

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Вятский государственный университет
Факультет строительства и архитектуры
Кафедра «Строительное производство»

С.М. Чернявский

УЧЕБНО-ПОЛЕВАЯ ПРАКТИКА ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ

Учебное пособие

Киров 2010

Печатается по решению редакционно-издательского совета Вятского государственного университета

УДК 528.48(07)

Ч 498

Рецензент: Заслуженный строитель России, доцент К.В.Подкопаевский
(закрытое акционерное общество «Кировагропромпроект»)

С. М. Чернявский Учебно-полевая практика по инженерной геодезии:
учебное пособие.

Изложена методика выполнения основных видов топоосъёмок, приведены примеры геодезических разбивочных работ, примеры работы с геодезическими инструментами при измерениях, порядок выполнения основных поверок нивелиров и теодолитов. Даны основные определения, сведения о методах решения и формулы для вычисления, практические указания по производству геодезических работ. Приведены примеры оформления документов для отчета.

Основное назначение пособия – облегчить самостоятельную работу студента при прохождении учебно-полевой практики. Предлагаемое пособие, позволит студенту осмыслить и закрепить теоретический материал, излагаемый в учебниках, и принесёт пользу в практическом применении геодезических инструментов.

Учебное пособие предназначено для студентов специальностей 270102 и 270105.

Авторская редакция

Компьютерная вёрстка автора

Подписано в печать

Усл. печ. л. 2,75

Бумага офсетная.

Печать матричная

Заказ №

Тираж

Текст напечатан с оригинала - макета, представленного автором.

610000, г. Киров, ул. Московская, 36

Оформление обложки, изготовление – ПРИП ВятГУ.

© С.М. Чернявский 2010

© Вятский государственный университет, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Общие положения.....	6
I.1 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРАКТИКЕ.....	9
II. ВЫДАЧА, СОДЕРЖАНИЕ И ПРИЕМКА ИНСТРУМЕНТОВ.....	10
III. ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА.....	12
III.1. ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКА ТЕОДОЛИТОВ ТОМ, ТЗО, 2ТЗО.....	12
III.2. Рекогносцировка участка теодолитной съемки.....	18
III.3. Измерение расстояний между пунктами.....	20
III.4. Измерение горизонтальных углов.....	22
III.5. Ведение абриса.....	25
III.6. Съемка подробностей.....	25
III.7. Привязка полигона к пунктам геодезической сети.....	27
III.8. Камеральная обработка материалов теодолитной съемки.....	29
III.9. Вычисление угловой невязки и исправленных углов полигона.....	30
III.10. Вычисление дирекционных углов и румбов сторон полигона.....	34
III.11. Вычисление приращений координат.....	36
III.12. Вычисление относительной невязки.....	37
III.13. Вычисление исправленных приращений координат.....	38
III.14. Вычисление координат пунктов полигона.....	39
III.15. Замечания по вычислениям диагональных ходов:.....	40
III.16. Составление и вычерчивание плана.....	40
III.17. Определение площади замкнутого полигона.....	42
III.18. Перечень документов, представляемых в отчете.....	43
IV. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА.....	44
IV.1. Поверка вертикального круга.....	44
IV.2. Определение постоянного слагаемого дальномера.....	46
IV.3. Рекогносцировка.....	47
IV.4. Замечания по организации полевых работ.....	47
IV.5. Работа на станции по прокладке тахеометрического хода.....	48
IV.6. КРОКИ.....	52
IV.7. Работа на станции по съемке ситуации и рельефа.....	53
IV.8. Привязка тахеометрического хода.....	55
IV.9. Камеральные работы при тахеометрической съемке.....	56
IV.10. Вычисление угловой невязки. Увязка превышений. Вычисление высотных отметок.....	56
IV.11. Графическая увязка тахеометрического хода.....	59
IV.12. Обработка материалов съемки подробностей.....	63
IV.13. Составление и оформление плана.....	64
IV.14. Перечень документов, представляемых в отчете.....	66
V. ПРОДОЛЬНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ.....	67
V.1. Поверки нивелиров НВ-1, НЗ.....	67
V.2. Рекогносцировка и закрепление оси трассы.....	70
V.3. Разбивка пикетажа.....	71
V.4. Съемка ситуации. Пикетажная книжка.....	75

V.5. Расчет детальной разбивки кривой и вынос кривой в натуру.....	76
V.6. Общие замечания по нивелированию трассы. Порядок работы на станции.....	77
V.7. Камеральная обработка нивелирного журнала.....	82
V.8. Построение продольного профиля трассы.....	84
VI. ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА. НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ.	90
VI.1. Разбивка сетки квадратов.	90
VI.2. Нивелирование поверхности.	93
VI.3. Камеральная обработка материалов нивелирования.....	95
VI.4. Вычерчивание плана.	95
VI.5. Вертикальная планировка строительной площадки с нулевым балансом земляных работ	96
VII. НЕКОТОРЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ЗАДАЧИ	100
VII.1. Вынос угла заданной величины	100
VII.2. ПЕРЕНЕСЕНИЕ НА МЕСТНОСТЬ ПРОЕКТНОЙ ДЛИНЫ ОТРЕЗКА	101
VII.3. Перенесение на местность заданной отметки	102
VII.4. Вынос линии с заданным наклоном.....	103
VII.5. Определение неприступного расстояния.....	106
VII.6. Определение высоты недоступного сооружения.....	107
VII.7. Определение величины и направления крена инженерных сооружений башенного типа.	108
VII.8. Вынос осей сооружения с генерального плана в натуру.	114
VII.9. Наблюдения за осадками сооружений.....	117
VII.10. Материалы по решению инженерных задач, предъявляемые в отчете.	119
VIII. Замечания по оформлению отчета по геодезической практике.....	120
IX. ПРИЛОЖЕНИЯ	121
Приложение 1. Акт проверок теодолита.....	121
Приложение 2 ЖУРНАЛ ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ / ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ / х	122
Приложение 3 ЖУРНАЛ ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ МЕТОДОМ КРУГОВЫХ ПРИЕМОВ.....	123
Приложение 4 Ведомость вычисления координат замкнутого теодолитного хода с привязкой к одному из его пунктов	124
Приложение 5 Ведомость вычисления координат замкнутого теодолитного хода с привязкой к двум его пунктам.....	125
Приложение 6 Ведомость вычисления координат разомкнутого теодолитного хода.....	126
Приложение 7 Ведомость вычисления координат висячего теодолитного хода.....	127
Приложение 8. Акт проверки вертикального круга теодолита	128
Приложение 9 АКТ определения постоянного слагаемого дальномера при теодолите.....	129

Приложение 10 Полевой журнал тахеометрической съемки	130
Приложение 11 Ведомость увязки превышений и вычисления высотных отметок пунктов замкнутого тахеометрического хода.....	131
Приложение 12 Ведомость увязки превышений и вычисления высотных отметок пунктов разомкнутого тахеометрического хода	132
Приложение 13 Ведомость увязки превышений и вычисления высотных отметок	133
Приложение 14 Акт поверок нивелира	134
Приложение 15 Ведомость вычисления основных элементов кривой	135
Приложение 16 Ведомость вычислений координат точек кривой для ее детальной разбивки.....	136
Приложение 17 Журнал геометрического нивелирования с двухсторонними рейками.....	137
Приложение 18 Ведомость вычислений высотной отметки горизонтальной площадки и объемов земляных работ.....	138
Приложение 19 Перенесение на местность заданной основных элементов отметки	139
Приложение 20 Определение неприступного расстояния.....	140
Приложение 21 Определение направления и величины крена дымовой трубы (Способ координат).....	141
Приложение 22 Определение направления и величины крена дымовой трубы (Способ прямоугольных координат).....	143
Приложение 23 ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА КРЕНОМ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ (Способ прямоугольных координат).....	144
Приложение 24 ВЫНОС ОСЕЙ СОРУЖЕНИЯ В НАТУРУ	145
Приложение 25. Отчёт о работе бригады	147
Приложение 26 Ведомость вычисления осадок здания	148
Список литературы	149

I. Общие положения

1. В соответствие с учебным планом учебно-полевая практика по инженерной геодезии – завершающий этап геодезической подготовки будущего инженера - строителя. Время и места её проведения утверждаются приказом по университету.

2. К геодезической практике допускаются студенты, получившие положительные оценки по расчетно-графическим работам, отчитавшиеся по лабораторным работам и сдавшие экзамены летней сессии.

3. Лаборатория инженерной геодезии обеспечивает студентов в период практики геодезическим инструментом и вспомогательными принадлежностями, за исключением канцелярских.

4. На время прохождения практики студенты объединяются в рабочие бригады и избирают бригадира. В обязанности бригадира входит:

- Контроль получения инструментов, принадлежностей и снаряжения на бригаду;

- Распределение работы среди членов бригады – каждый из них должен быть исполнителем всех видов и этапов работ;

- Контроль дисциплины в бригаде;

- Контроль исполнения правил техники безопасности при выполнении геодезических работ;

- Контроль ведения дневника бригады, в котором показывают какие работы и в каком объёме выполнены за день, кто и каким видом работ был занят в течение дня, сведения об отсутствовавших и опоздавших.

Для выполнения своих обязанностей бригадир освобождается от строительных работ и поручений, не связанных с прохождением практики.

5. Студенты должны бережно обращаться с инструментами, предохранять их от поломок, загрязнения и дождя. За повреждение инструмента виновные несут материальную ответственность.

6. Студентам необходимо аккуратно пользоваться учебно-методической и технической литературой при работе в поле. Для лучшей

сохранности литературы рекомендуется применять специальные обложки, корочки и обертки. Носить документацию и литературу в полевых сумках. В случае приведения литературы в ветхое состояние из-за небрежного отношения к ней, бригаде может быть предъявлено требование о возмещении материального убытка.

7. Студенты должны бережно относиться к озеленениям, лесонасаждениям, не портить заборы, не вытаптывать газоны и посевы. За порчу любого из названных объектов бригада несёт полную ответственность, включая и материальную.

8. При ведении полевой документации нужно соблюдать следующие правила:

- Перед началом работ все страницы полевых журналов и многолистных документов должны быть пронумерованы. О количестве страниц в конце документа делают соответствующую запись с подписью бригадира и указанием даты;

- В полевых условиях все записи и зарисовки выполняют простым отточенным карандашом;

- При записях отсчетов по приборам категорически запрещается применение стиральной резинки;

- Ошибочные записи отсчетов или результатов измерений зачёркивают одной чертой, но так, чтобы зачёркнутое можно было легко прочитать. Правильную запись выполняют рядом или выше;

- Ведение полевой документации требует максимальной чистоты и аккуратности. Эти документы выполняют без каких-либо переделок, т.е. они являются оригиналом. Переписанная «набело» документация является копией с присущими ей ошибками, допущенными при переписывании.

9. В ходе практики бригада должна выполнить следующие виды работ:

- Теодолитная съёмка застроенного участка площадью 2 – 2,5 гектара в масштабе 1:500;

- Тахеометрическая съёмка застроенного участка площадью 2 – 2,5 гектара в масштабе 1:500;
- Продольное нивелирование трассы с установкой пикетов и основных точек кривой. Длина трассы 1 – 1,2 километра;
- Нивелирование строительной площадки по квадратам. Площадь нивелируемого участка 0,5 – 0,7 гектара;
- Разбивочные работы по выносу проектного угла, откладыванию отрезка заданной длины, выносу проектных отметок, осей сооружений в натуру, выносу линий с заданным уклоном;
- Решение инженерных задач по определению неприступного расстояния, высоты недоступного объекта, направления и величины крена инженерных сооружений башенного типа, определения величины осадок зданий.

10. Приёмка и контроль работ осуществляются в процессе выполнения каждого вида работ. Выполненная работа (или часть её), не соответствующая требованиям действующих инструкций, допусков, с нарушениями технологии, подлежит переделке.

11. Руководитель отряда производит проверку каждого вида работ после оформления. Он проверяет содержание, правильность и полноту материала, качество исполнения и обработки. Все замечания руководителя отряда бригада вносит в корректурную тетрадь, которая прилагается к отчету и является обязательным документом.

12. Практика завершается составлением бригадой отчета, проверкой его руководителем отряда и руководителем практики, опросом студентов по материалам практики и проставлением дифференцированного зачёта.

13. По результатам защиты каждый студент получает три оценки:

- За полевую работу;
- За обработку, вычисления и оформление материалов;
- За ответы при сдаче материалов.

14. На основании полученных оценок выводится оценка по данному виду работ, при этом если одна из оценок неудовлетворительная, то окончательная оценка по виду работ будет только «неудовлетворительно». Окончательно оценка за учебную практику выводится как средняя из оценок, полученных по отдельным видам работ, при этом все оценки должны быть положительными.

