

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
Институт естественных наук
Кафедра геодезии и геоинформатики

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по учебной топографической практике



Ижевск-2017

УДК 528.4 (075.8)
ББК 26.12 я73
М 54

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ

Рецензент: к.г.н., доцент И.В. Глейзер

Составители: к.г.н. И.И. Григорьев, А.Г. Казаков, к.г.н.
А.А. Перовошиков

М 54 Методические указания по учебной топографической
практике / И.И. Григорьев, А.Г. Казаков, А.А. Перовошиков. -
Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2017.
– 64 с.

В методических указаниях излагается методика прохождения учебной топографической практики студентами 1-го курса направлений «Картография и геоинформатика», «Экология и природопользование» и «География». Дается теоретический материал в объеме, необходимом для выполнения работ, входящих в рабочую программу по учебной топографической практике. Приводятся примеры выполнения отдельных видов работ.

УДК 528.4 (075.8)
ББК 26.12 я73

© И.И. Григорьев, А.Г. Казаков, А.А. Перовошиков, 2017
© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2017

Содержание

Введение	4
1. Организация работ по проведению полевой учебной практики по топографии	6
1.1. Общие положения.....	6
1.2. Правила внутреннего распорядка.....	7
1.3. Правила техники безопасности и обращения с геодезическими приборами.....	8
2. Проверки геодезических инструментов	11
2.1. Устройство теодолита ТЗ0.....	11
2.2. Проверки и юстировки теодолита 2ТЗ0.....	13
2.3. Устройство нивелира Н-3.....	19
2.3. Проверки нивелиров.....	21
2.4. Проверки и исследования нивелирных реек.....	26
3. Создание плановой съемочной сети	28
3.1. Полевые работы.....	28
3.2. Камеральные работы.....	34
4. Создание высотной съемочной сети	36
4.1. Полевые работы.....	36
4.2. Камеральные работы.....	40
5. Съёмка местности	41
5.1. Горизонтальная съёмка.....	41
5.2. Тахеометрическая съёмка.....	47
5.2.1. Планово-высотное обоснование тахеометрической съёмки.....	48
5.2.2. Производство тахеометрической съёмки.....	51
5.2.3. Составление плана тахеометрической съёмки.....	56
Список рекомендуемой литературы	60
Приложение	61

ВВЕДЕНИЕ

В условиях развития новых форм хозяйствования на земле возросло значение топографо-геодезических работ, обеспечивающих выполнение межевания земель, кадастровых съемок, осуществление межхозяйственного и внутрихозяйственного землеустройства.

Основная цель обучения студентов – прочное усвоение основ топографии, изучение которых начинается с овладения теорией предмета и получения практических навыков работы с геодезическими инструментами. Завершающим этапом изучения топографии является полевая учебная практика, выполняемая студентами в конце первого года обучения. Она расширяет и закрепляет теоретические знания, учит самостоятельному выполнению геодезических и топографических работ в определенной последовательности с требуемой точностью.

Методические указания по учебной топографической практике составлены в соответствии с учебным планом направлений подготовки 05.03.03 «Картография и геоинформатика», 05.03.02 «География» и 05.03.06 «Экология и природопользование».

В указаниях рассматриваются основные этапы прохождения учебной топографической практики. На каждом этапе подробно рассматриваются основные понятия и методы работы, а также примеры выполнения некоторых заданий по изучаемой теме. Состав выполняемых работ определяется преподавателем в зависимости от направления подготовки.

Топографическая практика начинается с проведения организационного собрания, на котором рассматривается общий порядок выполнения предстоящих работ и проводится инструктаж по технике безопасности.

На следующем этапе студенты знакомятся с геодезическими инструментами и выполняют подготовительные полевые работы. Последующие этапы подразделяются на полевую и камеральную части. Студенты создают плановую и высотную съемочные сети на полигоне и выполняют обработку

полевых измерений с последующим уравниванием и получением координат и высотных отметок пунктов.

Затем выполняется топографическая съемка местности различными методами, основным из которых является метод тахеометрической съемки. На заключительном этапе составляется топографический план полигона.

Выполнение этапов прохождения топографической практики способствует формированию у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, закрепленных федеральным государственным образовательным стандартом направлений подготовки по курсу «Топография».

1. Организация работ по проведению полевой учебной практики по топографии

1.1. Общие положения

На учебном полигоне кафедры геодезии и геоинформатики студенты 1-го курса направлений «Картография и геоинформатика», «Экология и природопользование» и «География» выполняют геодезические работы по созданию планово-высотного съемочного обоснования и наземные топографические съемки местности. Для этого используется исходная планово-высотная геодезическая сеть, пункты которой закреплены постоянными знаками. Камеральную обработку результатов полевых измерений производят в специальном помещении.

Плановое съемочное обоснование создается в виде разомкнутого или замкнутого теодолитных ходов и дополнительно методами геодезических засечек. Высотное съемочное обоснование выполняется техническим нивелированием. Тахеометрическая и теодолитная съемки производятся в масштабе 1:500 с высотой сечения рельефа 0,5 или 1,0 м. Для выполнения задания в соответствии с рабочей программой практики учебная группа разбивается на бригады по 5–6 человек во главе с бригадиром. Студенты под руководством руководителя практики изучают технику безопасности и правила поведения на практике. Без изучения правил техники безопасности студенты к прохождению практики не допускаются. Каждый бригадир получает для своей бригады комплект геодезических приборов и принадлежностей, которые сразу подвергаются общему осмотру. Далее все члены бригады проверяют и юстируют полученные приборы. После тренировочных работ бригада приступает к полевым, а затем к камеральным работам, предварительно изучив содержание, последовательность и методику работ, распределив обязанности в бригаде.

В каждой бригаде необходимо иметь: тетради для черновых записей, ручки гелиевые или шариковые, карандаши простые, перочинный ножик, ластики.

Отчетными документами учебной практики являются: полевые журналы измерений, ведомости вычислений координат и отметок пунктов съемочного обоснования, отчет о практике, абрисы тахеометрической съемки, журнал съемки, топографический план участка местности.

В ходе летней учебной практики каждый студент должен:

1. Изучить технологию производства топографических съемок местности.
2. Приобрести практические навыки полевых и камеральных работ по созданию планово-высотного съемочного обоснования.
3. Научиться выполнять съемку ситуации и рельефа по определенной методике и правильно оформлять топографический план.

1.2. Правила внутреннего распорядка

Руководство практикой в группе осуществляет преподаватель кафедры, а непосредственно организацией работ в бригаде занимается бригадир.

Приборы и принадлежности выдаются бригадиру под расписку. Материальную ответственность за утерю или поломку геодезических приборов или оборудования несет бригада в целом. Все студенты обязаны прибыть на работу в назначенное время и в любую погоду. Каждый студент должен выполнить все виды работ, предусмотренные программой практики. В течение всего периода практики в бригаде должен заполняться дневник, куда ежедневно заносят все сведения о проделанной, каждым членом бригады, работе. Руководитель практики ежедневно проверяет посещаемость, выполнение дневного задания бригадой и отдельными студентами, дает необходимые указания и рекомендации.

Защиту отчета принимает преподаватель-руководитель в присутствии всей бригады. При этом каждый член бригады должен показать знание методов выполнения и организации работ, входящих в программу практики, проверок и юстировки приборов и проявить навыки обращения с ними.

Бригадир учебной полевой бригады обязан:

- организовать получение и сдачу приборов и принадлежностей, следить за их сохранностью;
- поддерживать производственную дисциплину в бригаде;
- добиваться рациональной организации работ в бригаде, качественного выполнения заданий в установленные сроки;
- следить за правильностью ведения полевых журналов, абрисов и другой документации.

Член бригады обязан:

- бережно обращаться с геодезическими приборами и оборудованием;
- строго соблюдать правила внутреннего распорядка, техники безопасности и охраны окружающей среды;
- добросовестно относиться к своим обязанностям.

1.3. Правила техники безопасности и обращения с геодезическими приборами

Общие требования безопасности.

Геодезические приборы предназначены для измерений на земной поверхности углов, расстояний, превышений.

При работе в полевых условиях следует руководствоваться правилами по технике безопасности на топографических работах (ПТБ-88,) охране труда, санитарии и гигиены.

К работе допускаются лица, прошедшие вводный инструктаж по охране труда и инструктаж на рабочем месте (см. Приложение 1).

Требования безопасности перед началом работы.

Одежда и обувь должны соответствовать погоде и характеру выполняемой работы. В жаркую погоду необходимо обязательно надевать головной убор. Пребывание на солнце с непокрытой головой может вызвать солнечный удар. Одежда должна быть легкой, свободной, не стесняющей движений, преимущественно светлых тонов. В холодную погоду необхо-

димо надеть теплую одежду. Обувь должна быть легкой, закрытой, на широком каблуке.

В связи с повышенной опасностью заболевания клещевым энцефалитом необходимо работы выполнять в закрытой одежде, а по окончании рабочего дня, дома, осмотреться. При обнаружении следов укуса клещом следует немедленно обратиться к медицинскому работнику.

После получения необходимых для работы инструментов и принадлежностей их следует осмотреть, обратив внимание на внешнее состояние, исправность оптики, уровней, наличие принадлежностей (чехлов, шпилек, ключей и т.д.).

При транспортировке приборов и работе с ними их следует оберегать от толчков, ударов и резкого встряхивания. Перевозить или переносить приборы на большие расстояния только в упаковочных футлярах.

При выполнении юстировок, во время работы с исправительными винтами, нужно следить за тем, чтобы не сорвать резьбу или головки винтов.

При обнаружении, что состояние полученных инструментов и принадлежностей может представить опасность для здоровья, их следует заменить или привести в безопасное состояние.

Требования безопасности во время работы.

При переносе геодезических приборов и принадлежностей следует следить, чтобы их положение не представляло опасности для окружающих (например, наконечники штативов нельзя направлять на окружающих, нельзя резко поворачиваться, держа нивелирную рейку на плече и т.д.). В процессе работ и при перемещении до участка работ необходимо соблюдать правила дорожного движения. При выполнении работ вблизи проезжей части дорог нельзя разворачивать рейку, штатив или вежу поперек проезжей части.

Дороги с интенсивным движением не должны пересекать участок выполнения работ. Запрещается выполнять работы на проезжей части улиц, вблизи улиц с интенсивным движением или, пересекая такие улицы (например, выполнять измерение

расстояний с использованием рулетки или мерной ленты, устанавливая теодолит или нивелир на проезжей части или вблизи ее и т.д.).

Нельзя выполнять работы на территории строительных площадок или в опасной близости от них, вблизи трансформаторных будок, газохранилищ, в сырую погоду вблизи линий электропередач. Нельзя вести работы наступая или стоя на люках смотровых колодцев.

Нельзя рубить или ломать деревья, ветки деревьев, кустарники, ходить по клумбам и газонам, разводить костры, оставлять мусор.

Запрещается купаться в течение рабочего дня.

Не следует забивать колышки или металлические штыри на тротуарах, пешеходных дорожках, на территории детских и спортивных площадок.

Геодезические измерения следует выполнять в периоды, так называемого, «выгоднейшего» времени наблюдений (утренние и вечерние часы), когда колебания изображений визирных целей незначительные или совсем отсутствуют, а условия видимости наилучшие.

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

Не приступать к работе до устранения неисправностей.

При получении травм и внезапном заболевании немедленно известить своего руководителя, организовать доврачебную помощь или вызвать скорую медицинскую помощь.

При обнаружении следов укуса клещом следует обратиться в больницу.

Требования безопасности по окончании работы.

По окончании работы с инструментами рейки, штативы, вехи необходимо складывать на пол плашмя.

По окончании практики приборы должны быть приведены в порядок, вычищены и сданы на кафедру.

2. Поверки геодезических инструментов

2.1. Устройство теодолита Т30

Теодолит Т30 (рис.1) и его модификации (2Т30, 2Т30П) относятся к разряду технических, с повторительной системой вертикальной оси. Система отсчитывания односторонняя. Увеличение трубы 18^{\times} (Т30) и 20^{\times} (2Т30), пределы визирования от 1,2 м до бесконечности, цена деления цилиндрического уровня 45". Данные теодолиты применяются для прокладывания теодолитных и тахеометрических ходов, плановых и высотных съемок.

