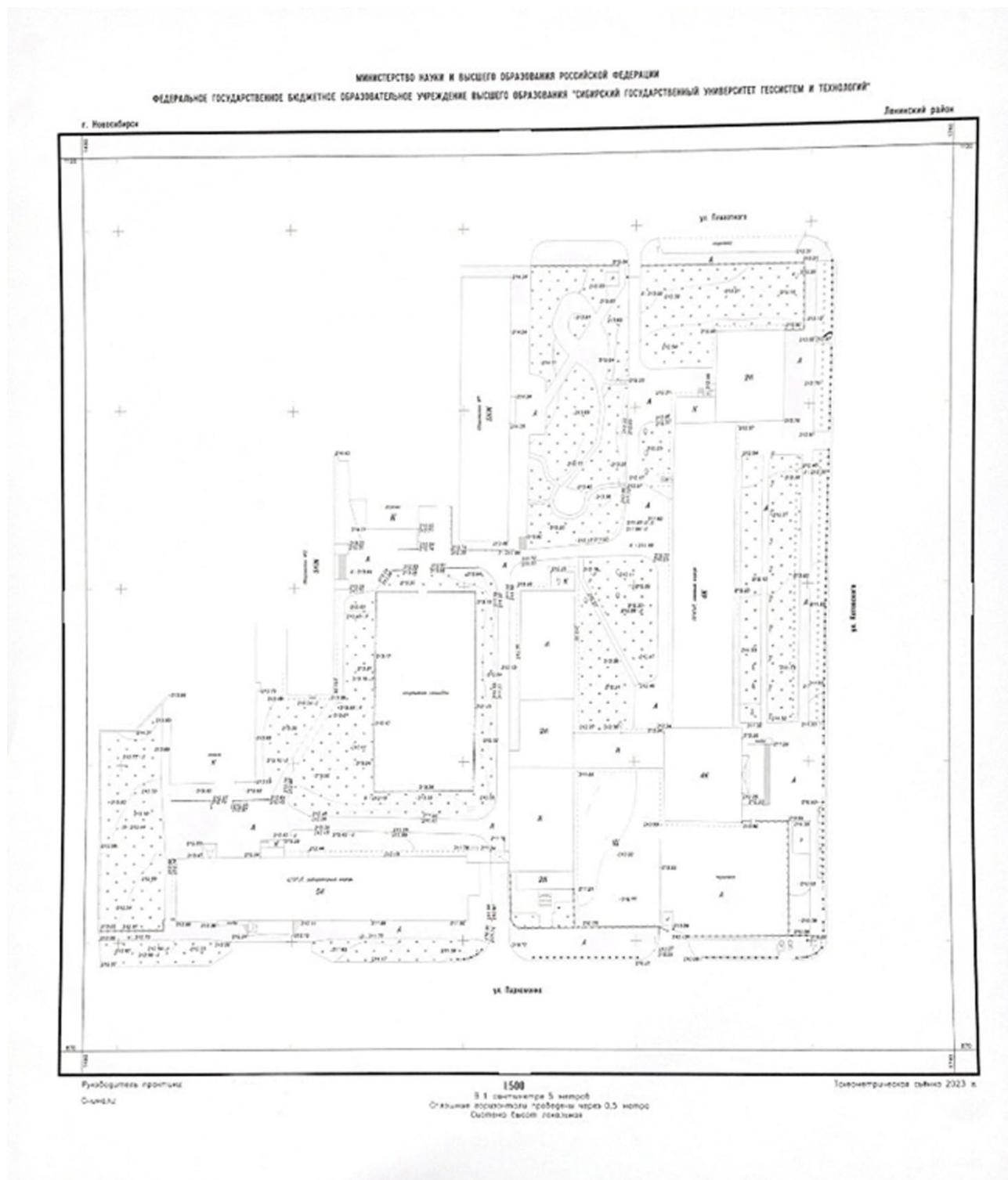
No. нодки наблюдения	Приблизительные координаты нодки	Составление первой книги		Составление из второй книги		Угол наклона		Исправленные расстояния		Приме- нение "A" из записки	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133 1	26,3 153 96°5'	+0°42'	-	-	-	-	-	26,3	0,87	-	-
140 2	26,1 153 97°0'	+0°40'	-	-	-	-	-	26,2	0,80	-	-
141 3	19,3 153 50°	+0°00'	-	-	-	-	-	19,3	0,31	-	-
142 4	19,8 153 7°53'	+0°53'	-	-	-	-	-	19,8	0,27	-	-
143 5	56,0 155 2 97°56'	+0°23'	-	-	-	-	-	56,0	0,57	-	-
144 6	35,0 155 363°28'	+0°42'	-	-	-	-	-	35,0	0,83	-	-
145 7	28,8 155 394°47'	+0°54'	-	-	-	-	-	28,8	0,95	-	-
146 8	54,1 155 223°55'	+0°29'	-	-	-	-	-	54,2	0,66	-	-
147 9	52,1 155 265°48'	+0°26'	-	-	-	-	-	52,1	0,39	-	-
148 10	52,0 155 267°48'	+0°23'	-	-	-	-	-	52,0	0,44	-	-
149 11	52,3 155 268°48'	+0°23'	-	-	-	-	-	52,3	0,44	-	-
150 12	23,4 155 250°37'	+0°30'	-	-	-	-	-	23,4	0,25	-	-
151 13	14,0 155 235°54'	+0°40'	-	-	-	-	-	14,0	0,12	-	-
152 14	20,0 153 137°05'	+0°23'	-	-	-	-	-	20,0	0,43	-	-
153 15	18,5 153 115°01'	+0°18'	-	-	-	-	-	18,5	0,92	-	-
154 16	2,09 153 112°40'	+0°05'	-	-	-	-	-	2,09	0,33	-	-
155 17	21,0 153 125°40'	+0°10'	-	-	-	-	-	21,0	0,83	-	-
156 18	42,5 153 102°29'	+0°41'	-	-	-	-	-	42,5	0,51	-	-
157 19	20,8 153 103°00'	+0°53'	-	-	-	-	-	20,8	0,36	-	-
158 20	13,7 1,53 412°10'	+0°45'	-	-	-	-	-	13,7	0,38	-	-



АБРИС ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ



ПЛАН ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ



Учебное издание

Мурzinцев Петр Павлович

Репин Александр Сергеевич

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА:

ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА

Редактор *O. B. Георгиевская*

Компьютерная верстка *Я. А. Лесных*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 26.12.2025. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 4,41. Тираж 105 экз. Заказ 186.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Издательско-полиграфический центр СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в издательско-полиграфическом центре СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.