I.1 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРАКТИКЕ

При геодезических работах в полевых условиях необходимо соблюдать меры по предупреждению несчастных случаев.

1. Работать с исправным инструментом. Топоры должны быть плотно насажены с расклиниванием. Вешки и штативы нельзя переносить острыми концами назад. Инструмент использовать только по назначению.

2. При работе на обочинах дорог и проездов нужно внимательно следить за движением транспорта.

3. При работе под линиями электропередачи нельзя приближаться на опасно близкое расстояние к проводам, находящимся под напряжением, с инструментами: вешками, рейками, лентами.

4. При работе в лесу, населенных пунктах нельзя захламлять местность, разводить костры. Заметив признаки пожара, нужно немедленно приступить к тушению их и оповестить пожарную охрану.

5. С приближением грозы следует немедленно прекратить работы, сложить в стороне все металлические приборы и инструменты, а с началом грозы спрятаться в укрытие, не теряя из наблюдения остальное имущество. Во время грозы нельзя становиться под деревья, помня, что молния ударяет в высокие предметы. Нельзя приближаться более, чем на 10 м к громоотводу и выдающимся по высоте объектам. Нельзя также ходить по возвышенным местам и открытым равнинам, стоять около опор электропередач.

6. Для предотвращения ранений ног не рекомендуется работать босиком. Нельзя лежать на сырой земле. Для защиты от солнца и непогоды нужно надевать соответствующую одежду и головные уборы.

7. Купание разрешается исключительно только в свободное от работы время под надзором опытного пловца.

8. Запрещается пить воду из сомнительных источников.

9. Запрещается забивать колышки на проезжей части дорог и на пешеходных тропях. По окончании работ все колышки следует собрать или забить их, сровняв с землей.

II. ВЫДАЧА, СОДЕРЖАНИЕ И ПРИЕМКА ИНСТРУМЕНТОВ

1. Бригада получает инструмент и другие принадлежности от лаборанта кафедры под расписку. При этом бригадир совместно с лаборантом осматривают его, обращая внимание на:

- исправность уровня;
- исправность штативов, микрометрических (наводящих) винтов, закрепительных, исправительных и станкового винтов;
- плавность хода подвижных частей;
- сохранность стекол и линз;
- чистоту поверхности лимба и алидады, а также поле зрения трубы;
- четкость изображения сетки нитей;
- чистоту и исправность мерных лент и всех остальных приборов и принадлежностей.

2. Разбирать инструмент студентам категорически запрещается. Можно делать только исправления, предусмотренные поверками.

3. Теодолиты и нивелиры разрешается доставлять к месту работ только в футлярах, не допуская в них хранения посторонних вещей.

4. В конце рабочего дня инструмент необходимо очистить от пыли и грязи, обращая особое внимание на мерные ленты и рулетки. Чистку оптической части приборов можно производить только специальной кисточкой или фланелью.

5. В случае утери, поломки инструмента или его частей бригадир составляет акт, в котором подробно излагаются причины, обстоятельства и виновные. Акт вместе с вышедшим из строя инструментом передается лаборанту.

6. При грубой установке инструмента на станции зажимные винты-барашки надо ослаблять. Винты-барашки затягивают после установки площадки в горизонтальное положение и центрирования.

7. Нельзя прилагать излишнего физического усилия при работе с подъемными, закрепительными, наводящими и, особенно, исправительными винтами, помня, что приборы, относящиеся к точной механике и оптике дорогостоящи, чувствительны и требуют деликатного, бережного обращения.

8. Необходимо помнить, что исправительными винтами пользуются только при поверках инструмента. В процессе работы ими пользоваться нельзя.

9. Нельзя оставлять инструмент в поле без присмотра, а переносить инструмент со станции на станцию разрешается только в вертикальном положении штатива. Нельзя оставлять собранный инструмент прислоненным к стене, стволам деревьев, сложенным на землю.

10. Измеряя расстояния мерной лентой, необходимо следить, чтобы не образовались витки, «жучки», которые во всех случаях без исключения при натяжении ленты ведут к ее поломке.

11. На незначительные расстояния мерную ленту можно переносить в развернутом положении, но обязательно вдвоем. При этом необходимо следить за тем, чтобы она не скручивалась и не делала витков; если лента зацепилась за что-нибудь, то ее нужно осторожно освободить, а не вытягивать с силой.

12. При работе с лентой вблизи дорог нужно внимательно следить за тем, чтобы по ней не проехал транспорт.

13. Запрещается использовать вешки, нивелирные рейки не по назначению, (например, для переноски грузов).

14. Если при работе в поле начинается дождь, то геодезические инструменты следует убрать в футляры и закрыть специальными чехлами.

15. Свободный от полевых работ инструмент бригада сдает лаборанту с тем же осмотром, который указан в пункте 1.

III. ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА

Для выполнения теодолитной съемки бригада получает следующие инструменты и снаряжение:

1. теодолит со штативом и отвесом;
2. мерную ленту с комплектом шпилек;
3. вешки (2 шт.);
4. эклиметр;
5. экер;
6. топорик;
7. полевой журнал;
8. полевую сумку.

Кроме того, бригада должна приобрести: колышки (20 штук), рабочую тетрадь, карандаши простые, ножик для их заточки, линейчку и резинку для исправления полевых зарисовок.

Для обеспечения необходимой точности работ перед полевыми работами по съемке производят поверки теодолита. Результаты этих проверок фиксируют в специальном акте (приложение 1).

III.1. ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКА ТЕОДОЛИТОВ ТОМ, ТЗО, 2ТЗО

В оптических теодолитах выделяют следующие основные оси (Рис.1):

- вертикальная ось JJ вращения прибора ;
- визирная ось VV зрительной трубы (прямая, проходящая через крест сетки нитей и оптический центр объектива);
- горизонтальная ось ТТ (ось вращения трубы);
- ось UU уровня горизонтального крута (касательная к внутренней поверхности ампулы в ноль-пункте).

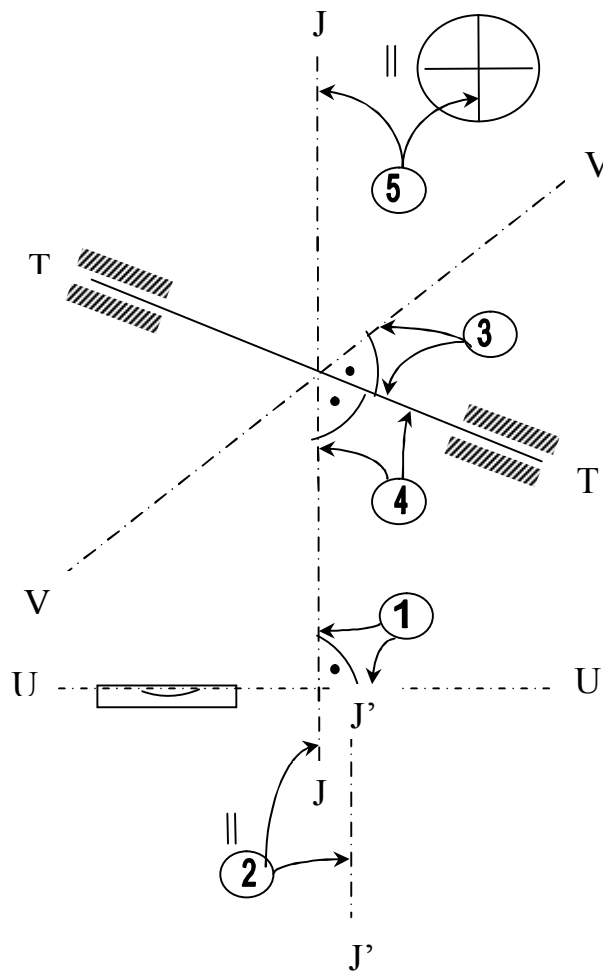


Рис. 1

При работе с прибором должны быть выполнены требования по взаимному расположению его основных осей, которое проверяется рядом действий, производимых в строгой последовательности и называемых поверками.

Устранение же выявленных отклонений от перечисленных условий называют юстировками. Необходимым условием при производстве поверок являются устойчивое положение теодолита со штативом и соблюдение очередности проведения поверок.

Приведение вертикальной оси теодолита в вертикальное положение.

Эта операция выполняется при установке теодолита в рабочее положение перед началом измерений. Теодолит поворачивают в положение 1 и винтами 1 и 2 выводят пузырек на середину ампулы, поворачивают теодолит в положение II и выводят пузырек в ноль-пункт винтом 3. Если условие перпендикулярности осей UU и JJ соблюдено, то ось JJ должна при

этом занять вертикальное положение. Контролем приведения оси JJ в отвесное положение служит поведение пузырька после поворота теодолита в положение III. Подтверждением отвесного положения оси JJ и перпендикулярности к ней оси UU служит положение пузырька в ноль - пункте.

ПЕРВАЯ ПОВЕРКА: Перпендикулярность оси цилиндрического уровня горизонтального круга к вертикальной оси прибора.

Поверку начинают с приведения подъемных винтов в такое положение, чтобы каждый из них имел примерно одинаковый запас вращения в обоих противоположных направлениях. Поворачивают теодолит в положение I /рис.2/. при котором уровень должен быть расположен по направлению двух подъемных винтов, например, 1 и 2. Если при этом пузырек уровня займет положение, изображенное на рис. 2 сплошной линией, то, действуя одновременно обеими руками, вращением винтов 1 и 2 по сплошным стрелкам, выводят его на середину ампулы /нуль-пункт/.

Если же пузырек отклонится вправо от ноль-пункта (на рис. 2 он изображен точечным пунктиром), то, выводя его на ноль-пункт, винты I и 2 вращают (также одновременно) по пунктирным стрелкам.

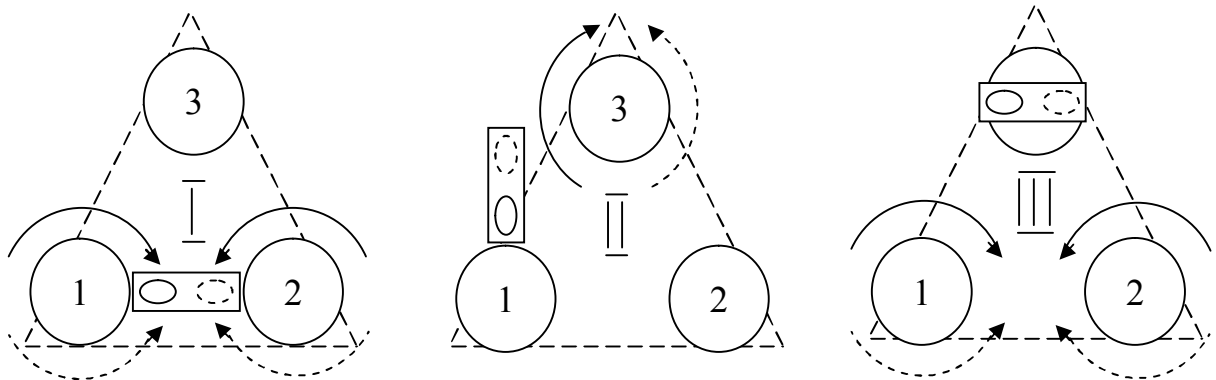


Рис.2

Далее теодолит поворачивают так, чтобы уровень занял положение II, перпендикулярное положению I. Если при этом пузырек отклонится от ноль-пункта в сторону винта 1 (на рис. 2 он показан сплошной линией), то, действуя винтом 3, его выводят на ноль-пункт. А если он отклонится в

сторону винта 3 (на рис. 2 он показан пунктиром), то его выводят на нуль-пункт вращением винта 3 по пунктирной стрелке. После выведения пузырька на нуль-пункт теодолит поворачивают (в том же направлении, в каком его поворачивали в положение II) в положение III. Если при этом пузырек установится на нуль-пункт или отклонится от него не более чем на 0,5 деления, то это показывает, что в данном теодолите условие поверки выполнено. Если условие не выполнено, то производят юстировку. При отклонении пузырька от нуль-пункта в сторону более чем на 0,5 деления, на половину отклонения его перемещают к нуль-пункту винтами 1 и 2, а на вторую половину возвращают исправительным /юстировочным/ винтом уровня. При этом, работая винтами 1 и 2, соблюдают уже описанное правило соответствия между положением пузырька и направлением вращения подъемных винтов. Все операции поверки повторяют до тех пор, пока при установке уровня в III положении пузырек не займет требуемое положение в нуль-пункте.

Может случиться, что после приведения уровня в положение III пузырек окажется в несвободном положении, (упрется в один из концов ампулы). В таких случаях определить величину отклонения пузырька от нуль-пункта становится невозможно. Выход находят в следующем.