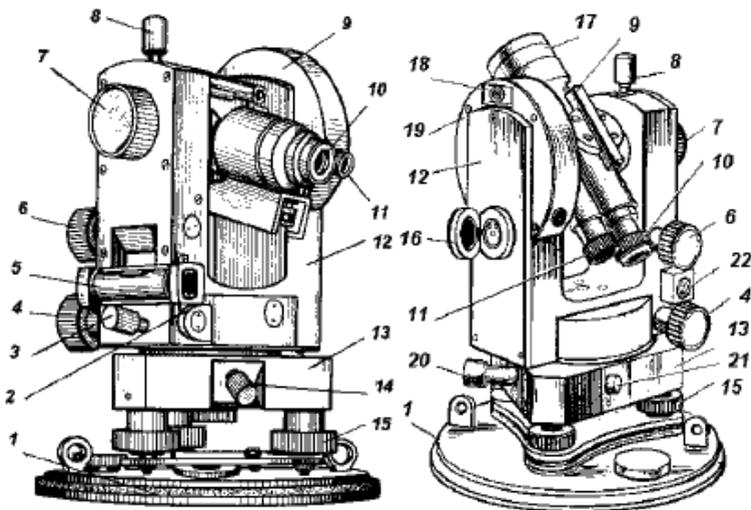


Рис.1. Теодолит Т30: 1 – основание; 2 – исправительный винт цилиндрического уровня; 3, 4 – закрепительный и наводящий винты алидады; 5 – цилиндрический уровень; 6 – наводящий винт зрительной трубы; 7 – кремальера; 8 – закрепительный винт зрительной трубы; 9 – визир; 10 – окуляр зрительной трубы; 11 – окуляр отсчетного микроскопа; 12 – колонка; 13 – подставка; 14 – закрепительный винт лимба; 15 – подъемный винт; 16 – зеркало; 17 – диоптрийное кольцо; 18 – крепление буссоли; 19 – вертикальный круг; 20 – наводящий винт лимба; 21, 22 – исправительные винты

В теодолите Т30 отсчетное приспособление выполнено в виде штрихового микроскопа, позволяющего брать отсчеты с точностью $1'$, а в его модификациях (2Т30) - шкалового микроскопа тридцатисекундной точности. На зрительной трубе имеется оптический визир 9 (рис.1), в поле зрения которого виден светлый крест. Этот крест совмещается с предметом, который должен попасть в поле зрения зрительной трубы, но изображение предмета может быть размытым (иногда его изображение вообще не будет видно). Для получения четкого изображения предмета необходимо с помощью кремальеры 7 перемещать в трубе специальную фокусирующую линзу до тех пор, пока его изображение не станет четким. Зажимные винты зрительной трубы 8 и алидады горизонтального круга 3 закрепляются, и микрометренными винтами алидады горизонтального круга 4 и зрительной трубы 6 центр сетки нитей наводится на предмет. Отчетливость изображения сетки нитей получают вращением диоптрийного кольца окуляра трубы 10.

В теодолите Т30 подставка 13 жестко скреплена с основанием 1, служащим одновременно донцем футляра, что позволяет закрывать теодолит футляром, не снимая его со штатива. Ось вращения теодолита устанавливается в отвесное положение с помощью подъемных винтов 15 и цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга 5.

Полая вертикальная ось теодолита позволяет центрировать прибор над точкой местности с помощью зрительной трубы. Прибор снабжается окулярными насадками для зрительной трубы и микроскопа, которые применяют при наблюдении предметов, расположенных относительно горизонта под углом более 45° .

В теодолитах Т30 имеется только один цилиндрический уровень при алидаде горизонтального круга 5, который прикрепляется к подставке зрительной трубы параллельно визирной плоскости. Положение уровня изменяется юстировочными (исправительными) винтами 2. При алидаде вертикального круга 19 уровня нет.

Теодолит по особому заказу может быть укомплектован ориентир-буссолью, прикрепляемой специальным винтом 18 и уровнем, который прикрепляется к трубе для нивелирования горизонтальным визирным лучом. Обычно к зрительной трубе прикрепляют два визира. При установке уровня на трубе один из визиров должен быть снят.

Уход за теодолитами. Теодолиты относятся к сложным оптико-механическим приборам. Для обеспечения их надежной работы необходимо бережное обращение с ними и постоянный уход. Перед использованием теодолита для наблюдений необходимо проверить общее состояние прибора, состояние оптических поверхностей и ампул уровней, наличие указанных в паспорте принадлежностей в комплекте. Далее проверяют вращение алидады и зрительной трубы, работу переключателя отсчетной системы, зажимных и отсчетных устройств, окуляров, кремальеры, плавность вращения подъемных винтов.

Разборка и чистка внутренних частей теодолита требует определенных навыков, наблюдатель же может выполнить несложные операции, особенно осторожно следует выполнять чистку просветленной оптики теодолита, которая особенно чувствительна к механическим повреждениям.

Во время производства наблюдений прибор рекомендуется защищать от нагрева солнцем и непосредственного воздействия осадков. Если теодолит попал под дождь, его необходимо обсушить и протереть мягкой салфеткой, не допуская сушку теодолита вблизи источников тепла.

При внесении теодолита с холода в теплое помещение футляр необходимо оставить закрытым в течение часа, а потом постепенно приоткрывать, обеспечивая плавный переход от холода к теплу. Перевозить и переносить теодолит нужно только в вертикальном положении, предварительно убедившись в надежном закреплении прибора в упаковке.

2.2. Поверки и юстировки теодолита Т30

После получения теодолита необходимо установить его пригодность к работе. Взаимное расположение частей теодоли-

та должно удовлетворять ряду геометрических условий, вытекающих из принципа измерения угла.

Поверить теодолит – проверить правильность выполнения геометрических условий, которым он должен удовлетворять.

Задача проверок – выявить отступления от геометрических условий, положенных в основу конструкции теодолита, и, возможно, полное устранение этих отступлений.

Юстировка – приведение в соответствие элементов прибора к требуемым геометрическим условиям.

Все теодолиты, несмотря на конструктивные особенности, имеют одни и те же основные геометрические оси (рис.2): ось вращения теодолита ZZ ; ось цилиндрического уровня UU ; ось вращения зрительной трубы HH ; визирную ось зрительной трубы YY .

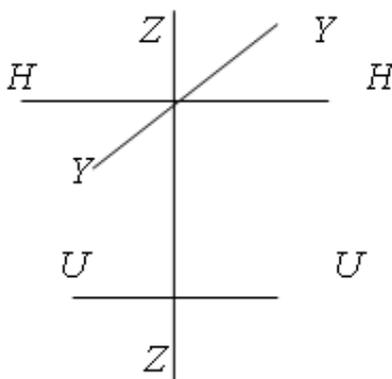


Рис.2. Основные оси теодолита

Должны выполняться следующие геометрические условия: $YY \perp HH$; $UU \perp ZZ$; $HH \perp ZZ$. Проверки теодолита должны выполняться в определенной последовательности. Перед их началом теодолит приводят в рабочее положение, т. е. нивелируют.

Первая проверка – проверка цилиндрического уровня при

алидаде горизонтального круга. Условие: *ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита*, т. е. $UU \perp ZZ$.

Уровень устанавливают по направлению двух подъемных винтов. Вращая их в разные стороны, приводят пузырек уровня на середину. Затем алидаду поворачивают на 180° . Если пузырек отклонился от нуля-пункта не более чем наполовину деления, то условие выполнено. При невыполнении условия необходимо провести юстировку: на половину дуги отклонения пузырек перемещают юстировочными винтами уровня, а на вторую половину дуги – подъемными винтами. Проверка выполняется методом последовательных приближений.

Вторая проверка – проверка сетки нитей. Условие: *один из штрихов сетки нитей должен быть горизонтальным, а другой вертикальным*.

Теодолит приводится в рабочее положение. Зрительную трубу наводят на удобную для визирования точку, совмещая ее изображение с левым концом горизонтального штриха сетки нитей. Вращая наводящий винт алидады, необходимо проследить, не сходит ли изображение точки с правого конца штриха сетки нитей. Если оно сходит более чем на три ширины штриха, то необходимо выполнить юстировку. Для юстировки снимают колпачок с окулярной части трубы, отпускают четыре ее крепежных винта и, вращая окулярную часть, добиваются, чтобы вертикальный штрих сетки нитей совпал с нитью отвеса.

Третья проверка – определение коллимационной ошибки зрительной трубы.

Условие: *визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси ее вращения*, т. е. $YY \perp HH$.

Для выполнения проверки нужно привести теодолит в рабочее положение, выбрать удаленную (не менее 70 м) точку вблизи горизонта, навести на нее при круге лево (КЛ) и взять отсчет по горизонтальному кругу. После этого трубу переводят через зенит и при круге право (КП) визируют на ту же самую

точку, берут отсчет. Примеры взятия отсчетов приведены на рис. 3 и рис. 4.

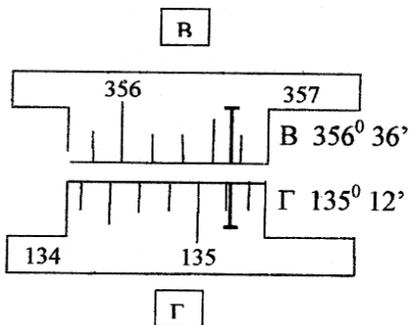


Рис.3. Поле зрения микроскопа теодолита Т30

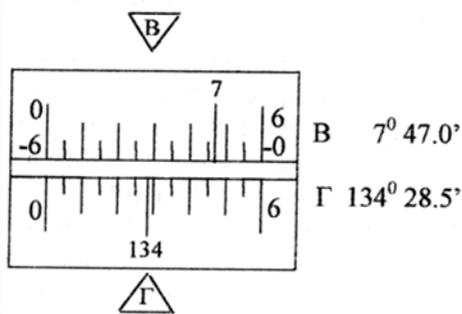


Рис.4. Поле зрения микроскопа теодолита 2Т30

Коллимационную ошибку вычисляют по формуле

$$C = (n_1 - n_2 + 180^\circ) / 2,$$

где, n_1 – отсчет по лимбу горизонтального круга при КЛ;

n_2 – отсчет по лимбу горизонтального круга при КП.

Пример:

КЛ = $46^\circ 18'$

КП = $226^\circ 22'$;

КП - КЛ = $226^\circ 22' - 46^\circ 18' = 180^\circ 04'$.

Исправленный отсчет при КП будет $226^\circ 20'$; при КЛ - $46^\circ 20'$.

Если последний отсчет был сделан при "круге справа", то

наводящим винтом алидада устанавливаем исправленный отсчет $226^{\circ}20'$ вместо $226^{\circ}22'$. В результате этой операции крест сетки нитей отойдет от точки визирования и должен быть возвращен на нее с помощью горизонтальных исправительных винтов сетки нитей.

Таблица 1

Пример записи при определении коллимационной погрешности, ее исправления и контрольного наблюдения

Точка наведения	Наведение при КП	Наведение при КЛ	$2c = \text{КП} - \text{КЛ} - 180$	Примечание
Шпиль башни	$226^{\circ}22'$	$46^{\circ}18'$	+ 4,0	До исправления
Шпиль башни	$226^{\circ}20'$	$46^{\circ}20'$	0,0	После исправления

Коллимационную ошибку необходимо определить не менее трех раз, результаты записать в табл. 1.

Значения коллимационной ошибки не должны отличаться друг от друга, а также ее средняя величина не должна превышать двойной точности теодолита (для 2Т30 $2t = 2 \times 30'' = \pm 1'$). Если условие не выполнено, то нужно провести юстировку в следующем порядке:

1) вычислить исправленный отсчет по лимбу горизонтального круга по следующим формулам: если при выполнении проверки последним был КЛ, то $n_{\text{испр}} = n_1 - C$; если последним был КП, то $n_{\text{испр}} = n_2 - C$;

2) установить исправленный отсчет наводящим винтом алидады;

3) сетка нитей уйдет с изображения наблюдаемой точки, вернуть ее, вращая пару горизонтальных юстировочных винтов сетки нитей.