Сначала пузырек выводят на нуль-пункт исключительно одними подъемными винтами, считая обороты. Затем на половину сосчитанных оборотов вращением винтов 1 и 2 пузырек перемещают в ту сторону, откуда его перемещали на нуль-пункт. Возвращение пузырька, на нуль-пункт выполняют юстировочным винтом. Так проделывают несколько раз, пока не достигнут того, чтобы пузырек в III положении уровня не доходил до края ампулы уровня. После этого поверку выполняют, как описано выше. При бережном отношении с теодолитом достигнутое условие перпендикулярности оси UU к оси JJ может сохраняться на протяжении длительного времени.

ВТОРАЯ ПОВЕРКА: Совпадение осей вращения алидады и лимба горизонтального круга

Ось вращения прибора – понятие обобщенное и предполагает совместимость осей вращения лимба и алидады горизонтального круга. Но не всегда эти оси (JJ и J'J' ; Рис.1) совмещены или параллельны одна другой.

Поверка этого условия выполняется после тщательной поверки уровня горизонтального круга. Теодолит устанавливают в рабочее положение, закрепляют алидаду горизонтального круга, открепляют лимб горизонтального круга и поворачивают теодолит на 180° . Если после поворота прибора пузырек уровня горизонтального круга остается на середине ампулы, то ось вращения лимба вертикальна, а следовательно она совпадает с осью алидады или параллельна ей. Если после поворота на оси лимба пузырек отклонится от нуля - пункта более чем на половину деления, то в процессе измерений горизонтальных углов этим теодолитом будет необходимо после каждого поворота лимба приводить ось алидады в вертикальное положение подъемными винтами.

ТРЕТЬЯ ПОВЕРКА: Визирная ось трубы VV должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси вращения трубы.

После приведения оси вращения прибора в отвесное положение закрепляют лимб горизонтального круга и при КП визируют с небольшим наклоном трубы (не более 2°) на удаленную точку, берут отсчет П по горизонтальному кругу. Без открепления лимба визирование на ту же точку повторяют при КЛ и берут отсчет Л.

По формуле:

$$C = \frac{П - Л + 180^{\circ}}{2}$$

определяют коллимационную погрешность С.

Если $C \leq 2t$ (где t -точность отсчета) то принимают, что условие поверки выполнено. В противном случае выполняют юстировку - выводят

визирную ось трубы в положение, перпендикулярное горизонтальной оси вращения трубы. Для этого вычисляют средний отсчет М из отсчетов П и Л:

$$M = \frac{П + Л \pm 180^\circ}{2}.$$

Далее, не открепляя лимб, алидаду горизонтального круга наводящим винтом ставят на отсчет, равный М. При этом крест сетки нитей сойдет с изображения наблюдаемой точки. Сняв защитный колпачок с трубы, и вращая юстировочные винты сетки нитей, выводят крест на изображение наблюдаемой точки. Для контроля рекомендуется повторное определение погрешности С.

ЧЕТВЕРТАЯ ПОВЕРКА: Горизонтальная ось вращения трубы должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения прибора.

Установив теодолит в 30-40 м от стены здания, тщательно приводят вертикальную ось прибора в отвесное положение (рис.3). Наводят крест сетки нитей на высоко расположенную точку стены (а). Затем трубу при закрепленном горизонтальном круге наклоняют примерно до горизонтального положения и против креста сетки нитей отмечают на стене точку a^1 . Далее зрительную трубу переводят через зенит и все действия повторяют, получая точку a^2 . Если окажется, что отрезок a^1a^2 умещается в бисекторе сетки нитей (сдвоенные на близком расстоянии вертикальные нити сетки), то считают, что названные оси перпендикулярны. В противном случае, теодолит передают в мастерские.

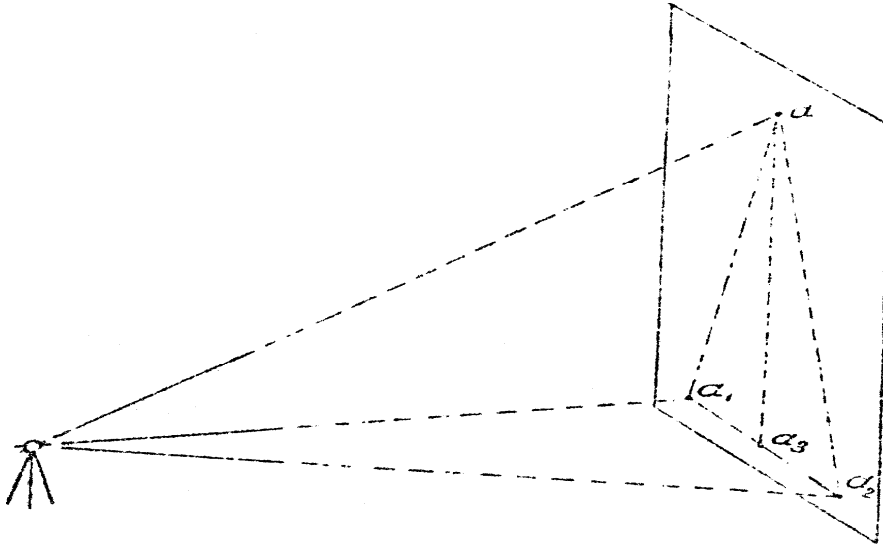


РИС. 3

ПЯТАЯ ПОВЕРКА: Горизонтальная нить сетки нитей должна быть перпендикулярна вертикальной оси прибора, а вертикальная нить параллельна вертикальной оси.

Наводят крест сетки нитей на хорошо видимую точку местности и медленно поворачивают алидаду. Если при этом изображение наблюдаемой точки не будет сходиться с горизонтальной нити сетки, то считают, что эта нить перпендикулярна вертикальной оси прибора. В противном случае, производят юстировку сетки нитей юстировочными винтами сетки.

Параллельность вертикальной нити сетки нитей и вертикальной оси прибора устанавливают таким же образом, только после визирования крестом сетки на точку поворачивают не алидаду горизонтального круга, а трубу вокруг ее горизонтальной оси без поворота алидады и следят при этом, не сходит ли изображение точки с вертикальной нити сетки.

III.2. Рекогносцировка участка теодолитной съемки

Полевые работы по теодолитной съемке начинают с рекогносцировки, во время которой преподаватель знакомит бригаду с участком съемки, пунктами опорной геодезической сети и условиями привязки к ним. На участке бригада самостоятельно назначает и закрепляет колышками пункты

(вершины) будущего теодолитного хода (полигона). При этом бригада руководствуется следующими положениями:

- а) расстояние между пунктами должно быть в пределах 50 – 300 м;
- б) с каждого пункта должна быть взаимная видимость на два соседних;
- в) колышки, обозначающие пункты полигона, должны забиваться в таком месте, чтобы можно было без затруднений не только поставить теодолит, но и работать с ним;
- г) полигоны стараются прокладывать по замкнутому контуру снимаемого участка, по местам, удобным для производства линейных измерений (обочины дорог, улиц, аллей, проездов, просек и т.д.);
- д) при необходимости обеспечить съемку внутри участка, когда подлежащие съемке объекты не доступны ни с одной точки сторон полигона, между пунктами полигона прокладывают диагональные ходы;
- е) пункты теодолитного хода назначают и закрепляют таким образом, чтобы обеспечить им наибольшую сохранность;
- ж) колышки, обозначающие пункты полигона и диагональных ходов, окапывают кольцевой канавкой, а рядом с ним забивают другой колышек, повыше, несущий запись номера обозначенного пункта и бригады, - сторожок;
- з) колышки забивают на уровне с землей, сторожки – по биссектрисе внутреннего угла, причем запись номера пункта и бригады на сторожках делают со стороны колышков;
- и) на асфальтированных участках пункты полигонов и диагональных ходов можно закреплять засверливанием отверстий и очерчиванием масляной краской круглого контура;
- к) для более точного обозначения центра пунктов в колышки иногда забивают гвозди шляпками до уровня с торцевой поверхностью колышка;

- л) размеры колышков зависят от крепости грунта, их длина может быть в пределах 15 – 30 см.

III.3. Измерение расстояний между пунктами

После рекогносцировки приступают непосредственно к съемке, которая заключается в измерениях расстояний между пунктами полигона, горизонтальных углов между сторонами полигона, съемке ситуации (подробностей) и привязке к пунктам опорной геодезической сети (твердым пунктам).

Горизонтальные углы измеряют теодолитом. Пункт полигона с установленным для измерения горизонтального угла теодолитом называют станцией. Цикл работ, выполняемых бригадой на каждой станции, постоянен. На каждой станции бригада разбивается на две группы: одна занимается измерением горизонтального угла, другая - измерением расстояний между станцией и задним пунктом, между станцией и передним пунктом. Затем бригада снова объединяется для выполнения съемки подробностей.

Пример станции 4 (рис.4) позволяет рассмотреть процесс измерения расстояний мерной лентой. В работе участвуют два мерщика и один – ведущий полевые зарисовки (абрис).

На пункте 4 измерения горизонтального угла бригада устанавливает теодолит, а на пунктах 3 и 5 – вешки. Вешки втыкают в грунт, по соседству с колышками в направлении от станции.

Ленту разматывают, и первый мерщик, взяв пять шпилек и оставив одну заднему мерщику, за ручку протягивают ее в направлении к вешке 3. Задний мерщик медленно, по мере движения переднего, разматывает ленту, не допуская петель и «жучков».

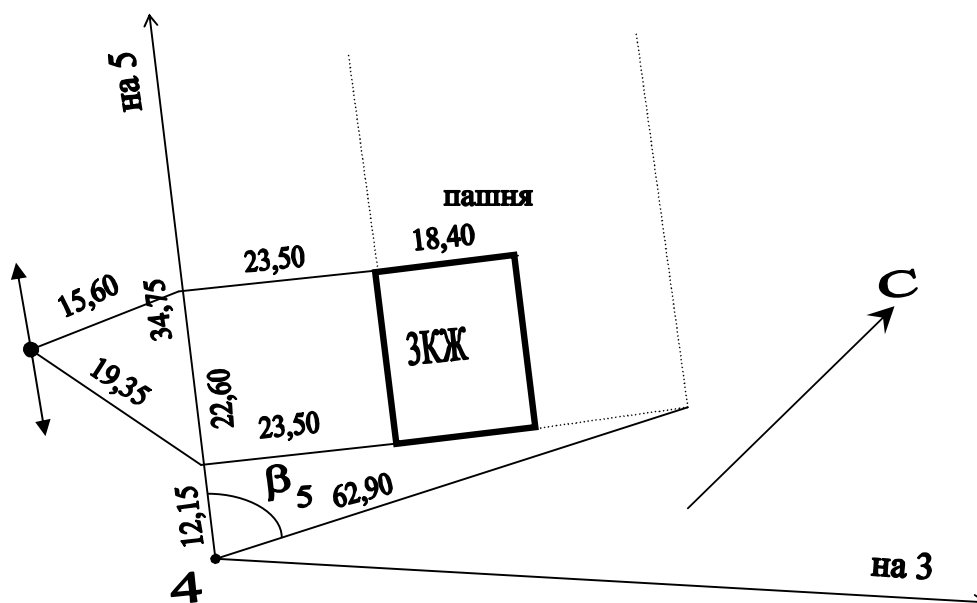


Рис.4

Когда лента размотана, задний мерщик подтягивает конец ленты к колышку 4, втыкает в центр колышка шпильку и закрепляет за нее крючок ленты. Придерживая шпильку в вертикальном положении одной рукой, задний мерщик другой рукой сигнализирует переднему, чтобы он, вытянув ленту, зацепил ее за шпильку и воткнул шпильку в грунт точно в створе линии 4 - 3. Перед последним натяжением ленты ее слегка встряхивают. После натяжения ленты и закрепления шпильки передним мерщиком задний мерщик извлекает шпильку из колышка 4, передний мерщик выводит ленту из зацепления с воткнутой им шпилькой, и оба мерщика, соблюдая постоянный интервал, движутся с лентой в направлении вешки 3. Задний мерщик, дойдя до шпильки, оставленной передним мерщиком, закрепляет на ней конец ленты, как это он делал на колышке 4.

Далее процесс измерения продолжается таким же образом. Израсходовав все шпильки, передний мерщик обращается за ними к заднему мерщику, который собирал их. Количество собираемых шпилек должно быть одинаково и равно пяти. Момент передачи шпилек соответствует расстоянию, равному 100 м.

При подходе к концу измеряемой линии передний мерщик протягивает ленту вперед за колышек 3, а затем, положив ленту, подходит к колышку 3, натягивает ленту и отсчитывает расстояние от последней воткнутой шпильки до центра колышка с точностью до сантиметра. Количество свободных шпилек, оставшихся у заднего мерщика, указывает на количество целых лент после последней передачи. Шпилька, воткнутая в грунт, не учитывается. Полученное расстояние записывают в абрис, который ведет третий член группы мерщиков. Точно таким же образом бригада измеряет и расстояние от станции 4 до пункта 5.

На каждой станции измеряют одно расстояние назад, другое – вперед. Все стороны полигона оказываются измеренными дважды – вперед и обратно. Для каждой линии результаты обоих измерений сопоставляют. Если разница результатов измерений не превышает $1/2000$ измеренного расстояния, то достигнутая точность измерений считается допустимой. На каждой линии эклиметром измеряют вертикальный угол с записью результатов в абрисе.

III.4. Измерение горизонтальных углов

При установке теодолита на станции для измерения горизонтальных углов его обязательно центрируют, т.е. вертикальную ось вращения приводят к отвесной линии, проходящей через центр колышка, обозначающего пункт. Центрирование (в зависимости от марки теодолита) выполняют или отвесом, или с помощью специального оптического устройства (оптического отвеса). Точность центрирования 3 – 5 мм. Для обеспечения такой точности центрирование выполняют в комбинации с приведением вертикальной оси вращения к отвесной линии. Как известно, вертикальную ось вращения приводят к отвесной линии с помощью подъемных винтов и уровня при горизонтальном круге. Если окажется, что подъемными винтами не удастся добиться такого положения, при котором пузырек уровня находился бы на середине при вращении горизонтального круга, то нужно произвести первую поверку теодолита.

Если от станции исходит не более двух направлений, горизонтальные углы измеряют способом приемов.

Измерение углов способом приемов рассматривается на примере станции 4 (рис. 4). После центрирования теодолита и приведения вертикальной оси к отвесной линии при закрепленном лимбе и КП визируют на вешку, установленную на заднем пункте 3. Точное визирование креста сетки нитей на вешку обязательно выполняют только наводящими винтами алидады и трубы. Заметим, что наводку выполняют на основании видимой части вешки: при наличии кривизны и отклонения вешки от вертикали визирование на другие точки вешки могут привести к большой величине ошибки измерения угла.

После точного наведения берут отсчет в градусах и минутах по горизонтальному кругу. Отсчеты записывают в полевой журнал теодолитной съемки (приложение 2). Пусть этим отсчетом в нашем примере будет $358^{\circ} 59' 5$. Далее, не открепляя лимба, таким же образом визируют на вешку 5 и получают отсчет $110^{\circ} 18' 5$. Имея отсчеты на задний и передний пункты, определяют значение измеряемого угла по полуприему КП, руководствуясь правилом: правый по ходу угол равен отсчету на заднюю точку минус отсчет на переднюю, а левый угол – отсчету на переднюю точку минус отсчет на заднюю. В нашем примере нас интересует правый угол, поскольку он является внутренним углом полигона. Его значение равно $148^{\circ} 41' 0$. Заметим, что если при вычислении угла в полуприеме получается отрицательный результат, то к нему прибавляют период 360° . Далее измерения продолжают при полуприеме КЛ, для перехода на который, открепив алидаду, поворачивают её примерно на 180° и поворачивают через зенит зрительную трубу. Работу при полуприеме КЛ выполняют в такой же последовательности, как и при полуприеме КП. За окончательный результат принимают среднее значение угла из двух полуприемов.

На расхождение значений угла, полученных в разных полуприемах, соблюдают допуск: расхождение не должно превышать удвоенную точность верньера. При несоблюдении этого допуска весь прием переделывают, а записи по забракованному приему зачеркивают одной диагональной чертой.

В тех случаях, когда от станции исходит более двух направлений, углы измеряют способом круговых приемов. Разберем этот способ на примере станции V (рис.4).

При закрепленном лимбе и КП визируют по начальному направлению на любой из пунктов. В примере начальное направление принято направление на пункт VI. Отсчеты записывают в полевой журнал (приложение 3). Не открепляя лимба, таким же образом визируют, берут отсчеты и записывают их в журнал на остальные пункты. Работу при КП заканчивают повторным визированием на начальный пункт VI. Расхождение между отсчетами на этот пункт допускают также не более удвоенной точности инструмента. Для перехода на полуприем КЛ все сделанное при КП повторяют. Иногда, с целью уменьшения ошибки от увлечения лимба алидадой, последовательность наблюдений меняют на обратную, то есть поворачивают алидаду горизонтального круга против часовой стрелки. После законченного кругового приема в полевом журнале имеют средние отсчеты на каждый пункт, причем в каждом полуприеме по два отсчета на начальное направление: в начале полуприема и в конце. Угол вычисляют как разности между средними отсчетами на соответствующие пункты. При вычислении углов нужно обязательно помнить, что отсчеты по лимбу возрастают по часовой стрелке и при получении отрицательного результата нужно прибавлять период 360° . На расхождение значений одних и тех же углов по разным полуприемам соблюдают допуск: оно не должно быть более удвоенной точности инструмента.

III.5. Ведение абриса

Абрис – это схематический полевой чертеж, на котором изображают всю ситуацию снимаемого участка. Место для абриса иногда отводят в полевом журнале теодолитной съемки. Его ведет один из мерщиков, занимающихся измерением длин сторон полигона. Поскольку полевой журнал в бригаде один, а одновременно работают две группы, то абрис разрешается вести не только в журнале, но и в рабочей тетради, специально отведенной для этого. При небольших расстояниях между пунктами возникает возможность пользоваться полевым журналом обеим группам.

Абрис в виде целого чертежа участка съемки выполняют только в случае небольших полигонов и при несложной, малочисленной ситуации. В большинстве случаев ведут абрис по частям. Каждая часть относится к одной – двум станциям.

В абрисе записывают числовые результаты измерений, производят зарисовку расположения различных снимаемых объектов, прочерчивают направление магнитного меридиана, записывают некоторые важные характеристики объектов (грузоподъемность мостов, скорость течения рек и т.д.)

Абрис является важнейшим полевым документом, без которого невозможно составление плана по результатам съемки. Поэтому бригада должна относиться к нему внимательно и бережно. Он выполняется аккуратно и достаточно полно без расчета на переделку. На рисунке 3 в качестве примера приведен абрис станции 4.

III.6. Съемка подробностей

После измерений горизонтального угла и расстояний от станции до заднего и переднего пунктов бригада занимается съемкой подробностей (ситуации). Для съемки ситуации существует несколько способов (рис.4).

СПОСОБ ПЕРПЕНДИКУЛЯРОВ заключается в линейных измерениях по двум взаимно перпендикулярным направлениям, одним из которых является сторона хода, другим – перпендикуляр, опущенный от снимаемой точки объекта на сторону хода. На приведенном рисунке 4 этим способом

снято здание ЗКЖ (трехэтажное, каменное, жилое). Измеренными расстояниями здесь являются: 12,15 м; 34,75 м; 23,50 м; 23,50 м. Первые два расстояния измерены МЕТОДОМ СТВОРОВ по стороне 4 – 5 от пункта 4, а вторые – длины перпендикуляров. Съемку этого здания дополняет МЕТОД ОБМЕРА: длина здания 22,60 м и ширина 18,40 м.

Если длины перпендикуляров превышают: 6 м при масштабе съемки 1:2000, 4 м при масштабе съемки 1:1000, 3 м при масштабе съемки 1: 500, то они строятся не на глаз, а с помощью экера.

МЕТОД ЛИНЕЙНЫХ ЗАСЕЧЕК на приводимом рисунке применен для съемки столба линии электропередачи. Линейная засечка выполнена с оснований упомянутых перпендикуляров. Измеренные величины 15,60 м и 19,35 м называют длинами линейной засечки. Обязательным требованием для съемки линейных засечек является то, чтобы длины засечек не превышали длину мерного прибора (мерная лента, рулетка).

ПОЛЯРНЫЙ СПОСОБ применен при съемке угла пашни. Измеренными величинами являются: полярный угол β_5 и радиус-вектор 62,90 м. Этот способ применяется не только в теодолитной съемке. Для измерения полярных углов пользуются одним полуприемом.

В тех случаях, когда на станции требуется измерить много полярных углов на различные снимаемые объекты, перед съемкой подробностей совмещают ноли лимба и алидады горизонтального круга и при закрепленной алидаде и открепленном лимбе визируют на задний пункт хода. Окончательную наводку осуществляют наводящими винтами лимба и трубы. После визирования проверяют отсчет: он должен быть равен $0^{\circ}00'$. Затем поочередно визируют на снимаемые точки подробностей, устанавливая на них вешку. Взятые при этом отсчеты будут равны левым углам, если считать, что задним пунктом является тот, на котором отсчет равен $0^{\circ}00'$, а передним является снимаемая точка. Направление на пункт с отсчетом, равным $0^{\circ}00'$, называют начальным направлением.

СПОСОБ УГЛОВЫХ ЗАСЕЧЕК отличается от остальных способов тем, что он освобождает исполнителей от линейных измерений. Он заключается в измерении двух полярных углов с двух соседних пунктов на один и тот же объект. Однако применение этого способа ограничивается величиной полярных углов: они не должны выходить за пределы $30^\circ - 120^\circ$.

Наиболее хорошие результаты этот способ дает, когда угол между визируемыми направлениями при снимаемой точке близок или равен 90° . Измерение полярных углов при способе угловых засечек и полярном способе фиксируют в полевом журнале (приложение 2) и в абрисе.

III.7. Привязка полигона к пунктам геодезической сети

Для исчисления координат пунктов полигона в существующей системе его привязывают к пунктам геодезической опорной сети (к твердым пунктам). С местоположением этих пунктов и условиями привязки к ним бригаду знакомит преподаватель на рекогносцировке. Для привязки полигона достаточно иметь одну его закрепленную сторону. Поэтому привязку можно выполнить, как в начале съемки, так и в конце. Существует несколько схем привязки. Наиболее часто встречающиеся схемы изображены на рисунках 4-8.

Схема А.(рис.5) Полигон замкнутый и проходит через твердый пункт V, имеющий взаимную видимость на другой твердый пункт VII. В этом случае привязка заключается в измерении примычных углов Θ_1 и Θ_2 . Вместе с углом β_4 эти углы измеряются на станции V способом круговых приемов.

Схема Б.(Рис.6) Полигон замкнутый, твердая сторона принадлежит полигону. В этом случае привязка выполняется измерением внутренних углов β_0 и β . Углы на пунктах X и XI измеряют круговыми приемами с включением направлений на пункты IX и XII.

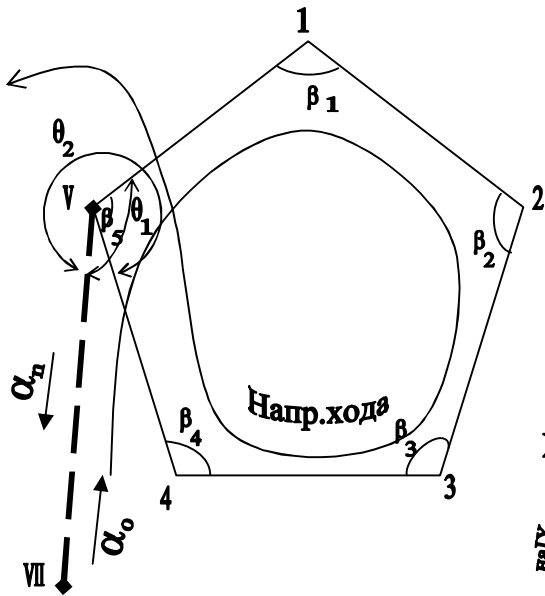


Рис.5

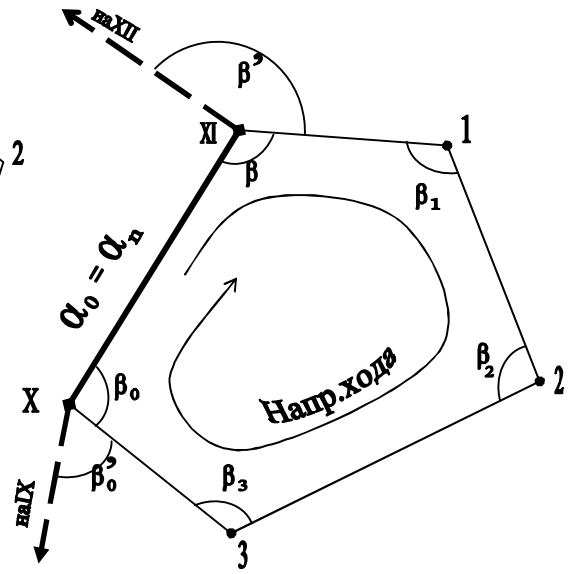


Рис.6

Схема В.(Рис.7) Полигон разомкнутый, опирается обоими концами на твердые пункты IV и VI. Привязка заключается в измерении углов Θ_1 и Θ_2 .