Четвертая поверка – поверка неравенства подставок. Условие: ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита, т. е. $HH \perp ZZ$.

В 2...3 м от стены здания устанавливают теодолит на штативе, приводят его в рабочее положение. На стене выбирают точку под углом $\nu = 25 \dots 35^\circ$ к горизонту (рис.5). Наводят на выбранную точку и наклоняют зрительную трубу до уровня горизонта. При этом отмечают на стене проекцию точки m_1 так, чтобы ее изображение точно совпало с серединой биссектора сетки нитей. Затем переводят зрительную трубу через зенит и снова наводят ее на верхнюю точку уже при другом положении вертикального круга. Наклонив трубу вниз, вновь отмечают на стене проекцию точки m_2 .

Условие выполнено, если проекции точки совпали или сместились относительно друг друга не более чем на 0,5 ширины биссектора. При среднем значении смещения точки более чем на ширину биссектора рекомендуется устранить его в мастерской.

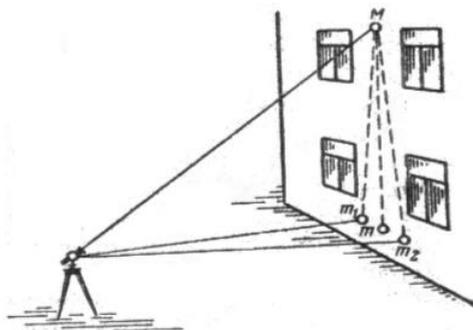


Рис.5. Проверка условия равенства подставок

Пятая поверка – определение и юстировка места нуля (M0) вертикального круга.

Условие поверки M0: *отсчет по вертикальному кругу при горизонтальном положении визирной оси зрительной трубы должен быть равен или близок к 0.*

Теодолит приводится в рабочее положение, зрительную трубу наводят на удаленную четко видимую точку местности и берут отсчеты по вертикальному кругу при КП и КЛ. При этом пузырек цилиндрического уровня при алидаде горизонтального

круга должен находиться в нуль-пункте. В случае смещения его выводят в среднее положение подъемными винтами. Результаты наблюдений заносят в табл.2.

Значения M_0 вычисляются по формуле

$$M_0 = (КЛ + КП) / 2,$$

которые не должны превышать двойной точности теодолита.

Пример: теодолит 2Т30; $КЛ = 7^{\circ}14'$; $КП = -7^{\circ}12'$; $M_0 = +1,0'$.

Таблица 2

Определение M_0 вертикального круга

Круг	Отсчеты по вертикальному кругу	M_0
1	2	3
КЛ	$7^{\circ}14'$	+1,0'
КП	$-7^{\circ}12'$	

Если это условие не выполняется, то необходимо произвести юстировку. Для этого вычислить правильный отсчет по формулам

$$КП_{испр} = КП - M_0; КЛ_{испр} = КЛ - M_0.$$

Этот отсчет ставится по вертикальному кругу наводящим винтом зрительной трубы, и вертикальными юстировочными винтами сетку нитей перемещают до совмещения ее перекрестия с изображением наблюдаемой точки. Поверку повторяют.

2.3. Устройство нивелира Н-3

Основными частями нивелира Н-3 являются зрительная труба, цилиндрический уровень и подставка с тремя подъемными винтами (рис.6).

Нивелир крепится к штативу пружинистой пластиной (14), которая в своей центральной части имеет втулку с резьбой под становой винт штатива.

Верхняя вращающаяся часть нивелира Н-3 несет на себе корпус зрительной трубы, в котором слева от зрительной трубы расположен цилиндрический уровень (8) и призмное устрой-

ство, передающее изображение концов пузырька уровня в поле зрения трубы и диоптрийное кольцо (1). Положению пузырька уровня в нуль - пункте соответствует оптический контакт его половинок. При наклоне оси уровня контакт нарушается.

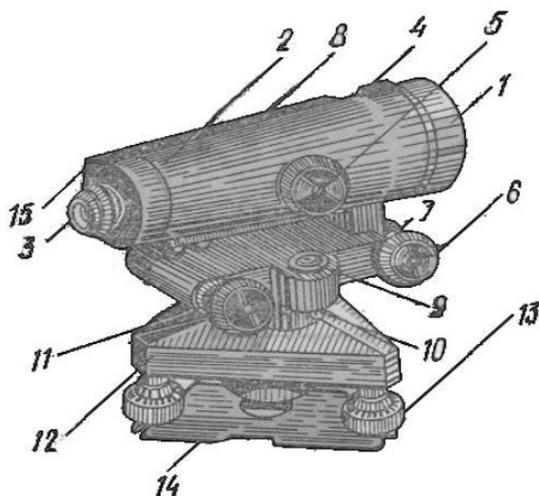


Рис. 6 Общий вид нивелира Н-3: 1 – диоптрийное кольцо; 2 – зрительная труба; 3 – окуляр; 4 – визир; 5 – винт фокусирующей линзы; 6 – наводящий винт; 7 – закрепительный винт; 8 – цилиндрический уровень; 9 – круглый уровень; 10, 15 – исправительные винты; 11 – элевационный винт; 12 – подставка; 13 – подъемный винт; 14 – пружинистая пластина

Для предварительной установки оси вращения нивелира в отвесное положение служит круглый уровень (9) с исправительным кольцом (10). Пузырек круглого уровня приводится в нуль-пункт подъёмными винтами (13) подставки (12).

На рисунке 7 показано поле зрения трубы с изображением концов половинок пузырька уровня и сеткой нитей, расположенной перед окуляром трубы. Фокусировка на сетку нитей осуществляется вращением окуляра зрительной трубы (3).

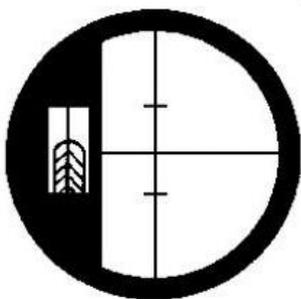


Рис. 7 Поле зрения трубы нивелира Н-3

Зрительную трубу (2) наводят на рейку по визиру (4), винтом (7) закрепляют зрительную трубу. Резкость изображения нивелирной рейки получают вращением винта (5) фокусирующей линзы (кремальеры), затем наводящим винтом (6) зрительной трубы вертикальную нить сетки нитей наводят на середину рейки.

Для точного приведения визирной оси прибора в горизонтальное положение служит цилиндрический (контактный) уровень, который приводят в нуль-пункт элевационным винтом (11), исправительные винты цилиндрического уровня находятся слева от окуляра (15). Предел визирования зрительной трубы доведен до 2 м, увеличение трубы нивелира Н-3 равно 30, цена деления цилиндрического уровня $15''/2$ мм.

2.4. Поверки нивелиров

Поверки нивелира с цилиндрическим уровнем (Н-3)

Перед выполнением поверок нивелира необходимо привести его ось вращения в вертикальное положение с помощью подъёмных винтов и установочного круглого уровня. Для этого нужно вращать подъёмные винты в произвольном направлении до тех пор, пока пузырёк уровня установится в центре малого круга.

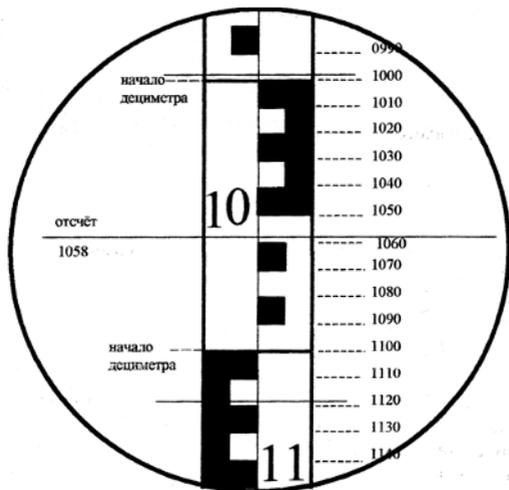


Рис. 8. Изображение рейки в зрительной трубе нивелира

Нивелирная рейка имеет чёрную шкалу на одной стороне и красную шкалу на другой стороне. Деления оформлены в виде дециметров, разделённых на 10 частей; каждый дециметр подписан двузначным числом, например, 03, 17, 29 - на чёрной стороне и 48, 57, 74 - на красной стороне. Начало каждого дециметра фиксируется тонким горизонтальным штрихом, от которого строится пятисантиметровая фигура в форме буквы Е; затем следуют ещё 5 делений: три белых и два закрашенных (рис. 8). В трубе с перевёрнутым изображением деления рейки возрастают сверху вниз.

Отсчёт по нивелирной рейке берётся в миллиметрах и всегда выражается четырёхзначным числом: первые две цифры - номер дециметра, 3-я цифра - число полных сантиметровых делений от начала дециметра до средней нити, 4-я цифра - десятые доли следующего сантиметрового деления (на рис. 8 отсчёт по центральной нити 1058).

В нивелире с уровнем при зрительной трубе должны соблюдаться следующие геометрические условия (рис. 9):

1. Ось круглого уровня $У_{кр}$ должна быть параллельна оси вращения нивелира 00;

2. Ось цилиндрического уровня $Y_{ц}$ должна быть параллельна визирной оси bb ;
3. Ось вращения нивелира должна быть перпендикулярна визирной оси.

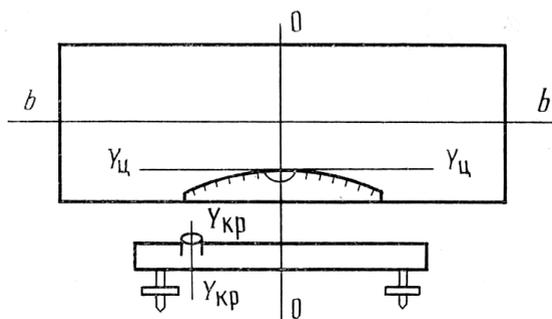


Рис.9. Основные оси нивелира

Последовательность проверок нивелира:

1. Проверка круглого уровня. *Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.*

Устанавливают круглый уровень по направлению двух подъемных винтов, вращением всех трех подъемных винтов приводят пузырек уровня в нуль-пункт. Поворачивают верхнюю часть нивелира на 180° . Если после этого пузырек остался в нуль-пункте, то условие выполнено.

В противном случае положение уровня исправляют: на половину дуги отклонения от нуль-пункта пузырек выводят подъемными винтами, на другую – юстировочными винтами круглого уровня.

2. Проверка сетки нитей. *Горизонтальная нить сетки нитей должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира.*

Перед каждой проверкой нивелир приводят в рабочее положение, т. е. нивелируют, выполняя действия, указанные в начале первой проверки. Затем наводят зрительную трубу на рейку, установленную вертикально в 20...30 м от нивелира так, чтобы изображение рейки оказалось у края поля зрения трубы. Берут отсчет по рейке по средней нити сетки. Наводящим вин-

том зрительную трубу поворачивают так, чтобы изображение рейки переместилось в другой край поля зрения. Если отсчет по рейке не изменился, то условие выполнено. В противном случае выполняется юстировка сетки нитей. Для этого отвинчивают и снимают предохранительный колпачок сетки нитей, и ослабляют регулировочные винты, крепящие оправу сетки нитей. Затем оправу поворачивают до нужного положения (вертикальная нить сетки нитей должна совпасть с нитью отвеса), закрепляют винты и надевают колпачок.

3. Проверка главного условия нивелира. *Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси зрительной трубы.*

Проверка выполняется двойным нивелированием способом вперед. На местности выбирается линия длиной 50...70 м, концы которой (точки А и В) закрепляются кольшками (рис.10, а).

Вначале устанавливают нивелир окуляром над точкой А, приводят его в рабочее положение и измеряют высоту инструмента i_1 . В точке В устанавливается рейка и берется по ней отсчет a_1 . При этом элевационным винтом пузырек цилиндрического уровня приводится в нуль-пункт. Нивелир и рейка меняются местами (рис.10, б). Инструмент приводится в рабочее положение, измеряется его высота i_2 и берется отсчет по рейке a_2 .

Тогда величину непараллельности оси цилиндрического уровня и визирной оси зрительной трубы можно определить по формуле

$$x = \frac{a_1 + a_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}$$

Если $x < \pm 4$ мм, то условие проверки выполнено. В противном случае необходимо выполнить юстировку.

а также в порядке юстировки.

Порядок юстировки нивелиров с компенсатором:

1. Вычислить правильный отсчет как $a_2 = a_2' + x$.
2. Вертикальными юстировочными винтами сетки нитей навести среднюю нить сетки на правильный отсчет. Поверку повторить.

Для нивелиров с компенсатором также выполняется проверка правильности работы компенсатора. *Диапазон работы компенсатора должен быть не менее $\pm 30'$ (для 2Н-10КЛ).*

Чтобы убедиться в правильности работы компенсатора, пузырьки круглого уровня приводят в нуль-пункт. Устанавливают рейку в направлении одного из подъемных винтов на расстоянии 100 м и снимают отсчет. Вращая обращенный к рейке подъемный винт против хода часовой стрелки на пол-оборота, нивелир наклоняют и берут отсчет. Вращая подъемный винт на один оборот по ходу часовой стрелки, нивелир наклоняют и берут отсчет. Разность отсчетов не должна превышать 2 мм. Затем нивелиру придаются поперечные наклоны в одну и другую сторону следующим образом: правый подъемный винт поворачивают по часовой стрелке на 1/3 оборота, а левый – против на такую же величину и берут отсчет. Далее правый подъемный винт поворачивают против хода часовой стрелки на 2/3 оборота, а левый – по ходу на такую же величину и берут отсчет. Разность отсчетов не должна превышать 2 мм.

2.5. Проверки и исследования нивелирных реек

1. *Поверхность рейки, на которой нанесены деления, должна быть плоскостью, т. е. рейка не должна быть покороблена. Рейку укладывают на ребро вдоль поверяемой поверхности, натягивают нитку и оба ее конца прижимают к рейке. Рейка считается годной, если расстояние между нитью и поверхностью рейки не более 1,5 мм.*

2. *Проверка правильности нанесенных делений на рейке. Поверку производят при помощи специального контрольного метра, а при его отсутствии – стальной компарированной рулеткой с миллиметровыми делениями. Определяют длину мет-*

ровых интервалов, а затем дециметровых делений в пределах каждого метра. Ошибка метровых делений допускается не более ± 1 мм.

3. *Определение разности высот нулей пары реек.* Исследование выполняют четырьмя приемами. Устанавливают нивелир, приводят его в рабочее положение. На расстоянии 20 м от него забивают в землю 4 кола различной длины. Последовательно на каждый кол ставят рейки и берут отсчеты по черной и красной сторонам. Из отсчетов по красной стороне вычитают соответствующие отсчеты по черной стороне и получают значения разностей высот нулей реек (табл.3).

Если расхождение между полученными результатами в приемах не превышает 4 мм, то за окончательную разность высот нулей принимают среднее арифметическое из всех четырех значений. В противном случае исследование повторяют.

Таблица 3

Определение разности высот нулей реек

№ приема	Отсчет по рейке		Разность отсчетов (к) – (ч)	Среднее значение
	Черная сторона (ч)	Красная сторона (к)		
1	0952	5738	4786	4787
2	0741	5529	4788	
3	0542	5330	4788	
4	0894	5681	4787	

Результаты осмотра теодолита, нивелира, реек и выполнения поверок записывают в тетрадь поверок приборов.

3. Создание плановой съемочной сети

Создание плановой съемочной сети включает в себя полевые и камеральные работы.

3.1. Полевые работы

Полевые работы по проложению теодолитного хода выполняются в следующей последовательности:

1) Рекогносцировка участка – это изучение местности для окончательного выбора положения точек теодолитного хода и привязки его к пунктам опорной геодезической сети. Рекогносцировка выполняется вместе с руководителем практики. При рекогносцировке руководствуются следующими требованиями:

а) точки теодолитного хода должны равномерно покрывать весь участок и располагаться в местах, удобных для производства топографических съёмок;

б) длины сторон хода не должны превышать 350 м и быть короче 40 м в незастроенной части участка и 20 м в застроенной части территории;

в) между смежными точками хода должна быть прямая видимость для измерения углов и благоприятные условия для измерения длин сторон;

г) местоположение точек хода должно быть выбрано так, чтобы обеспечить сохранение знака на весь период топографической съёмки.

После выбора местоположения точки теодолитного хода закрепляются на местности временными знаками – деревянными колышками, металлическими штырями или обрезками труб длиной 15 см, забиваемыми вровень с землей, рядом ставят сторожок, на одной стороне которого, обращенной к следующей по ходу точке, пишут номер (арабской цифрой). Каждая бригада закрепляет свои точки, не допускается использование общих точек для разных бригад. Нумерацию ведут по ходу часовой стрелки. Закреплять точки теодолитного хода на асфальте можно окраской: рисуют краской круг диаметром 3-5 см с точкой в центре круга.

Прокладываемые теодолитные ходы могут быть – замкнутые и разомкнутые. Как правило, теодолитные ходы должны опираться на твердые пункты и не менее чем на четыре пункта, если ход разомкнутый или два пункта, если ход замкнутый. Если съемке подлежат небольшие участки, то теодолитный ход можно ориентировать по магнитному азимуту, а координаты начальной точки принять равными условной величине (условная система координат); их чаще принимают $X=0$, $Y=0$.

2) Угловые измерения.

Измерение углов хода производят обычно теодолитом 30" точности одним полным приёмом с расхождением в значениях угла между полуприемами 45".

Измеряют углы наклона местности, для введения поправок в стороны хода при вычислении горизонтальных проложений. При углах наклона $\nu \geq 1,5^\circ$, горизонтальные проложения вычисляют по формуле $d = S \cos \nu$, где d – горизонтальное проложение, S – измеренная длина стороны хода.

При углах наклона $< 1,5^\circ$ горизонтальное проложение d берется равным S .

Измерение горизонтальных углов способом приемов

После приведения теодолита в рабочее положение измеряют левый или правый по ходу горизонтальный угол одним полным приёмом с перестановкой лимба между полуприемами на $2...3^\circ$ (рис. 11).

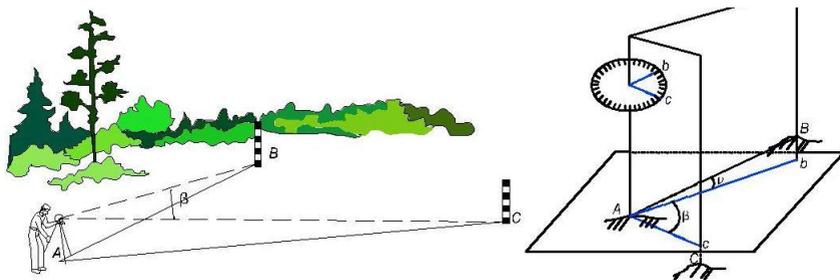


Рис. 11 Схема измерения горизонтального угла

Методика измерения угла следующая: в точках A и C устанавливают вертикально вехи в створе измеряемого направления за кольшком. В случае небольших расстояний вместо вех удобнее пользоваться шпильками. Первый полуприем (КП) начинают при закрепленном лимбе и открепленной алидаде. Приблизительно наводят трубу на заднюю по ходу точку C (рис.12), затем, закрепив алидаду и трубу и действуя их наводящими винтами, точно наводят биссектор сетки нитей на низ вехи.

Снимают отсчет A по горизонтальному кругу и записывают его в журнал (табл.4).

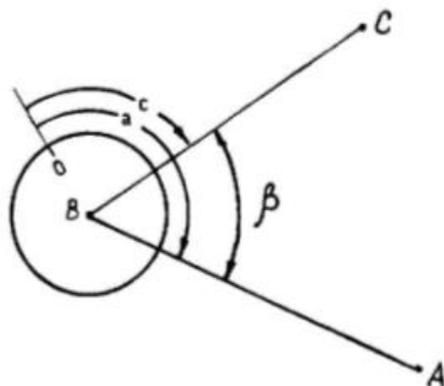


Рис. 12. Измерение угла способом приема

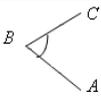
При неподвижном лимбе, открепив алидаду, в такой же последовательности визируют на левую точку C , записывают отсчет C в журнал. Угол получают как разность отсчетов на правую и левую точки ($A - C$). Эти действия завершают первый полуприем.

Второй полуприем выполняется в следующем порядке: сместив лимб примерно на $2...3^\circ$, его закрепляют. Трубу переводят через зенит. В такой же последовательности, как и в первом полуприеме, визируют на точки A и C , берут отсчеты, записывают их в журнал. В случае, если отсчет на правую точку меньше отсчета на левую, к нему прибавляют 360° . Разность в

полученных углах в полуприемах не должна превышать $2t$ (двойной точности теодолита). Из значений угла вычисляют среднее, зарисовывают схему угла.

Таблица 4

Журнал измерения горизонтальных углов

№ точки стояния	Номера точек визирования	Круг	Отсчеты по ГК, °'	Углы в полуприемах	Среднее значение угла	Схема угла
В	А	КП	135°13,5'	212°47,5'	212°48,0'	
	С		282°26,0'			
	А	КЛ	318°01,0'	212°48,5'		
	С		105°12,5'			

Измерение вертикальных углов

Вертикальные углы делятся на углы наклона местности и зенитные расстояния.

Вертикальный угол между отвесной линией и линией визирования, называется зенитным расстоянием (z).

Вертикальный угол между горизонтальной линией и линией визирования называется углом наклона (v).

$$v + z = 90^\circ.$$

С помощью теодолитов 2Т30, 2Т30П, которые используются при выполнении работ на учебной практике, измеряются углы наклона, поэтому в дальнейшем будем говорить об измерении углов наклона (рис.13). Полный прием измерения угла наклона состоит из измерений теодолитом в положении вертикального круга слева (КЛ) и в положении вертикального круга справа (КП).

Теодолит устанавливается над заданной точкой и приводится в рабочее положение. Ослабив закрепительные винты алидады горизонтального и вертикального круга, выполняется наведение на визирную цель. Наведение выполняется сначала грубо «вручную», а затем, закрутив закрепительные винты и

добившись четкого изображения визирной цели, выполняется точное наведение с помощью наводящих винтов. После этого берется отсчет по шкале отсчетного устройства вертикального круга теодолита.

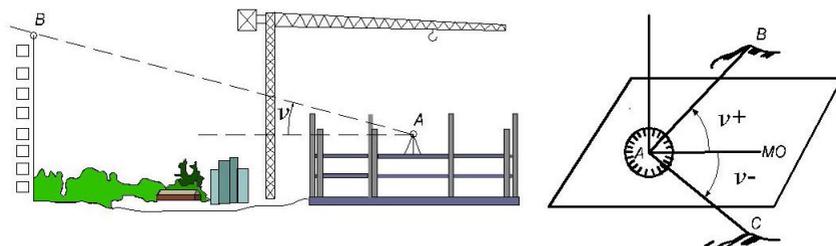


Рис.13. Схема измерения угла наклона местности

При работе с теодолитами ТЗ0, 2ТЗ0П с помощью подъемных винтов приводится в нуль-пункт пузырек уровня алидады горизонтального круга. Все измерения теодолитом могут выполняться при положении вертикального круга слева от окуляра зрительной трубы, такое положение называется «КЛ», и справа – «КП». Однократное измерение угла при одном положении вертикального круга, «круг лево» или «круг право» составляет полуприем. Измерения при двух положениях вертикального круга составляют полный прием.

Углы для теодолитов 2ТЗ0, 2ТЗ0П вычисляются по формулам:

$$v = (КЛ - КП) / 2;$$

$$v = КЛ - М0;$$

$$v = М0 - КП;$$

$$М0 = (КЛ + КП) / 2.$$

В этих формулах:

КЛ – отсчет по шкале вертикального круга, взятый в положении теодолита «круг лево»;

КП – отсчет по шкале вертикального круга, взятый в положении теодолита «круг право»;

М0 – место нуля.

Место нуля – это отсчет по шкале вертикального круга, соответствующий горизонтальному положению визирной оси зрительной трубы.