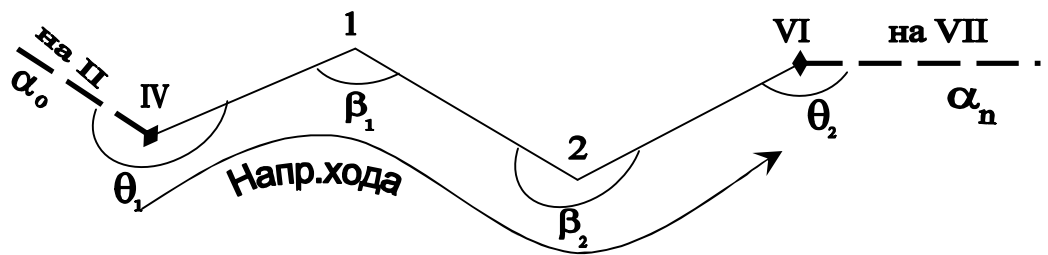


Рис.7

Схема Г.(Рис.8) Полигон висячий, опирается только одним концом на твердый пункт X с видимостью на пункт IX. Привязка состоит в измерении углов Θ_1 и Θ_2 . Угол Θ_1 измеряют при прямом ходе, а угол Θ_2 – при обратном.

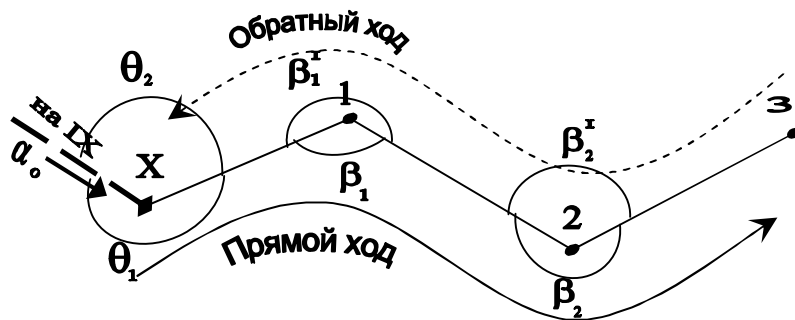


Рис.8

Схема Д. (Рис.9) Замкнутый полигон отстоит на значительном расстоянии от твердого пункта III с видимостью на пункт IV. При незначительных расстояниях твердого пункта от участка съемки в целях привязки полигон прокладывают через твердый пункт, сводя привязку к схеме А. Схема Д в сущности распадается на схемы А и Г. При выполнении привязки по схеме Г нужно проложить привязочный ход III-а-б-I в прямом и обратном направлениях с независимым измерением углов и длин. Полигон привязывается к стороне б-I путем измерения примычных углов Θ_3 и Θ_4 полным круговым приемом.

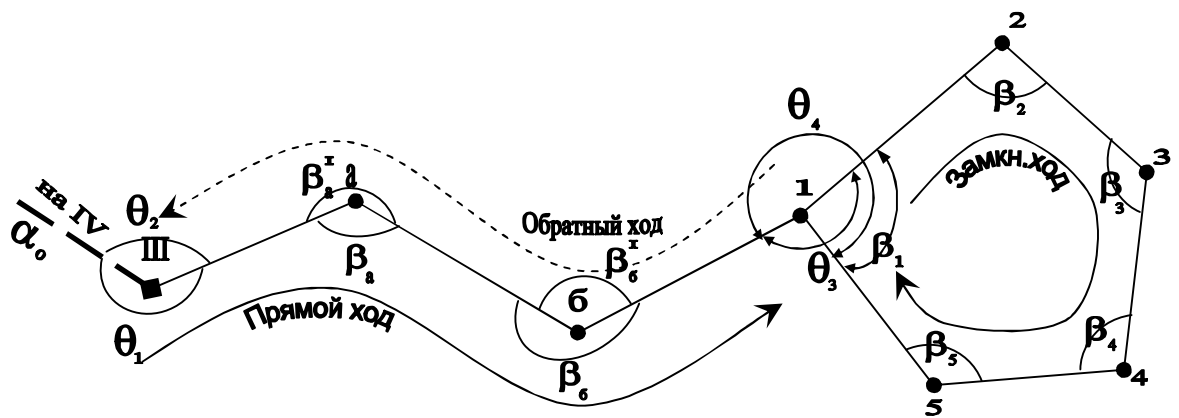


Рис.9

III.8. Камеральная обработка материалов теодолитной съемки

Для выполнения камеральных работ по теодолитной съемке требуются:

- 1) таблицы приращений координат и таблицы тригонометрических функций с числом знаков после запятой не менее шести или калькулятор;
- 2) геодезический транспортир;
- 3) линейка Дробышева;
- 4) готовальня;
- 5) поперечный масштаб;
- 6) простая линейка и прямоугольник;
- 7) разноцветная тушь;
- 8) лист чертежной бумаги;
- 9) чертежные перья и другие канцелярские принадлежности.

Все вычислительные работы ведут в ведомости вычислений координат (приложение 4). Далее рассмотрены все этапы камеральных работ по теодолитной съемке.

III.9. Вычисление угловой невязки и исправленных углов полигона.

В ведомость вычислений координат из полевого журнала выписывают все измеренные углы с обозначением их вершин номерами пунктов. Рассмотрим выполнение этих вычислений по схемам привязки А-Д (Рис.4-8).

Схема А.(Рис.4) В ведомость выписывают все углы, начиная с примычного угла θ_1 , по направлению прокладки полигона, включая угол θ_2 . Угол β не вписывают. Просуммировав все выписанные углы, определяют угловую невязку по формуле:

$$f_{\beta} = \sum \beta_{np} - \alpha_0 + \alpha_n - n \times 180^0 \quad (1)$$

Если в ведомость выписаны левые по ходу углы, то вычисления выполняют по формуле:

$$f_{\beta} = \sum \beta_{л} - \alpha_n + \alpha_0 - n \times 180^0, \quad (2)$$

где $\sum \beta_{np}$ и $\sum \beta_{л}$ - суммы практических углов, соответственно, правых и левых;

α_0 - дирекционный угол исходного направления (исходный угол), в данном случае VII-V, но не V-VII;

α_n - дирекционный угол конечного направления V-VII, но не VII-V;

n - число углов.

На угловую невязку соблюдают допуск:

$$f_{\beta} \leq \pm 1,5t\sqrt{n}, \quad (3)$$

где t - точность инструмента.

В случае, если угловая невязка не укладывается в допуск, ищут ошибки, не исключая и повторные измерения углов. Если угловая невязка

не превышает допуск, то её распределяют поровну по всем углам в виде поправок.

Поправки вычисляют по формуле:

$$\Delta_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n}, \quad (4)$$

и округляют их значение, полученное в минутах до первого знака после запятой. При округлении необходимо учитывать, что сумма поправок должна равняться угловой невязке. Поправки записывают в ведомость над значениями углов. Изменённые на величины поправок углы называют исправленными и записывают в соседнюю графу ведомости вычислений. Вычисление исправленных углов контролируют по формулам:

$$\sum \beta_{\text{приспр}} = \alpha_0 - \alpha_n + n \times 180^0 \quad (5)$$

$$\sum \beta_{\text{лиспр}} = \alpha_n - \alpha_0 + n \times 180^0. \quad (6)$$

Учитывая, что полигон замкнутый, убеждаются в точности измерений вычислением другой невязки – невязки внутренних углов по формуле:

$$f_{\beta_{\text{вн}}} = \sum \beta_{\text{вн}} - 180^0 \times (n-2), \quad (7)$$

где $\sum \beta_{\text{вн}}$ - сумма измеренных внутренних углов полигона.

Эту невязку также контролируют по формуле 3 и распределяют аналогично предыдущей.

Иногда при схеме А вычисляют только одну невязку $f_{\beta_{\text{вн}}}$. После распределения невязки сумма исправленных внутренних углов должна быть равна:

$$\sum \beta_{\text{вн}} = 180^0 \times (n-2) \quad (8)$$

Схема Б.(Рис.5) В ведомость выписывают все измеренные по направлению хода углы, начиная с угла β и заканчивая углом β_o . По формуле 7 вычисляют невязку внутренних углов и, если соблюдается условие формулы 3, угловую невязку распределяют также как и в схеме А.

При недопустимой величине невязки ищут ошибки в вычислениях или выполняют повторно измерения углов.

Схема В.(Рис.6) В ведомость вычислений выписывают все измеренные углы, начиная с θ_1 и заканчивая θ_2 , согласно прокладке хода. В зависимости от того правыми или левыми являются измеренные углы по формулам 1 или 2 вычисляют угловую невязку. Под величинами α_o и α_n на примере рисунка 6 следует понимать исходный дирекционный угол α_o направления II-IV (но не IV-II) и α_n - дирекционный угол конечного направления VI-VII (но не VII-VI). Далее в вычислениях поступают так же, как и в предыдущих схемах.

Схема Г.(Рис.7) В ведомость вычислений выписывают все измеренные углы согласно прямому и обратному ходам. На примере рисунка 7 углы выписывают в следующем порядке: $\theta_1; \beta_1; \beta_2; 360^0; \beta_2^I; \beta_1^I; \theta_2$. На последней точке хода 3 угол не измеряют, но его обязательно вписывают.

Угловую невязку вычисляют по формуле:

$$f_{\beta} = \Sigma \beta_{np} - n \times 360^0, \quad (9)$$

где: β_{np} - сумма измеренных углов прямого и обратного ходов.

n - число пунктов всячего хода, на которых производилось измерение углов.

Величина невязки не должна быть более $1,5 \times t \times \sqrt{2n}$. В отличие от других схем невязку распределяют таким образом, чтобы суммы исправленных на каждом пункте углов были равны 360^0 . При недопустимой величине угловой невязки поступают также как и в предыдущих схемах.

Схема Д.(Рис.8) Поскольку эта схема состоит из двух схем Г и А, то вычисления проводят для каждой схемы отдельно. Сначала вычисления проводят по методике описанной в схеме Г, а затем для внутренних углов замкнутого полигона по методике схемы А. Вычисления можно размещать в двух отдельных ведомостях. Исходными данными для вычислений по схеме А принимают результаты, полученные из расчетов по схеме Г.

Примечание по всем схемам: Исходные дирекционные углы бригаде сообщает преподаватель. Вместо них преподаватель может выдать только координаты твердых пунктов и тогда студентам необходимо для вычислений самим определить исходный дирекционный угол. В этом случае применяют формулу:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{y_B - y_A}{X_B - X_A}; \quad (10)$$

Поскольку $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tgr}$, то по формуле 10 определяют румб направления с А на В, а дирекционный угол находят по таблице 1 в зависимости от знака числителя и знаменателя в формуле 10.

Таблица 1

Знаки $\frac{\Delta Y}{\Delta X}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{-}{+}$
Название румба r	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ
Дирекционный угол α	$\alpha = r$	$\alpha = 180 - r$	$\alpha = 180^0 + r$	$\alpha = 360^0 - r$

III.10. Вычисление дирекционных углов и румбов сторон полигона.

Основой для выполнения этого этапа работ служат исходные дирекционные углы сторон опорной геодезической сети (твердых сторон) и исправленные углы полигона. Вычисления ведут по принципу «от стороны к стороне». При расчете используют формулы:

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + 180^0 - \beta_{np}, \quad (11)$$

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + \beta_l - 180^0, \quad (12)$$

где α_{n+1} - дирекционный угол последующей стороны полигона,

α_n - дирекционный угол предыдущей стороны полигона,

β_{np}, β_l - соответственно, правый и левый углы между названными

сторонами полигона.

Определение дирекционных углов сторон полигона начинают с той стороны, которая примыкает к твёрдому пункту. Сначала в ведомость вычислений координат в графу «дирекционные углы» записывают исходный дирекционный угол твердой стороны, соответствующий направлению прокладки полигона (сторона имеет два дирекционных угла – прямой и обратный). Затем, в зависимости от того, правыми или левыми являются исправленные углы, по формулам 11 или 12 вычисляют дирекционный угол первой стороны полигона, то есть стороны, примыкающей к твердой стороне опорной сети. Необходимо помнить, что, если результат вычислений получится отрицательный, то к нему прибавляют период 360^0 . Если результат получится больше 360^0 , то период вычитают.