Контролируется качество измерения углов наклона по постоянству места нуля. Колебание места нуля не должно превышать 1,5' для теодолита 2Т30.

Все приведенные в методических указаниях допуски при выполнении учебной практики могут быть увеличены в два раза.

Измерение длин сторон хода

Длины сторон теодолитного хода можно измерять: стальной 20-метровой лентой; 50-метровой рулеткой; светодальномером. Стороны хода длиной более 300 м предварительно перед их измерением провешивают теодолитом на себя и выставляют вехи.

Каждую сторону измеряют дважды – в прямом и обратном направлениях. Расхождение между значениями длин сторон, измеренных стальной лентой дважды, не должно превышать 1:2000 ее длины, т. е. с расхождением между первым и вторым измерениями не более 0,05 м на 100 метров хода.

За окончательное значение стороны хода принимают среднее значение из результатов двух измерений, если расхождение в их длинах не превышает допустимого.

При измерении длин сторон теодолитного хода в пересеченной холмистой местности при углах наклона больших, чем $\pm 2^\circ$ определяют поправку за наклон к измеренному расстоянию по формуле:

$$\Delta S_v = -2S \sin^2 v / 2$$

где S – расстояние, измеренное на местности,

v – угол наклона.

Поправка за наклон всегда отрицательна.

Горизонтальное проложение вычисляется по формуле:

$$d = S + \Delta S_v$$

Например. Сторона теодолитного хода измерена на местности и равна 234,46 м. Угол наклона $v = 5^\circ 30'$. Поправка за

наклон линии к горизонту $\Delta S_v = -1,08$ м. Следовательно, горизонтальное проложение стороны хода будет $S = 234,46 - 1,08 = 233,38$ м.

3.2. Камеральные работы

Камеральные работы при проложении теодолитного хода состоят из проверки журналов по измерению углов и длин линий, составления схемы планового обоснования и вычисления координат точек хода.

При проверке полевых журналов повторно вычисляют средние значения углов и расстояний.

Составление схемы теодолитного хода.

Схему теодолитного хода составляют на плотной бумаге в произвольном масштабе и примерном ориентировании ее по сторонам света. На схему выписывают измеренные углы и длины линий, а также координаты пунктов и дирекционные углы линий, которые были использованы для привязки теодолитного хода. Исходные пункты и направления обозначаются красным цветом.

Пример схемы замкнутого теодолитного хода приведен на рис. 14.

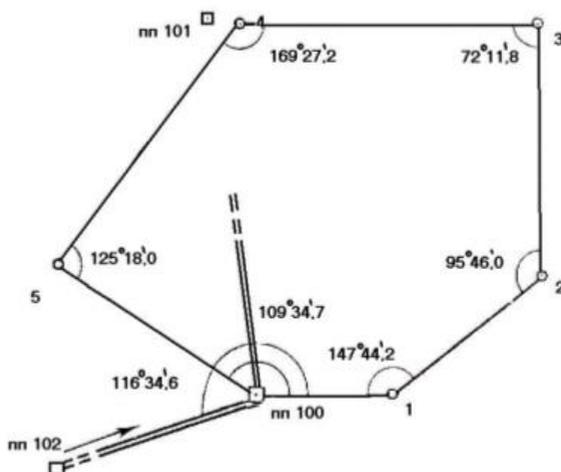


Рис. 14. Схема замкнутого теодолитного хода

Обработка линейных измерений

Обработка линейных измерений заключается в проверке правильности вычислений результатов прямых и обратных измерений, выводов средних результатов длин линий и введения в эти результаты поправок за наклон линии, длину ленты и, если необходимо, за температуру.

Итогом этой работы является таблица результатов линейных измерений, пример которой приведен в табл.5.

Таблица 5

Таблица результатов линейных измерений

Название линий	Измерено прямо-обратно	Средняя длина	П о п р а в к и			Горизонтальное проложение линии, м
			за длину ленты, м	за температуру	за угол наклона	
т. т.1-т.т.2	243,15 243,19	243,17	-0,04	-	-0,09	243,04
т. т.1-т.т.2	136,50 136,54	136,52	-0,02	-	-	136,50

Вычисление координат точек съемочного обоснования ведется в специальной ведомости. Порядок обработки ведомости вычисления координат описан в учебном пособии «Лабораторные работы по топографии».

4. Создание высотной съемочной сети

4.1. Полевые работы

Высотная съемочная сеть создается методом геометрического нивелирования, проложением ходов технической точности.

Высоты точек, определенные техническим нивелированием служат высотным обоснованием топографических съемок и инженерных работ. Нивелирные ходы могут быть разомкнутые, между двумя твердыми реперами и замкнутые.

Геометрическое нивелирование позволяет определить превышение одной точки над другой с помощью горизонтального луча нивелира и отвесно установленных нивелирных реек.

Существует 2 способа геометрического нивелирования: нивелирование из середины и нивелирование вперед.

Нивелирование из середины (рис.15). В точках А и В устанавливают отвесно нивелирные рейки, а нивелир устанавливают между точками А и В на одинаковом расстоянии между ними, не обязательно в створе линии. После приведения нивелира в рабочее положение производят снятие отсчетов на заднюю (а) и переднюю (в) рейки. Отсчеты a и b по рейке берутся до мм.

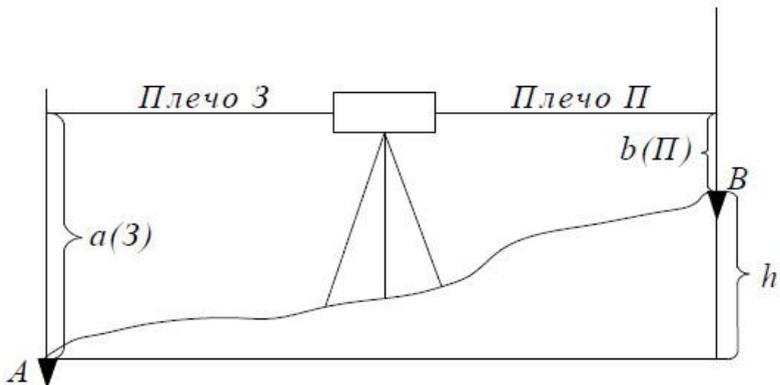


Рис.15 Нивелирование из середины

Расстояние до реек (плечи) при техническом нивелировании допускаются до 150 м (неравенство плеч до 5 м). Превышение h вычисляется по формуле:

$$h = a - b = 3 - П;$$

Отметка передней точки вычисляется по формуле:

$$H_B = H_A + h$$

Нивелирная рейка с сантиметровыми делениями (двухсторонняя). Если рейка двухсторонняя – берут отсчет по черной и красной стороне. Контроль по станции:

$$З_{кр} - З_{чер} = \text{пятка 1}$$

$$П_{кр} - П_{чер} = \text{пятка 2}$$

$$/\text{пятка 1} - \text{пятка 2}/ \leq 5\text{мм.}$$

Пятка – это начальный отсчет по красной стороне рейки.

Так как, на каждой точке мы берем по два отсчета, то превышение считаем дважды:

$$h_1 = З_{чер} - П_{чер},$$

$$h_2 = З_{кр} - П_{кр}$$

$$h = (h_1 + h_2)/2$$

Если рейки односторонние, то производят нивелирование дважды при разных высотах инструмента.

Нивелирование вперед (рис.16). i -высота инструмента, измеряется стальной рулеткой или отсчитывается по нивелирной рейке от колышка до середины окуляра.

$$h = i - b$$

Превышение может быть положительным или отрицательным.

В тех случаях, когда превышения между точками, расположенными на значительном расстоянии, с одной постановки нивелира определить нельзя, выполняется последовательное нивелирование или сложное (рис.17).

При таком нивелировании точки 1 и 2 – связующие точки, а точки постановки нивелира – станции.

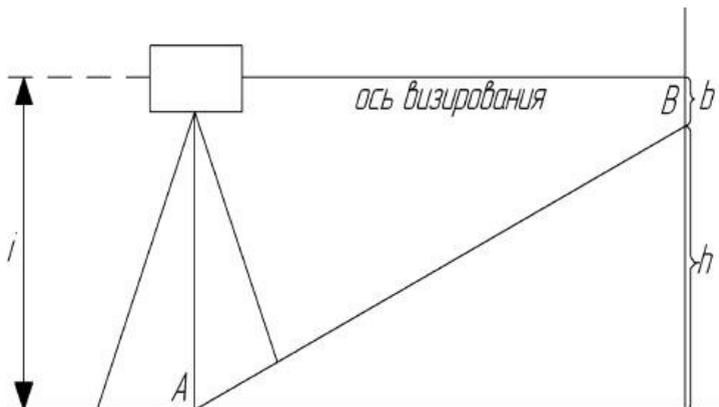


Рис.16 Нивелирование вперед

Отметки промежуточных точек находят через горизонт инструмента (*ГИ*) (рис.18).

Горизонтом инструмента (ГИ) – называется высота визирного луча над уровненной поверхностью. *ГИ* равен отметке точки плюс отсчет по черной стороне рейки на эту же точку.

$ГИI = H_{задняя} + З_{чер}$ или $ГИI = H_{передняя} + П_{чер}$,
тогда отметка промежуточной точки будет равна:

$$H_{+70} = ГИI - O_{пром.чер}$$

Вычисление отметок через *ГИ* очень удобно, когда с одной станции были сделаны отсчеты на несколько промежуточных точек.

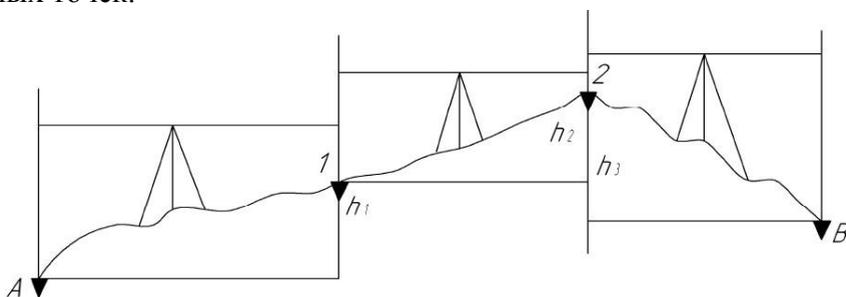


Рис.17 Последовательное нивелирование

Все измерения при нивелировании заносятся в журнал соответствующего образца.

В полевых условиях на каждой станции производится контроль пятки реек. Вычисленная пятка рейки должна соответствовать фактической пятке рейки. Допустимое расхождение в вычисленных пятках реек должна быть не более 5мм по модулю.

1. Техническое нивелирование выполняют, как правило, из середины.

2. Нивелир устанавливают между точками, подлежащими нивелированию примерно на равных расстояниях от них. Разность плеч не должна превышать 5 м.

3. На каждой станции, перед снятием отсчетов, нивелир приводят в рабочее положение, а рейки устанавливают, по возможности, в отвесное положение, на прочно забитые в землю кольшки или костыли.

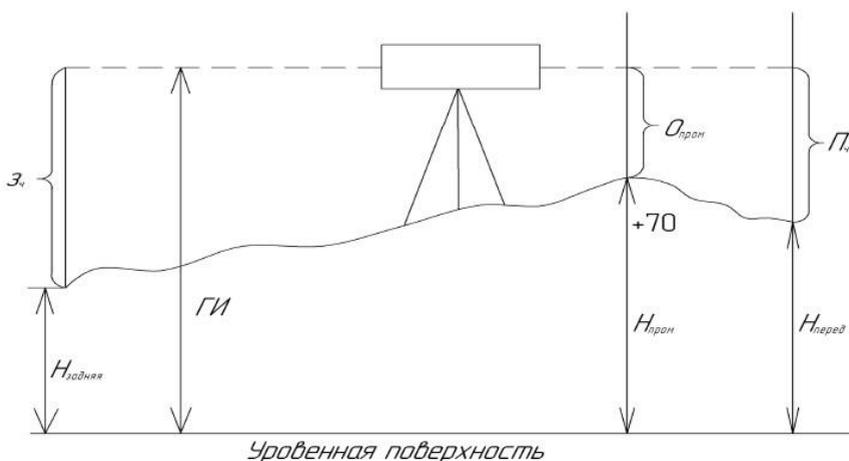


Рис.18 Нивелирование промежуточных точек

4. На каждой станции работу нивелиром Н-3 проводят в следующей последовательности:

а) визируют на заднюю рейку, и, приведя элевационным винтом, пузырек цилиндрического уровня на середину, в нача-

ле наблюдая его в боковом окне уровня, а затем соединяют концы пузырька в поле зрения зрительной трубы и берут отсчет по средней нити сетки по черной стороне рейки в мм (четыре знака без запятых). Затем по команде исполнителя речник дает красную сторону рейки и берется отсчет. Разность отсчетов по красной и черной стороне рейки дает величину пятки данной рейки и служит контролем нивелирования.

б) визируют на переднюю рейку и повторяют действия пункта (а).

4.2. Камеральные работы

Порядок вычисления отметок точек высотного съемочного обоснования описан в учебном пособии «Лабораторные работы по топографии». Пример журнала нивелирования приведен в Приложении 3.

5. Съёмка местности

Совокупность геодезических измерений на земной поверхности для получения плана или карты или цифровой модели местности называют съёмкой. Если по результатам съёмки на плане получают положение ситуации, т.е. контуров и предметов местности, то съёмку называют горизонтальной, или контурной. Если снимается рельеф – вертикальной.

Если снимается ситуация и рельеф, то съёмку называют топографической.

Основные виды съёмок: горизонтальная (теодолитная), топографическая (тахеометрическая, фототеодолитная, аэрофотосъёмка, мензульная), высотная (нивелирование поверхности).

Название вида съёмки определяется названием основного прибора, используемого при съёмке и способом производства работ.

Любые виды топографических съёмок требуют создания съёмочного обоснования. Таким образом, съёмки ведутся с использованием основного принципа геодезии – «от общего к частному»: вначале создается съёмочное обоснование, затем производится съёмка подробностей ситуации и рельефа (или только ситуации, или только рельефа) и, наконец, работа завершается созданием планов или цифровых моделей местности.

5.1. Горизонтальная съёмка

Горизонтальная съёмка является ситуационной, при которой горизонтальные углы измеряют теодолитом, длины линий – стальной лентой или рулеткой или же светодальномером.

Съёмочным обоснованием горизонтальных съёмок являются теодолитные ходы разомкнутые или замкнутые.

В практике изысканий объектов строительства съёмочное обоснование теодолитных съёмок в виде разомкнутого теодолитного хода применяют при изысканиях линейных сооружений (автомобильных дорог, оросительных систем и т.д.).

Съемочное обоснование в виде замкнутых теодолитных ходов применяют при изысканиях сосредоточенных объектов, занимающих определенные территории (мостовые переходы, аэродромы, транспортные развязки т.д.).

В горизонтальных съемках в полевой период выполняют следующие основные виды работ: рекогносцировку, прокладку теодолитного хода, съемку характерных подробностей ситуации. Рекогносцировку подлежащего съемке участка производят с целью установления границ съемки, определения направления и положения теодолитных ходов и выбор способа съемки ситуации.

Прокладка теодолитного хода включает в себя закрепление линий, измерение углов и длин линий.

Съемку характерных подробностей ситуации осуществляют в зависимости от конкретных условий местности и используемых приборов одним из следующих способов: способом перпендикуляров, способом угловых засечек, линейных засечек, полярных координат, обхода и створов, способом обмера.

При съемке на местности определяют положение характерных точек ситуации (углов зданий, изгибов дороги). В последующем с помощью графических построений на бумаге получают изображение этих точек и зарисовывают ситуацию в условных знаках.

1) Способ перпендикуляров (или прямоугольных координат) (рис.19).

В этом способе мерный прибор – стальную ленту или рулетку – укладывают в створ стороны теодолитного хода и из характерных точек ситуации опускают перпендикуляр на сторону хода.

По рулетке определяют расстояние от точки теодолитного хода до основания перпендикуляра (абсциссу x) и измеряют длину перпендикуляра (ординату y). При съемке кварталов в городах и поселках длина - от 0,25 –4м. при 1:500, а при использовании экера до 20м. На рисунке положение юго-

западного угла здания характеризуется значениями $x_1 = 2,63$ м. и $y_1 = 2,15$ м., а юго-восточного угла - значениями $x_2 = 13,63$ м. $y_2 = 4,05$ м.

Для построения углов здания на плане соединяют нанесенные ранее точки теодолитного хода II и III, откладывают по полученному створу значения абсцисс x в масштабе съемки, строят с помощью треугольника перпендикуляры и откладывают в соответствующем масштабе значения ординат. Полученные точки соединяют и получают изображение на плане фасада здания.

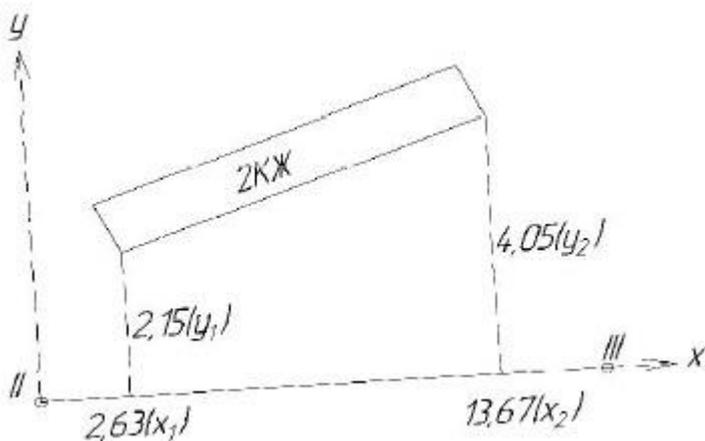


Рис.19 Способ прямоугольных координат

Для повышения точности построения перпендикуляров на местности используют двухзеркальный эскер.

2) Способ полярных координат

В этом способе за полярную ось принимают сторону теодолитного хода $2 - 1$, а за полюс – точку 2 теодолитного хода (рис.20). Положение снимаемой точки определяют полярным углом β и полярным расстоянием. Положение колодца определяют полярным углом $19^\circ 45'$ и полярным расстоянием $d = 48,23$ м.

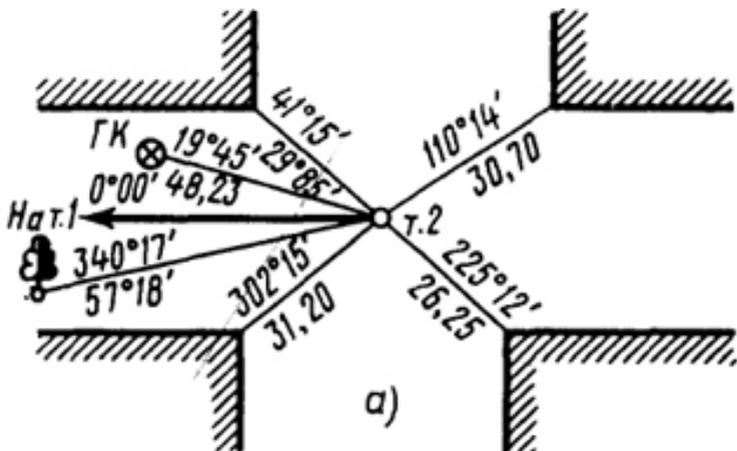


Рис.20 Способ полярных координат

Для построения точки, определяющей положение колодца на плане, транспортиром откладывают от направления 2 – 1 полярный угол β и по полученному направлению отмеряют от точки 2 расстояние d в масштабе съемки.

При съемках различают так называемые твердые и нетвердые контуры. Твердые контуры имеют на местности резко очерченные границы. Например, углы зданий, бордюрный камень на улицах населенных пунктов, столбы электропередачи и т.п.

Нетвердые контуры не имеют на местности резко очерченных границ. К ним относятся границы куч грунта, посадок растительности, различных угодий.

Для обеспечения точности съемки полярным способом ограничивают величину полярного расстояния.

3) Способ угловых засечек

В этом способе для съемки характерной точки ситуации устанавливают теодолит последовательно на точках теодолитного хода II и III и измеряют углы между стороной хода и направлением на предмет – фонарный столб (рис.21).

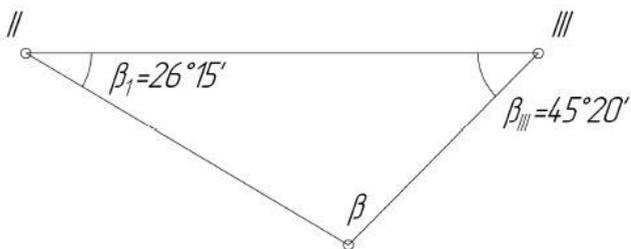


Рис.21 Способ угловой засечки

Для построения точки на плане откладывают по транспортиру в точках теодолитного хода II и III значения β_{II} β_{III} соответственно, проводят направления, а положение точки определяют по пересечению полученных направлений. Для контроля производят измерение с третьей точки.

4) Способ линейных засечек

В этом способе для съемки характерной точки измеряют расстояния от точки до двух точек планового обоснования. На рис. 22 для съемки фонаря измерены расстояния до определяемой точки от точки теодолитного хода II ($d_{II} = 15,0$ м) и от створной точки С ($d_C = 14,70$ м). На плане положение фонаря определяют как пересечение засечек циркуля с длинами d_{II} и d_C соответственно из точек II и С.

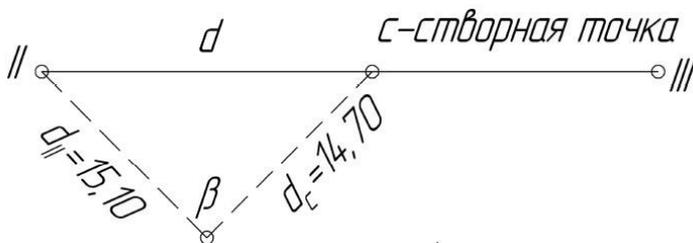


Рис.22 Способ линейной засечки

Способ линейных засечек применяют для съемки твердых контуров. Длины засечек более мерного прибора (рулетки или стальной ленты) применяют редко. Наиболее благоприят-

ным в смысле точности съемки считается засечка равными расстояниями $d_{II} = d_C = d$.

5) Способ обхода реализуют проложением теодолитного хода по контуру снимаемого объекта с привязкой этого хода к съёмочному обоснованию (на рис. 23 точка А- точка съёмочного обоснования).

Углы $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ снимают при одном положении круга теодолита, а измерения длин сторон съёмочного теодолитного хода осуществляют рулеткой или нитяным дальномером. Используют при съемке нетвердых контуров (лес, пашня, озеро, огороды).

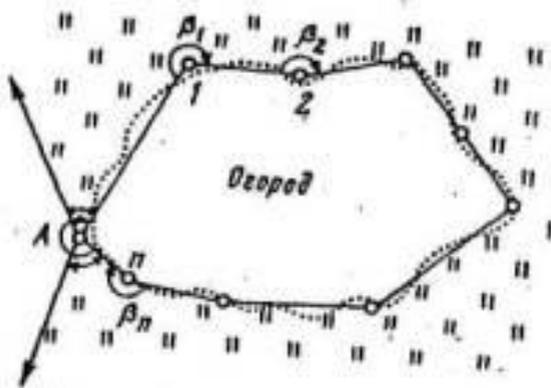


Рис.23 Способ обхода

б) Суть способа створов состоит в том, что в створе двух известных точек, размещенных на сторонах съёмочного обоснования (например, М и N) при помощи теодолита и мерного прибора определяют положение характерных ситуационных точек (а, b, с, d) (рис.24).

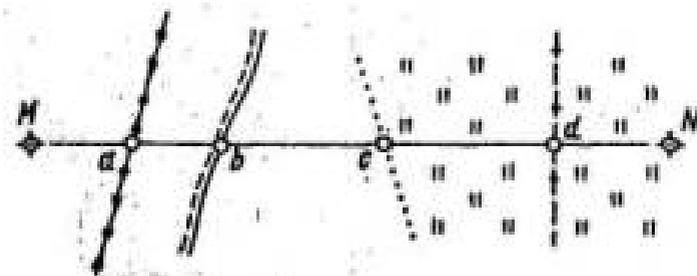


Рис.24 Способ створов

При производстве горизонтальной съемки ведут абрис и журнал измерений. Абрис представляет собой схематический чертеж отдельных сторон съемочного обоснования и контуров ситуации в произвольном масштабе, но с обязательным указанием промеров. В журнале записывают отсчеты при измерении углов.