При вычислении дирекционного угла второй стороны полигона первая сторона является предыдущей, а дирекционный угол её – исходным, и т.д. Каждый вычисленный дирекционный угол записывают в ведомости вычислений в графу «дирекционные углы» между исправленными углами,

поскольку дирекционные углы характеризуют не пункты и углы поворота, а направления сторон.

Схема записи в таблице 2 говорит о том, что дирекционный угол стороны X-IX равен $125^{\circ}30'$, а дирекционный угол стороны IX-1 будет $279^{\circ}53'$, и т.д.

Таблица 2

Пункт	Исправленный угол	Дирекционный угол
X	$25^{\circ} 37'$	$125^{\circ} 30'$
IX	$30^{\circ} 50'$	
1	$40^{\circ} 30'$	$279^{\circ} 53'$
2	$35^{\circ} 27'$	$69^{\circ} 03'$

Определение дирекционных углов для контроля заканчивают получением дирекционного угла конечной твёрдой стороны. Для всех схем, кроме схемы В, конечным дирекционным углом является дирекционный угол исходной твёрдой стороны, но соответствующий направлению хода в конце его. Исходный дирекционный угол твёрдой стороны и конечный дирекционный угол этой же стороны отличаются между собой на 180° . Вычисление румбов сторон производят по известным дирекционным углам этих же сторон. При вычислениях пользуются таблицей 3.

Интервал дирекционного угла	Величина румба.	Название румба
$0^0 \leq \alpha \leq 90^0$	$r = \alpha$	СВ
$90^0 \leq \alpha \leq 180^0$	$r = 180^0 - \alpha$	ЮВ
$180^0 \leq \alpha \leq 270^0$	$r = \alpha - 180^0$	ЮЗ
$270^0 \leq \alpha \leq 360^0$	$r = 360^0 - \alpha$	СЗ

III.11. Вычисление приращений координат.

Для этого этапа работы в ведомость вычислений вписывают из полевого журнала измеренные длины сторон полигона и вертикальные углы (углы наклона), измеренные эклиметром.

По формуле:

$$d = D \times \cos \delta, \quad (13)$$

где: D - измеренное наклонное расстояние, δ - угол наклона,

вычисляют и записывают в ведомость горизонтальные проложения сторон (горизонтальные проекции).

Напомним, что если δ меньше 2^0 , то принимают $d = D$. Если приращения координат предполагается вычислять с помощью ЭВМ, то в ведомость вычислений вписывают значения синусов и косинусов румбов до шестого знака после запятой.

Если приращения координат определяют по специальным таблицам, то тригонометрическими функциями не пользуются, достаточно знать румбы сторон и их горизонтальные проложения. Тактика определения приращений координат ΔX и ΔY по таблицам иллюстрируется в самих таблицах. Вычисление приращений координат с помощью вычислительной техники при отсутствии специальных программ выполняют по формулам:

$$\Delta X = d \times \cos r, \quad (14)$$

$$\Delta Y = d \times \sin r. \quad (15)$$

Знаки приращений определяют по таблице 4.

Таблица 4

Приращения координат	Названия румбов			
	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ
ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

Вычисленные приращения координат записывают в ведомость вычислений координат.

III.12. Вычисление относительной невязки.

Приращения координат ΔX и ΔY раздельно суммируют, получая $\Sigma \Delta Y$ и $\Sigma \Delta X$. Невязки в приращениях координат f_X и f_Y подсчитывают по формулам:

$$f_X = \Sigma \Delta X - X_n + X_0, \quad (16)$$

$$f_Y = \Sigma \Delta Y - Y_n + Y_0, \quad (17)$$

где: X_0, Y_0 - координаты исходного твёрдого пункта,

X_n, Y_n - координаты конечного твёрдого пункта.

Для схем А, Б и Г исходными и конечными являются одни и те же пункты. Поэтому в этих случаях $f_X = \Sigma_1^n \Delta X_n$ и $f_Y = \Sigma_1^n \Delta Y_n$.

Схема Д, как указывалось, распадается на две схемы А и Г.

По формуле:

$$f = \sqrt{f_X^2 + f_Y^2} \quad (18)$$

вычисляют абсолютную линейную невязку.

Относительную невязку в ходе определяют разделив абсолютную линейную невязку на периметр полигона P :

$$f_{отн} = \frac{f}{P} \quad (19)$$

Относительную невязку выражают всегда в виде простой дроби с числителем равным единице. Точность измерений и правильность вычислений контролируют по условию:

$$f_{\text{отн}} \leq \frac{1}{2000} \quad (20)$$

Если это условие не выполняется, то ищут ошибку. Чтобы определить в измерении каких сторон была допущена ошибка, поступают следующим образом: вычисляют дирекционный угол абсолютной невязки по формуле:

$$\alpha_f = \operatorname{arctg} \frac{f_Y}{f_X} \quad (21)$$

При определении дирекционного угла используют таблицу 1. Затем по ведомости вычислений координат находят те стороны полигона, дирекционные углы близки к α_f или $\alpha_f \pm 180^\circ$. Найденные стороны измеряют повторно.

III.13. Вычисление исправленных приращений координат.

Для вычисления исправленных приращений координат величину f_X в виде поправок распределяют по всем вычисленным ранее приращениям ΔX , а величину f_Y - по всем приращениям ΔY . Поправки приращений координат подсчитывают по формулам:

$$\Delta f_{X_i} = -\frac{l_i}{P} \times f_X, \quad (22)$$

$$\Delta f_{Y_i} = -\frac{l_i}{P} \times f_Y, \quad (23)$$

где: l_i - горизонтальное проложение i - той стороны хода,

Δf_{Y_i} и Δf_{X_i} - поправки в соответствующие приращения для i - той стороны хода.

Поправки к приращениям координат вычисляют с точностью до сотых долей метра, округляя результат таким образом, чтобы сумма поправок по

абсолютной величине равнялась невязке в приращениях соответствующей координаты.

Исправленные приращения координат для контроля суммируют. При безошибочных вычислениях должны соблюдаться условия:

$$\Sigma \Delta X_{испр} = X_n - X_0, \quad (24)$$

$$\Sigma \Delta Y_{испр} = Y_n - Y_0. \quad (25)$$

III.14. Вычисление координат пунктов полигона.

Перед началом вычислений в ведомость выписывают против номера твердого пункта его координаты X и Y .

Координаты каждого последующего пункта X_{n+1} и Y_{n+1} вычисляют по формулам

$$X_{n+1} = X_n + \Delta X_{испр}, \quad (26)$$

$$Y_{n+1} = Y_n + \Delta Y_{испр}, \quad (27)$$

где X_n, Y_n – координаты предыдущего пункта.

Контролем правильности вычислений является вычисление координат конечного пункта, которые должны совпадать с его действительными координатами. В тех случаях, когда исходными и конечными пунктами являются одни и те же твердые пункты (схемы А, Б, Г), полученные в результате вычислений координаты конечной точки должны быть равны исходным.

При выполнении работ по схеме Г даже при отсутствии ошибок в вычислениях и соблюдении всех допусков в процессе измерений координаты одних и тех же промежуточных пунктов могут получаться различными по прямому и обратному ходам. В этом случае следует принимать к учету средние значения координат (приложения 4, 5, 6, 7, 8).

III.15. Замечания по вычислениям диагональных ходов:

В тех случаях, когда требуется произвести съемку объектов, не доступных с пунктов замкнутого хода, прокладывают другой ход, который обоими концами опирается на пункты замкнутого хода (рис.10). Вычисление таких ходов, называемых диагональными, ведут в отдельных ведомостях по схеме В.

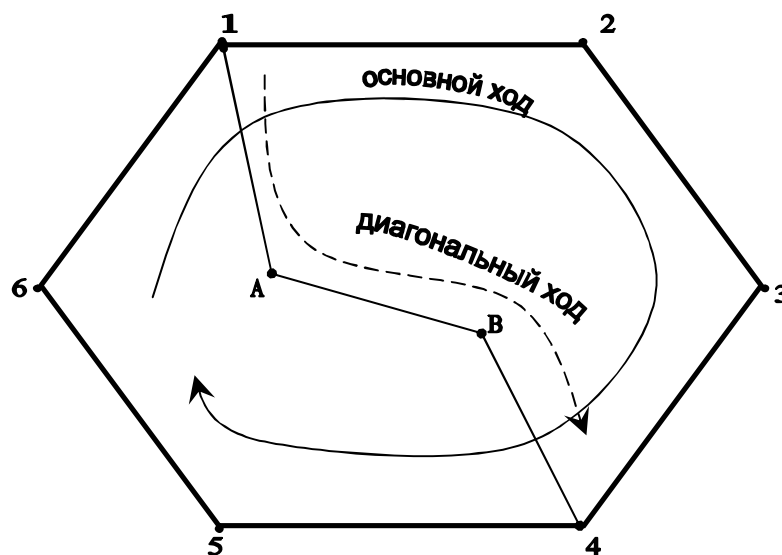


Рис.10

III.16. Составление и вычерчивание плана

План составляют и вычерчивают на листе чертежной бумаги. Составление плана начинают с разбивки координатной сетки в виде квадратов со стороной 100 мм. Точность построения координатной сетки должна быть такой, чтобы диагонали квадрата могли отличаться друг от друга не более, чем на 0,2 мм. Чтобы выдержать такую высокую точность построений, пользуются различными способами. При отсутствии специальных принадлежностей (линейки Дробышева, ЛБЛ) прибегают к способу диагоналей, который заключается в следующем:

- С помощью поверенной линейки отточенным карандашом на листе будущего плана строят диагонали, затем от точки их пересечения в сторону углов откладывают одинаковые отрезки длиной немного меньше половины диагоналей. Полученные точки соединяют прямыми линиями, получая рамку.

- Стороны рамки разбивают на 100-миллиметровые интервалы, соединяя затем прямыми линиями соответствующие точки противоположных сторон рамки.

- Построенную таким образом сетку квадратов проверяют на точность: измеряют диагонали квадратов и сопоставляют их между собой.

Все линии сетки оцифровывают по их координатам: координаты X должны возрастать в направлении на север (от себя, параллельно боковым кромкам листа), а координаты Y – на восток, вправо. Оцифровка линий сетки должна быть выполнена в круглых сотнях метров.

Исключение составляет масштаб 1:500, для которого оцифровку выполняют в круглых полусотнях метров. Оцифровка должна быть выполнена так, чтобы все пункты полигона могли быть нанесены по координатам и чтобы за пределами полигона оставались на плане поля шириной не менее 7 см. Выполнив координатную сетку, наносят по координатам пункты полигона обязательно с помощью поперечного масштаба: точность нанесения пунктов составляет не более 0,2 мм. Каждый нанесенный пункт на плане обозначают следом от иголки, обведением следа кружком и надписью номера пункта. Точность нанесения пунктов контролируют измерением длин сторон с помощью поперечного масштаба и сравнением результатов измерения с длинами сторон в ведомости. Расхождения допускают не более двойной точности масштаба. С помощью геодезического транспортира, поперечного масштаба и прямоугольника в зависимости от метода съемки, пользуясь абрисом наносят подробности. При нанесении подробностей соблюдают установленные условные знаки (6). Далее строят внутреннюю рамку 40x40 см. Отступив 15 мм, строят другую, внешнюю рамку. Затем переходят к окончательному оформлению плана в туши, соблюдая следующие требования:

- линии координатной сетки обводят зеленой тушью шириной не более 0,2 мм;

- координаты линий сетки подписывают между рамками черной тушью;
- обозначенные следом от иголки пункты полигона обводят кружками диаметром не более 0,5 мм и подписывают их номера черной тушью;
- изображая подробности установленными условными знаками, соблюдают установленные цвета;
- внутреннюю рамку вычерчивают шириной не более 0,5 мм, внешнюю – 1 мм черной тушью;
- надписи за контуром плана выполняют с соблюдением шрифтов, располагая их так, чтобы окончательно оформленный план можно было обрезать по формату 50x50 см.
- в тех случаях, когда съемка выполняется с помощью прокладки полигонов по схемам В и Г, определенного формата не соблюдают.

Излишние построения, выполненные карандашом, стирают. Окончательно оформленный план должен удовлетворять двум основным требованиям: он должен быть точным и изящным. Поэтому на построение, отделку и оформление плана следует обращать больше внимания, помня, что плохой чертёжной работой можно испортить хорошие результаты полевых измерений.

III.17. Определение площади замкнутого полигона.

Площадь замкнутого полигона в учебной практике определяют двумя способами и сравнивают полученные результаты между собой.

В аналитическом способе площадь определяют по формуле:

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (X_{i-1} - X_{i+1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) \quad (28)$$

где: P - площадь замкнутого полигона,

X_i, X_{i-1}, X_{i+1} ; - соответственно координата абсцисс каждого

(i -того), а также предыдущего и последующего пункта хода,

Y_i, Y_{i-1}, Y_{i+1} ; - соответственно координата ординат этих же пунктов.