При горизонтальной съемке вдоль трассы линейного сооружения ведут угломерный журнал, а абрис изображают в пикетажной книжке, приблизительно придерживаясь принятого масштаба.

В ходе камеральных работ осуществляют проверку журналов измерений и абрисов, составляют схематический чертеж ходов, вычисляют горизонтальные проложения сторон съемочного обоснования при углах наклона $\nu > 1^{\circ}30'$ составляют ведомость координат теодолитных ходов, строят координатную сетку на чертежной бумаге и составляют ситуационный план местности в заданном масштабе.

5.2. Тахеометрическая съемка

При тахеометрической съемке одновременно определяют плановое и высотное положение точек местности, что позволяет получить топографический план при последующей обработке измерений.

Плановое положение характерных точек местности определяют полярным способом, высоты – тригонометрическим нивелированием. При этом расстояния измеряют нитяным

дальномером, а горизонтальные и вертикальные углы – теодолитом. Все измерения выполняют достаточно быстро, что объясняет происхождение названия съемки. Слово «тахеометрия» в переводе с греческого означает «быстрое измерение».

Важным достоинством тахеометрической съемки является то, что максимальное увеличение производительности труда в поле позволяет существенную долю объема работ по созданию топографических планов и цифровых моделей местности перенести в камеральные условия, где есть возможность широкого привлечения для этой цели средств автоматизации вычислительной техники. В связи с этим особенно эффективным становится использование для тахеометрических съемок электронных тахеометров, позволяющих фиксировать результаты измерений на магнитные носители, с последующим вводом получаемой информации в ЭВМ, ее автоматической обработкой, подготовкой ЦММ и вычерчиванием топографических планов на графопостроителях.

Основным недостатком тахеометрической съемки является то, что при камеральной подготовке топографического плана практически исключается возможность сличения его с местностью, в связи, с чем могут быть пропущены некоторые детали местности и могут возникнуть искажения отдельных элементов рельефа.

При производстве тахеометрических съемок в настоящее время используют следующие приборы:

1. теодолиты – Т15, Т15К, Т30, 2Т30, 2Т30П;
2. электронные тахеометры Trimble, Leica, Nikon, Sokkia и др.
3. рейки нивелирные, тахеометрические вехи (вехи с отражателем для определения расстояний электронным тахеометром);
4. землемерные ленты, рулетки, вехи.

5.2.1. Плано-высотное обоснование тахеометрической съемки

Тахеометрическая съемка производится в крупных мас-

штабах (1:500... 1:5000) на основе теодолитно-нивелирных, теодолитно-высотных или теодолитно-тахеометрических ходов, прокладываемых между пунктами государственной геодезической сети или сети сгущения. В теодолитно-нивелирных ходах углы измеряются теодолитом, а длины линий – мерной лентой. Отметки точек хода определяют путем геометрического нивелирования. Производство таких работ рассмотрено выше. В теодолитно-высотных ходах, в отличие от теодолитно-нивелирных, превышения получают путем тригонометрического нивелирования. В теодолитно-тахеометрических ходах отметки точек также получают тригонометрическим нивелированием, а стороны измеряют нитяным дальномером.

Тригонометрический метод нивелирования основан на применении наклонного луча визирования (рис.25).

Теодолит устанавливают над точкой *A* и измеряют его высоту инструмента *i*, а над точкой *B* отвесно ставят рейку. Визирный луч трубы направляют на нее на любую высоту *v*. По вертикальному кругу делают отсчет, вычисляют угол наклона *v*. Лентой или с помощью нитяного дальномера измеряют расстояние *AB* и вычисляют горизонтальное проложение *d*. Тогда превышение *h* можно найти по формуле

$$h = d \times \operatorname{tg} v + i - v$$

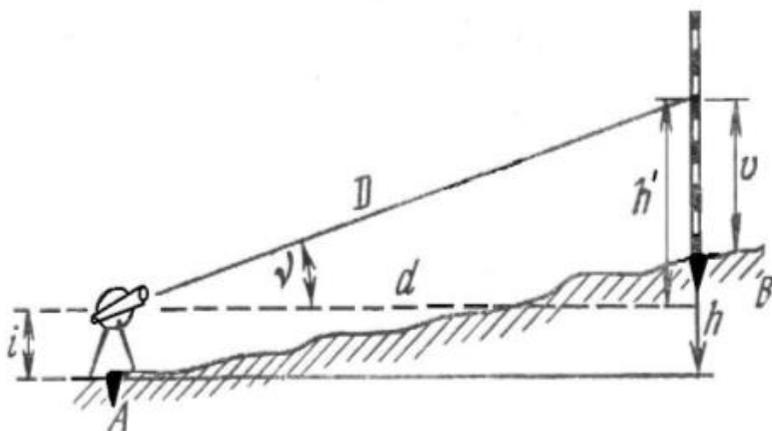


Рис. 25. Схема определения превышения при тригонометрическом нивелировании

Если есть возможность, то визирный луч зрительной трубы наводят на рейку так, чтобы $v = i$, тогда

$$h = d \times \operatorname{tg} v$$

Тахеометрический ход может опираться на пункты съемочной сети более высокой точности, например, на точки теодолитного хода. Так как работы по его проложению выполняются теми же инструментами, что и сама съемка, то это позволяет прокладывать ход одновременно со съемкой. При этом тахеометрический ход должен отвечать техническим требованиям, указанным в табл. 6.

Закрепление точек поворота тахеометрического хода производится так же, как и в теодолитных ходах.

При проложении тахеометрических ходов угловые и линейные измерения выполняются по следующей схеме:

1. Устанавливают теодолит над станцией, центрируют с точностью до 1 см и приводят его в рабочее положение.

2. Измеряют высоту инструмента i с точностью до 1 см от верхнего среза кола до центра оси вращения зрительной трубы теодолита с помощью рулетки или рейки и фиксируют полученное значение на рейке.

3. Наводят зрительную трубу на отмеченное значение высоты инструмента задней рейки и берут отсчеты:

а) по верхнему и нижнему дальномерным штрихам;

б) по вертикальному кругу. В этом случае пузырек уровня при вертикальном круге (для теодолита 2Т30П – при горизонтальном круге) должен быть в нуль-пункте;

в) при наведении на низ рейки – по горизонтальному кругу.

4. Вращая теодолит по ходу часовой стрелки, наводят зрительную трубу на значение высоты инструмента передней рейки и выполняют аналогичные отсчеты.

При съемке в масштабе 1:500 длины линий в тахеометрических ходах измеряются лентой.

Все измерения записываются в полевой журнал. Его обработка должна вестись параллельно с производством работ.

Расхождение между результатами измерения длины линии в прямом и обратном направлениях не должно превышать 1:400. Расхождение между прямым и обратным превышениями для одной и той же линии не должно быть более $0,04S$ м, где S —длина линии, выраженная в сотнях метров.

Таблица 6

Технические требования по проложению тахеометрических ходов

Масштаб съёмки	Максимальная длина хода, м	Максимальная длина линии, м	Максимальное число линий в ходе
1:1000	300	150	3
1:500	200	100	2

Уравнивание тахеометрических ходов выполняется аналогично уравниванию теодолитного хода. Угловая невязка не должна превышать

$$f_{\beta} = \pm 1'\sqrt{n}$$

где n – число станций в тахеометрическом ходе.

Линейная невязка в ходе вычисляется по формуле

$$f_S = S / (400\sqrt{n})$$

где S —длина хода в метрах; n — число измеренных линий в ходе.

Допустимая высотная невязка находится по формуле

$$f_h = (0,04 \times S) / \sqrt{n}$$

где S —длина хода, выраженная в сотнях метров.

В результате обработки вычисляются координаты и отметки каждой точки тахеометрического хода, которые могут использоваться в качестве съёмочных станций.

5.2.2. Производство тахеометрической съёмки

До начала работы должно быть выверено и сведено до минимальной величины МО ($\pm 1'$). Работа на станции при тахеометрической съёмке заключается в следующем.

1. Устанавливают теодолит над точкой съемочного обоснования, центрируют его и приводят в рабочее положение. Ставят вежу на соседнюю точку хода съемочного обоснования.

2. Измеряют высоту инструмента и отмечают ее на рейках.

3. Определяют МО вертикального круга, для чего наводят на верх вежи и берут отсчет по ВК при КЛ и КП. Отсчеты записывают в журнал и вычисляют значение МО.

4. Совмещают нуль лимба с нулем алидады и ориентируют инструмент по соседней стороне хода. Для этого открепляют алидаду и, вращая ее, совмещают нуль лимба с нулем алидады наводящим винтом алидады. Алидаду закрепляют. Открепляют лимб и, вращая его, наводят на низ вежи, находящейся на соседней точке хода. Лимб закрепляют. Теперь, если открепить алидаду и навести зрительную трубу на реечный пикет по ходу часовой стрелки, то отсчет по лимбу непосредственно выразит полярный угол относительно линии ориентирования как полярной оси.

5. При неподвижном лимбе визируют на рейки, устанавливаемые в характерных точках местности. Реечные точки–пикеты на местности не закрепляются.

6. Визируют на рейку средней нитью на отсчет, равный высоте инструмента, $v = i$ или на любой отсчет, который записывают в журнал наблюдений как высоту визирования (графа 3 в табл. 7).

Далее берут следующие отсчеты:

- по верхней и нижней дальномерным нитям;
- по вертикальному и горизонтальному кругам при одном положении вертикального круга (чаще всего при КЛ).

После окончания работ на станции берут по лимбу контрольный отсчет на исходное направление, по которому выполнялось ориентирование инструмента. Допускается изменение ориентировки за период съемки с данной станции не более 1,5'.

Таблица 7

Журнал тахеометрической съемки

Станция 2

Ориентировка на т.т.3 $i = 1,40$ м КП = $-4^{\circ}18'$; КЛ = $+4^{\circ}17'$;

Круг лево Нст = 104,55МО = 1,0'

№точ ек	Расстояние по рейке, D	Высота наведения v	Отсчеты по гори- зонтальному кругу	Отсчеты по вертикаль- ному кругу	Угол наклона \pm°'	Горизон- тальное проложение d	$i-v$	Превыше- ние h	Отмет- ки Н	Приме- чание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23	54,0	1,40	05 10,0	-3 59,0						гр. заб. луга и пустыря
24	66,0	1,40	57 15,0	-2 37,0						»
25	148,5	3,00	87 20,0	-1 56,0						Рельеф
26	31,0	1,40	126 34,0	-0 52,0						»
27	102,0	1,40	162 30,0	+0 47,0						Дорога
28	98,0	»	305 31,0	-0 21,0						гр. заб. луга и пустыря
29	37,0	»	305 43,0	-0 37,0						Рельеф
30	160,5	3,00	308 45,0	-0 49,0						Ручей
31	112	3,00	335 04,0	-1 39,0						Ручей

В целях контроля и во избежание пропусков при тахеометрической съемке следует определять с каждой станции несколько пикетов, расположенных на перекрестии съемки с соседней станцией.

В графе журнала «Примечание» указывают место расположения пикета (контур леса, угол здания и т. п.).

Съемку равнинных участков рекомендуется выполнять горизонтальным лучом визирования. Установку визирной оси зрительной трубы теодолита в горизонтальное положение в этом случае производят по уровню при трубе или по вертикальному кругу ставят отсчет, равный значению MO . При этом пузырек уровня при алидаде вертикального круга должен быть приведен точно в нуль-пункт.

Параллельно с журналом на каждой станции ведется абрис – схематический чертеж, на котором показывают исходное направление, зарисовывают на глаз снимаемую ситуацию и рельеф.

Абрис ведут в условных знаках с пояснительными надписями, примерно выдерживая масштаб съемки.

В абрис зарисовывают все пикетные точки, соблюдая единую нумерацию с журналом. При этом показывают снимаемые элементы ситуации, характерные точки и линии рельефа (водоразделы, перегибы скатов и т. п.). Стрелками указывают направление скатов, не имеющих перегибов (рис. 26).

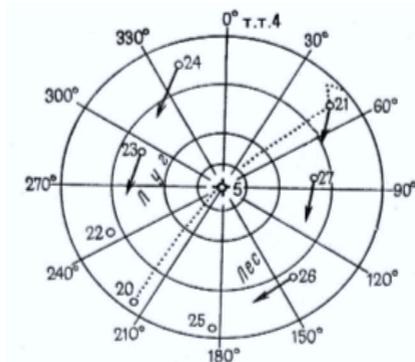


Рис. 26. Абрис тахеометрической съемки

Обработка полевого журнала состоит в вычислении углов наклона v , горизонтальных проложений d , превышений h , абсолютных отметок H пикетов и выполняется в следующем порядке:

1. Если съемка речных точек производилась теодолитом 2Т30П при положении прибора КЛ, то углы наклона вычисляются по формуле

$$V = \text{КЛ} - \text{М0},$$

где $\text{М0} = (\text{КЛ} + \text{КП}) / 2$;

КЛ, КП – отсчеты по вертикальному кругу теодолита, записанные в верхней части (шапке) каждой станции журнала (табл. 7).

Например, на станции 2 даны следующие отсчеты по вертикальному кругу для определения М0 :

$$\text{КП} = -4^\circ 18,0'; \text{КЛ} = +4^\circ 17,0'.$$

$$\text{М0} = (-4^\circ 18,0' + 4^\circ 17,0') / 2 = 0,5'.$$

Это значение также записывают в верхней части страницы журнала. Вычисленные углы наклона вносят в графу 6.

2. Вычисляются горизонтальные проложения d наклонных линий D , измеренных нитяным дальномером по формуле

$$D = d \times \cos^2 v.$$

Полученные d округляют до 0,1 м и записывают в графу 7 журнала. Эти величины также можно получить по тахеометрическим таблицам.

3. Вычисляют превышения h пикетов над станцией:

$$H = D / 2 \times \sin 2v + i - v$$

или

$$h = d \times \operatorname{tg} v + i - v.$$

Если измерения на станции выполнялись при визировании на высоту инструмента, то $v = i$ и тогда

$$H = D / 2 \times \sin 2v$$

$$\text{или } h = d \times \operatorname{tg} v.$$

Полученные превышения округляют до 0,01 м и записывают в графу 9 журнала. Например, на станции 2 на 25-м пикете $v = -1^\circ 56,0'$; $D = 148,0$ м; $i = 1,40$ м; $v = 3,00$.

Тогда $h = 148,0 / 2 \times \sin(-3^\circ 52,0') + 1,40 - 3,00 = -6,59$ м.

4. По известной отметке станции вычисляют отметки всех пикетов

$$H_{\text{пк}} = H_{\text{ст}} + h$$

и заносят их в графу 10 журнала. В графе «Примечание» в процессе съемки отмечают, на каких контурах находятся снимаемые пикеты.

После обработки полевого журнала переходим к этапу составления и оформления топографического плана.

5.2.3. Составление плана тахеометрической съемки

Первоначально необходимо осуществить разбивку координатной сетки на листе ватмана и ее оцифровку.

Для построения координатной сетки применяют линейку Дробышева. Это стальная линейка, с шестью окнами, расположенными на расстоянии 10 см друг от друга. Одно ребро линейки, один торец и один край каждого окна скошены. На первом скошенном окне нанесена риска. Расстояние между ней и скошенным торцом линейки равно 70,711 см, т.е. размер у диагонали квадрата 50x50 см.

При построении сетки квадратов 3×4 линейкой Дробышева следующий порядок действий (рис. 27):

- 1) прочертить произвольно линию АБ и установить на неё линейку так, чтобы в окошках эта линия была видна; нулевой штрих совместить с линией и выполнить засечки 10, 20, 30 и 40;
- 2) расположить линейку перпендикулярно к линии АБ в точке 0 и выполнить засечки 10, 20 и 30; то же самое выполнить и на засечке 40;
- 3) расположить линейку в засечке 0, найти в окошке 50 засечку 30, полученную из засечки 40 линии АБ, и сделать диагональную засечку; то же самое выполнить и с засечки 40 по диагонали на засечку 30;
- 4) соединить точки А-Б, Б-В, В-Г, Г-А; получится прямоугольник АБВГ; построить засечки из точки Г на точку В и соединить их с противоположными им засечками; получится соответствующая сетка квадратов

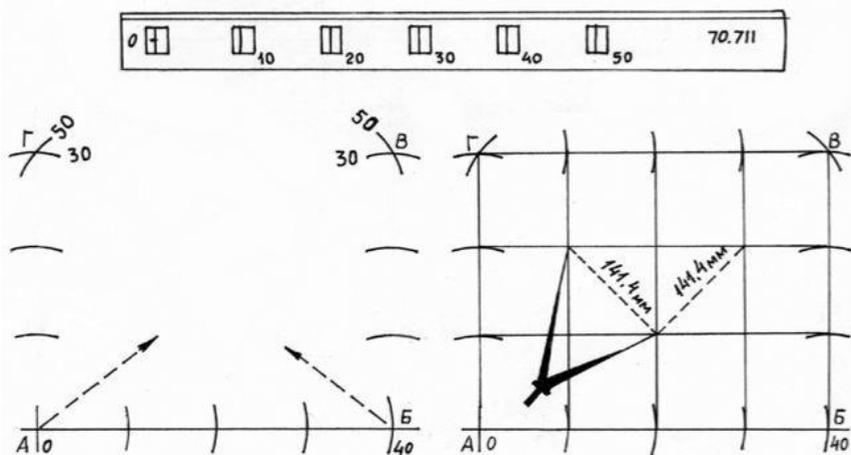


Рис.27 Построение сетки квадратов с помощью линейки Дробышева

Все линии построения необходимо производить карандашом Т, 2Т или 3Т, грифель которого должен быть доведен до острия на мелкой наждачной шкурке. Толщина линий допускается не более 0,1 мм. Проводить линии следует без нажима, сравнительно легким движением по бумаге. Поверхность под листом бумаги должна быть ровной. Ребро линейки и прочерченная линия должны совпадать.

Контроль построения сетки квадратов выполняется проверкой диагоналей каждого квадрата одним раствором циркуля-измерителя, равным 141,4 мм. Разности диагоналей не должны быть более 0,2 мм.

Для оцифровки сетки из ведомости координат съемочного обоснования выписывают максимальные значения x и y . Разность этих значений в соответствующем масштабе дает величину плана, помещаемого на лист. В зависимости от этого и намечают начало координат по оси x и оси y .

Так, для масштаба 1:1000 размер одной клетки – 100 х 100м. Например, $x_{max} = 985,16$ м, $x_{min} = 716,95$ м, $y_{max} = 455,90$ м,

$y_{min} = 105,80$ м. Следовательно, $\Delta x = 250$ м, $\Delta y = 350$ м, т.е. для размещения плана необходимо по оси x иметь 3 клетки, а по оси y – 4 клетки, если масштаб плана 1:1000. Вначале оцифруем сетку по оси x . Нижняя горизонтальная линия сетки должна получить координату 700, т.к. $x_{min} = 716$, а сетка оцифровывается кратно 100 м, а самая верхняя 1000, т.к. $x_{max} = 985$. Надписи цифр выполняются высотой 3мм симметрично горизонтальной линии сетки.

Аналогично оцифровывают сетку по оси y .

Затем приступаем к нанесению на план точек съемочного обоснования.

Для этого вначале находят квадрат расположения наносимой точки, а затем, используя график поперечного масштаба, наносятся точки. Например, $x_1 = 716,95$ м, $y_1 = 105,80$ м, т.к. сотни метров координат подписывают на сетке, то откладывают разность между координатой точки и цифрой подписанной сетки.

$\Delta x = 16,95$ м, $\Delta y = 5,80$ м.

Вычисленные величины откладывают на графике поперечного масштаба с помощью циркуля-измерителя и затем переносят на план. Полученную точку слегка накалывают на плане, обводят кружочком диаметром 15 мм с выступающими в 4 стороны штрихами по 0,5 мм и справа подписывают номер точки в числителе и ее отметку в знаменателе. Аналогичные действия осуществляют при нанесении остальных точек. После этого производят контроль нанесения. Для этого в раствор измерителя в масштабе построения последовательно набирают расстояния между точками съемочного обоснования и, прикладывая измеритель между соответствующими точками, сравнивают полученные отрезки. Расхождения не должны превышать 0,2 мм, если расхождения больше 0,2 мм, то необходимо проверить правильность построения точек.

Следующим этапом идет накладка результатов тахеометрической съемки и горизонтальной съемки. Пикетные или речные точки наносят на план по значениям полярных углов и горизонтальных проложений до речных точек. Полярные углы

строят по транспортиру, а полярные расстояния (горизонтальные проложения) откладывают линейкой или пользуются тахеографом. Около речных точек подписывают их высоты. По углам поворота контура, сообразуясь с зарисовками в абрисе, получают контуры угоний, а предметы местности обозначают условными топографическими знаками.

Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Геометрическое нивелирование: Метод. Указания/ Сост. А. С. Мамаков, Ижевск, 2000. – 13 с.
2. Господинов Г. В., Сорокин В. Н. Топография. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1974.
3. Жмойдяк Р. А. и др. Лабораторные занятия по топографии с основами геодезии. Учеб. пособие для географических фак. вузов. – Минск: Высшая школа, 1979. – 295 с.
4. Колмогоров В.Г. Топография с основами геодезии: учеб. пособие – Новосибирск: СГГА, 2008.–150 с.
5. Лабораторные работы по топографии: Учеб. - метод. пособие / Господинов Г. В., Малахова Г. А., Серапинас Б. Б., Чагина Н. В. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1981. – 84 с.
6. Топография с основами геодезии / Под ред. А.С. Харченко, А.П. Божок. М.; Высш. шк., 1986-304 с.
7. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:25 000 –1:100 000. М. 1983.
8. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5 000 –1:500. М. 1989.
9. Условные знаки для топографических карт масштаба 1:10 000. М.: Недра, 1977. 143 с.

Дополнительная:

1. Дьяков Б. Н. Геодезия. – Новосибирск: СГГА, 1997. – 172 с.
2. Серапинас Б. Б. Введение в ГЛОНАСС и GPS измерения. Учеб. пособие. – Ижевск: Удм. Гос. ун-т, 1999. – 93 с.
3. ГОСТ 10529-96. Теодолиты. Общие технические условия.
4. ГОСТ Р8.563-96. ГСИ. Методика выполнения измерений. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 20с.

Журнал измерения горизонтальных углов

Точка стояния теодолита	Точка визирования	КЛ КП	Отсчёты по гориз. кругу град. мин.	Значение угла в полу-приёме град. мин.	Ср. знач. угла град. мин.
П1		КЛ			
		КЛ			
		КП			
		КП			
П2					
П3					
П4					
П5					

Журнал нивелирования

№ станции	№ реперов, пикетов и промежуточных точек	Отсчеты по рейкам			Превышения h , мм	Средние и исправленные превышения, мм	Горизонт инструмента H_i , м	Высоты H_m
		задние	передние	промежуточные				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
3								
4								
5								
Постр. контроль								

Учебное издание

СОСТАВИТЕЛИ:
ГРИГОРЬЕВ ИВАН ИВАНОВИЧ
КАЗАКОВ АНДРЕЙ ГЕННАДЬЕВИЧ
ПЕРЕВОЩИКОВ АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по учебной топографической практике

Учебно-методическое пособие

Напечатано в авторской редакции с оригинала макета заказчика

Подписано в печать _____. Формат 60x84¹/₁₆.

Усл. печ. л. _____. Уч. - изд. л. _____.

Тираж ___ экз. Заказ № _____

Издательский центр «Удмуртский университет»
426034, Ижевск, Университетская, д.1, корп. 4, каб. 207
Тел./факс: +7 (3412) 500-295 E-mail: editorial@udsu.ru