При механическом способе определение площади полигона производят планиметром по методике, изложенной в источнике 2, параграфы 20, 21, 22. Определение цены деления планиметра и площади отражают в специальной ведомости, форма которой приводится в указанном источнике.

III.18. Перечень документов, представляемых в отчете.

В отчете по учебной практике бригада представляет следующие документы по теодолитной съемке:

1. акт поверок теодолита;
2. акт компарирования мерной ленты;
3. полевой журнал теодолитной съемки с данными по измерению углов и с абрисом;
4. рабочую тетрадь с зарисовками;
5. ведомость вычислений координат;
6. план участка теодолитной съемки;
7. ведомость определения цены деления планиметра и площади полигона.

IV. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Для выполнения тахеометрической съемки бригада получает следующие инструменты и снаряжение:

- 1) теодолит-тахометр с полным комплектом;
- 2) рейки тахеометрические или нивелирные - 2 шт.;
- 3) топорик;
- 4) рулетку;
- 5) полевой журнал тахеометрической съемки;
- 6) полевую сумку;
- 7) геодезический транспорт.

Кроме этого бригада должна иметь: колышки – 20 шт., тахеометрические таблицы, лист чертежной бумаги. канцелярские принадлежности, тушь разных цветов, ножик для заточки карандашей, готовальню и рабочую тетрадь.

Чтобы уложиться в принятые допуски на точность работ, бригаде необходимо произвести все поверки теодолита-тахеометра, рассмотренные в разделе «теодолитная съёмка», а также выполнить поверку вертикального круга и определение постоянного слагаемого дальномера в трубе с внутренней фокусировкой.

IV.1. Поверка вертикального круга.

Напомним, что местом нуля (М0) называют тот отсчет по вертикальному кругу, при котором визирная ось трубы горизонтальна, а пузырек уровня при алидаде вертикального круга находится на середине (отсчеты по вертикальному кругу всегда берут только при положении пузырька на середине уровня).

Совокупность операций по определению М0 и доведению его до нуля или до величины, отличающейся от нуля не более как на двойную точность отсчитывания, называется поверкой вертикального круга. Эта поверка для теодолитов ТОМ, ТЗО и 2ТЗО, которые не имеют уровня при вертикальном круге, требует особо важной оговорки : перед поверкой необходимо, чтобы ось UU уровня при горизонтальном круге была строго

перпендикулярна вертикальной оси JJ прибора и чтобы теодолит был поставлен в рабочее положение тщательно.

Поверку выполняют следующим образом.

1. При КП визируют на удаленную точку, поднятую над горизонтом точку, и берут отсчет по вертикальному кругу - КП.

2. То же самое выполняют при КЛ и также получают отсчет КЛ.

3. По формулам:

$$MO = \frac{KL + KP + 180^0}{2} \quad (29)$$

$$MO = \frac{KL + KP}{2} \quad (30)$$

определяют МО. Если МО отличается от нуля не более чем на двойную точность отсчетного устройства, то поверку на этом заканчивают. При определении же вертикальных углов в процессе работы, МО принимают равным нулю. В противном случае поверку продолжают.

4. По приведенным ниже формулам вычисляют вертикальный угол α .

Для теодолитов ТОМ, ТЗО и 2ТЗОМ:

$$\alpha = \frac{KL - KP - 180^0}{2}; \quad (31)$$

$$\alpha = KL - MO; \quad (32)$$

$$\alpha = MO - KP - 180^0. \quad (33)$$

где: КЛ, КП - отсчеты, взятые при положении теодолита КЛ и КП

α - вертикальный угол на точку.

К величинам КЛ, КП и МО, если они меньше 90^0 следует прибавлять 360^0 .

Для теодолитов 2ТЗО и 2Т5К используют формулы:

$$\alpha = \frac{KL - KP}{2}; \quad (34)$$

$$\alpha = KL - MO; \quad (35)$$

$$\alpha = MO - KP. \quad (36)$$

5. Наводящим винтом трубы на вертикальном круге устанавливают отсчет, равный α . В результате крест сетки нитей сойдет с наблюдаемой точки.

6. Сняв с трубы предохранительный колпачок, под которым находятся юстировочные винты сетки нитей, действуя вертикальными винтами, наводят крест сетки на наблюдаемую точку, следя при этом, чтобы отсчет по вертикальному кругу не изменялся.

7. После исправления M_0 следует убедиться в том, что не нарушено условие перпендикулярности визирной оси VV и оси вращения трубы TT . Для этой цели следует произвести повторно поверку на коллимационную погрешность.

IV.2. Определение постоянного слагаемого дальномера.

Для труб с внутренней фокусировкой используется следующая формула нитяного дальномера:

$$d = 100x \times n + q \quad (37)$$

где d – горизонтальное расстояние;

n – расстояние между дальномерными нитями по рейке, т.е. разница между отсчетами по дальномерным нитям;

q – постоянное слагаемое дальномера. Размерность d та же, что и для n

Величину q находят опытным путем, для этого на ровной поверхности кольшками закрепляют точки A , B , C и D с интервалами d друг от друга. Величину d берут в пределах от 20 до 30 м. В точке A ставят прибор и при горизонтальной трубе визируют на вертикально установленную рейку в точке B . Берут отсчеты по дальномерным нитям и вычисляют их разницу n_1 . Постоянное слагаемое q_1 вычисляют из выражения:

$$q_1 = d_1 - 100x \times n_1; \quad (38)$$

вытекающего из уравнения дальномера.

Для второго и третьего определений постоянного слагаемого визируют на рейку в точках С и D. Постоянное слагаемое q_2 при визировании на рейку в точке С определяется из выражения:

$$q_2 = d_2 - 100x \times n_2;$$

При визировании на рейку в точке D для него будет выражение:

$$q_3 = d_3 - 100x \times n_3.$$

Получив несколько значений q , вычисляют среднее (приложение 9) и учитывают его при вычислениях дальномерных расстояний.

IV.3. Рекогносцировка.

С рекогносцировки начинают полевые работы по тахеометрической съемке. Поэтому, отправляясь на рекогносцировку, бригада берет с собой все инструменты и снаряжение, указанное выше, кроме листа чертежной бумаги и транспорта.

Задачи рекогносцировки те же, что и при теодолитной съемке. При назначении пунктов (станций) тахеометрического хода исходят из того, чтобы стороны (расстояния между пунктами) были не более 100 м (реже 150 м). Только при наличии специальных тахеометрических реек допускают длины сторон до 300 м. С учётом того, что съёмка подробностей в тахеометрической съёмке производится полярным способом, при выборе местоположения пунктов необходимо обеспечивать максимальную видимость реечных точек. Остальные требования к назначению и закреплению пунктов те же, что и при теодолитной съемке.

IV.4. Замечания по организации полевых работ.

В процессе полевых работ бригада разбивается на две группы: одна работает при инструменте, другая занята составлением и ведением кроки. Поскольку кроки должны быть увязаны с результатом измерений, выполненных с помощью инструмента, обе группы работают в контакте между собой. Группа, занятая работой на инструменте, включает наблюдателя, работающего непосредственно на инструменте,

записывающего и двух реечников. Эта группа выполняет весь цикл работ по прокладке тахеометрического хода и производит съемку подробностей.

Состав указанных групп меняется для того, чтобы каждый член бригады являлся исполнителем всех видов работ по съемке.

IV.5. Работа на станции по прокладке тахеометрического хода

На участке, подлежащем съемке, прокладывают тахеометрический ход (полигон), который при возможности замыкают. Для исчисления координат в общепринятой системе тахеометрические ходы привязывают к пунктам геодезической сети (к твердым пунктам). Схемы ходов и их привязки к твердым пунктам те же, что и для теодолитной съемки.

В качестве геодезической основы тахеометрической съёмки могут быть применены:

1. Тахеометрические ходы, которые отличаются от теодолитных тем, что расстояния между пунктами измеряют не мерной лентой, а встроенным нитяным дальномером и с целью определения высотных отметок пунктов производят тригонометрическое нивелирование.

2. теодолитно-высотные ходы, в которых измерение длин сторон производят мерным инструментом (мерные ленты, светодальномеры и т.п.), а превышения определяют тригонометрическим нивелированием;

3. теодолитно-нивелирные ходы, в которых измерение длин сторон производят мерным инструментом (мерные ленты, светодальномеры и т.п.), а превышения определяют геометрическим нивелированием.

На примере станции на пункте VIII (приложение 10) рассмотрим работу бригады по прокладке тахеометрического хода.

Установив инструмент на станции, приведя его в рабочее положение и отцентрировав с точностью до 5 мм над пунктом хода, поворачивают трубу в горизонтальное положение, т.е. до совмещения нулевых штрихов лимба и алидады вертикального круга. Измеряют рулеткой или рейкой высоту инструмента от кола до центра окуляра и записывают ее в полевом журнале

(приложение 10). Затем по сигналу наблюдателя задний реечник ставит рейку на пункте УП началом отсчета делений вниз и узкой гранью к инструменту. При КП и закрепленном лимбе наблюдатель визирует на самую нижнюю видимую часть рейки. Окончательное наведение трубы он выполняет исключительно наводящими винтами алидады вертикального круга и трубы. Далее задний реечник по сигналу наблюдателя поворачивает рейку черными делениями (имеются в виду двусторонние нивелирные рейки) к инструменту. Наблюдатель, поворачивая трубу в вертикальной плоскости, визирует ее на отсчет по рейке, равный высоте инструмента. Так, если высота инструмента равна 1,55 м, то он визирует на отсчет 1550. О выполнении визирования на этот отсчет наблюдатель сообщает записывающему, чтобы записать его в полевом журнале как высоту визирования.(графа 3 приложения).

Иногда визировать на высоту инструмента не удастся из-за различного рода препятствий (заборы, кроны деревьев и пр.), тогда визируют на любой отсчет, но так, чтобы можно было взять отсчеты по дальномерным нитям. При взятии отсчетов труба должна быть закреплена. Нужно взять за правило, что ни один отсчет по инструменту и по рейке не берут при каком-либо незакрепленном винте. После взятия отсчета на рейке по кресту сетки нитей, наблюдатель берет отсчеты по рейке по дальномерным нитям и диктует их записывающему. Записывающий вычисляет разность между дальномерными отсчетами, отделяет в ней запятой один знак справа и полученный результат как дальномерное расстояние записывает в полевой журнал.

Могут быть случаи, когда отсчеты по обеим дальномерным нитям взять невозможно. Тогда берут отсчеты по одной дальномерной нити и по кресту сетки нитей. В этом случае, при определении дальномерного расстояния, разность между отсчетами удваивают.

С получением дальномерного расстояния наблюдатель дает сигнал заднему реечнику, чтобы тот смог снять рейку и отдыхать, не покидая пункта.

Тем временем наблюдатель берет отсчеты по горизонтальному кругу в градусах и минутах. Таким же образом наблюдатель берет отсчет и по вертикальному этому кругу. Все взятые отсчеты он диктует записывающему для отметки в полевом журнале. На этом заканчивают весь цикл операций, связанных с визированием на задний пункт.

Дав сигнал поставить рейку на переднем пункте 1X переднему реечнику, наблюдатель таким же образом визирует и берет отсчеты, как и на задний пункт. Наблюдением на передний пункт заканчивают работу при КП. Для перехода на КЛ открепляют, поворачивают примерно на 180° алидаду горизонтального круга, снова закрепляют её и переводят трубу через зенит. Весь полуприем КЛ выполняют так же, как и полуприем КП.

После выполнения всего приема его обрабатывают: вычисляют по отсчетам измеренные горизонтальный и вертикальный углы, дальномерные расстояния и превышения, оценивают точность измерений. Если тахеометрический ход замкнутый, вычисляют внутренние горизонтальные углы. Если внутренние углы являются правыми по ходу, их вычисляют путем вычитания из отсчетов на заднюю точку отсчетов на переднюю точку по обоим полуприемам. Если внутренние углы оказываются левыми, их вычисляют вычитанием отсчетов на заднюю точку из отсчетов на переднюю точку. Если при вычитании одних отсчетов из других результаты получаются отрицательными, к ним прибавляют период 360° . На расхождение углов по разным полуприемам соблюдают допуск: он не должен быть более удвоенной точности инструмента. Если этот допуск не соблюдается, прием бракуют зачеркиванием записей в полевом журнале одной диагональной чертой. Записи по новому приему делают ниже.

По результатам измерений на задний и передний пункты вычисляют МО. На разность между полученными значениями МО также соблюдают допуск: он не должен превышать удвоенной точности инструмента. При несоблюдении этого допуска прием также бракуют.

По формулам 31-36 (в зависимости от модели применяемого инструмента) определяют вертикальные углы на оба пункта – задний и передний. Обычно вертикальные углы вычисляют по одной из формул, а по другой проверяют. При использовании формул нужно помнить, что, если КП или КЛ меньше 300° , их следует увеличить на 360° . Отрицательные значения вычисленных вертикальных углов указывают на то, что точки визирования на рейках находятся ниже горизонтальной оси вращения трубы тахеометра.

Далее с помощью тахеометрических таблиц по дальномерным расстояниям и вертикальным углам определяют горизонтальные проложения и превышения. Приемы определения этих величин указаны в самих таблицах.

Если высота визирования равна высоте инструмента, то найденное по таблицам превышение является окончательным. Табличное превышение получает знак вертикального угла. Если высота визирования не равна высоте инструмента, то к табличному превышению с его знаком прибавляют высоту инструмента и вычитают высоту визирования. Горизонтальные проложения и превышения записывают в полевом журнале.

На расхождения горизонтальных проложений и превышений между одними и теми же пунктами соблюдают допуски: расхождения между горизонтальными проложениями не должны быть более $1/300$ измеренного расстояния, а расхождения между превышениями не должны быть более 4 см на каждые 100 м расстояния. При несоблюдении этих допусков весь прием переделывают.

Описанный цикл работ на станции выполняют на всех других пунктах. Так, при каждой станции горизонтальные проложения и превышения измеряют в оба направления – назад и вперед. Таким образом, на каждой стороне эти величины измеряют четыре раза: по два раза с каждой станции. Знаки превышений по одним и тем же сторонам, полученные с соседних пунктов, противоположны, а превышения по абсолютной величине могут отличаться между собой в пределах допуска.

IV.6. КРОКИ.

В то время, когда одна половина бригады выполняет работу по прокладке тахеометрического хода, а затем, не снимая инструмента, производит съемку подробностей и рельефа, другая половина составляет кроки.

Для кроки в полевом журнале отводится специальное место. Но поскольку полевым журналам обеим половинам бригады одновременно пользоваться невозможно, кроки лучше вести в специальной тетради. На кроки изображают положение всех подлежащих съемке объектов. Для соблюдения подобия изображений рекомендуется придерживаться любого крупного, но удобного масштаба. Встречаются объекты, которые невозможно снять с помощью инструмента во всех его характерных точках. В таких случаях производят обмер объектов, результаты которого также отражают на кроки. На кроки наносят станции (пункты хода), речные точки, снимаемые контуры, направление магнитного меридиана. Чтобы зафиксировать характерные особенности рельефа, на кроки стрелками показывают направление склона поверхности между речными точками и станциями. Особенно сложные формы рельефа изображают горизонталями. Кроки стараются вести таким образом, чтобы на них ко времени съемки подробностей уже были нанесены контуры всех объектов (границы угодий, строения, пути сообщения, линии электропередачи и т.п.) и пронумерованы все характерные точки контуров. В то время, когда ведется съемка

подробностей, кроки выполняют рельефными точками с проставлением их номеров.

Кроки, выполненные на различных станциях, должны быть увязаны между собой. Для этого на кроки двух соседних станций рекомендуется наносить хотя бы по одному общему объекту из подробностей. В качестве примера кроки приведены в приложении 10.

IV.7. Работа на станции по съемке ситуации и рельефа

После окончания всех работ на станции по прокладке тахеометрического хода, не снимая инструмента, выполняют съемку подробностей и рельефа. Для этого к работе приобщается группа, которая ведет кроки. Все характерные точки контуров, которые выделены на кроки с их номерами, должны быть сняты с помощью инструмента. Для этого на этих точках в момент их съемки устанавливают рейку. Поэтому все характерные точки, как контуров, так и рельефа, называют реечными или пикетными (иногда просто пикетами).

В полевом журнале после записей по выполненному приему делают запись: «Съемка подробностей». Рядом в скобках указывают, при каком полуприеме (КП или КЛ) будет производиться съемка. Для оптических теодолитов более удобен КЛ. В полевом журнале также указывают, относительно какой стороны хода будет производиться съемка. Эта сторона называется начальным направлением. За начальное направление чаще принимают направление на задний пункт.

Перед съемкой подробностей на горизонтальном круге инструмента совмещают нули лимба и алидады горизонтального круга. Для этого при открепленном лимбе, но обязательно закрепленной алидаде визируют на нижнюю часть рейки, поставленной на заднем пункте. Окончательное наведение креста сетки нитей на рейку выполняют наводящими винтами лимба и трубы. Проверяют отсчет по горизонтальному кругу: не разошлись ли нули лимба и алидады.

Далее закрепляют лимб, открепляют алидаду и производят визирование на контурные речные точки. Один из членов бригады, занятый ранее составлением кроки, становится речником. Речник направляется на речную точку под номером один. Поставив рейку началом отсчитывания вниз и черными делениями в сторону инструмента, он сообщает записывающему номер речной точки и что она отражает. Записывающий фиксирует эти данные в полевом журнале.

При закрепленном лимбе наблюдатель визирует на рейку, наводя сетку нитей на отсчет, равный высоте инструмента, и диктует для записи его как высоты наведения (визирования) записывающему. Если не удастся визировать на высоту инструмента, то поступают так, как об этом говорилось выше.

Далее наблюдатель берет отсчеты по дальномерным нитям, по горизонтальному и вертикальному кругам и также сообщает их записывающему. Записывающий фиксирует эти данные в журнале. На этом съемка первой речной точки заканчивается.

Наблюдатель подает речнику сигнал о переходе на следующую по номеру речную точку. Речник, установив рейку на следующей речной точке, сообщает записывающему ее номер и что она обозначает. И так далее.

Закончив съемку контурных точек, приступают к съемке рельефа. В данном случае от речника требуется умение правильно выбирать речные рельефные точки, чтобы в дальнейшем по снятым точкам рельеф был наиболее точно выражен горизонталями на плане. Будущему речнику перед началом работ рекомендуется детально изучить способ горизонталей при изображении рельефа и его основные формы. Характерные речные точки рельефа речник назначает в процессе их съемки, а не предварительно, как контурные. Точность отображения рельефа на плане будет тем выше, чем больше речных рельефных точек будет снято.

При определении расстояний между речными рельефными точками есть разумный предел: при спокойном рельефе это расстояние не должно быть более 3 см на плане. Так, если съемка выполняется в масштабе 1:2000, то расстояние между речными рельефными точками в натуре не должно быть более 60 м, а для масштаба 1:1000 – 30 м. При съемке местности с пересеченным рельефом сгущенность речных точек возрастает.

Речник, поставив рейку на очередную речную точку, сообщает ее номер записывающему, а после того, как съемка этой точки будет закончена, он, проставляя номер, заносит ее на кроки.

IV.8. Привязка тахеометрического хода.

Для правильного ориентирования снятых объектов на будущем плане тахеометрический ход привязывают к твердым пунктам. Привязку осуществляют по одной из схем, представленных на рисунках 4-8. Для менее ответственных работ тахеометрические ходы при отсутствии на близком расстоянии твердых пунктов привязывают к местным предметам (каменные здания и др.). Одна из таких схем привязки изображена на рис.11.

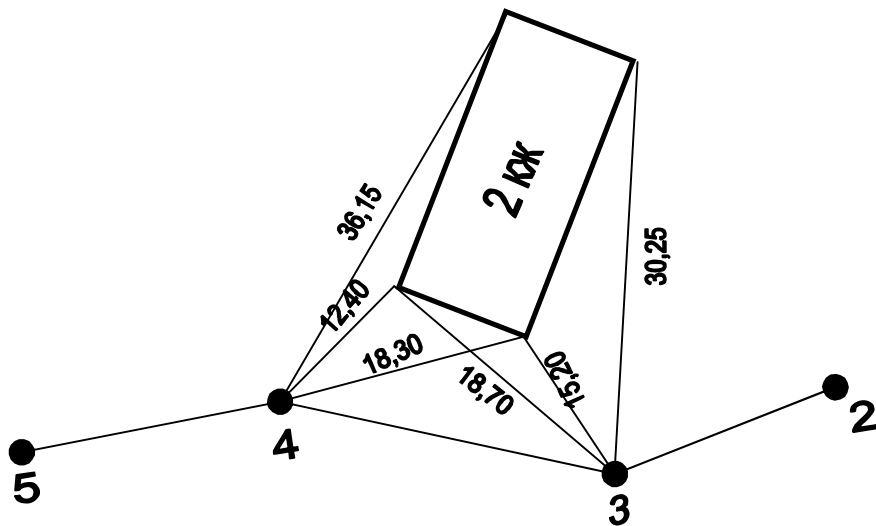


Рис.11

IV.9. Камеральные работы при тахеометрической съемке

Камеральные работы выполняют в следующей последовательности:

1. вычисление угловой невязки и исправленных углов тахеометрического хода;
2. вычисление линейной невязки и исправленных длин сторон тахеометрического хода;
3. увязка превышений тахеометрического хода;
4. определение дирекционных углов и румбов сторон хода;
5. обработка материалов съемки подробностей и рельефа;
6. составление и оформление плана.

Вычислительные работы выполняют по специальным ведомостям, которые приводятся в приложениях 11, 12, 13.

Если тахеометрическая съемка была произведена на теодолитной основе, то при камеральной обработке материалов вычисляют координаты пунктов хода так же, как это делают при теодолитной съемке. Если тахеометрическая съемка была произведена с использованием тахеометрического хода, то выполняют графическую увязку хода.

IV.10. Вычисление угловой невязки. Увязка превышений. Вычисление высотных отметок

Если тахеометрическая съемка была произведена на теодолитной основе, то при камеральной обработке материалов в зависимости от схемы тахеометрического хода вычисляют угловую невязку, дирекционные углы и румбы сторон, увязывают ход по периметру и определяют координаты пунктов хода так же, как это делают при теодолитной съемке.

Определение невязки в превышениях и уточнение с её помощью результатов нивелирования называют увязкой превышений. Эту увязку выполняют в специальных ведомостях по известным длинам сторон хода и средним превышениям между соседними пунктами хода. При отсутствии тахеометрических таблиц горизонтальные проложения сторон и превышения вычисляют с помощью ЭВМ по формулам:

$$d = L \times \cos^2 \alpha , \quad (39)$$

$$h = \frac{L}{2} \times \sin 2\alpha + i - l, \quad (40)$$

где L - дальномерное расстояние в метрах;

α - угол наклона;

i - высота установки инструмента в метрах;

l - высота визирования в метрах.

В зависимости от типа тахеометрического хода увязку превышений производят по разным формулам.

Для замкнутых тахеометрических ходов невязку в превышениях определяют по формуле:

$$f_h = \sum_{i=1}^n h_{cp_i}, \quad (41)$$

где $\sum_{i=1}^n h_{cp_i}$ - алгебраическая сумма средних превышений по каждой стороне;

f_h - фактическая невязка в превышениях.

В ведомость (форма ведомости приводится в приложении), согласно направлению прокладки хода, выписывают все пункты с полученными при прямом и обратном визировании превышениями, а также длины сторон и высотную отметку исходного пункта. Величину среднего превышения для каждой стороны хода принимают равной среднему арифметическому из превышений, полученных при прямом и обратном визировании. При вычислении среднего арифметического знаки превышений не учитывают, а среднему превышению придают знак прямого превышения.

Для контроля точности измерений и вычислений проверяют условие по которому фактическая невязка не должна быть больше допустимой, вычисляемой по формуле:

$$f_{h_{доп}} = \pm 0,04 \frac{P}{\sqrt{n}} \text{ (см)}, \quad (42)$$

где $f_{h_{дон}}$ - допустимая невязка в превышениях;

P - периметр хода в метрах;

n - число сторон хода.

Если условие не соблюдается, то ищут ошибки сначала в вычислениях, а затем в измерениях.

Если условие соблюдается, то невязку в превышениях распределяют по средним превышениям в виде поправок, вычисленных пропорционально длинам сторон по формуле:

$$\Delta_i = -\frac{f_h \times L_i}{P}, \quad (43)$$

где Δ_i - поправка к превышению по стороне с длиной L_i в метрах;

P - периметр хода в метрах.

Контролем правильности вычислений является условие:

$$\sum_{i=1}^n h_{исп}^i = 0, \quad (44)$$

где $\sum_{i=1}^n h_{исп}^i$ - алгебраическая сумма исправленных на поправки

средних превышений.

По известной высотной отметке начального пункта и исправленным превышениям вычисляют высотные отметки всех пунктов хода. Высоты точек тахеометрического хода вычисляют с точностью до одной сотой метра. Контролем правильности вычислений высотных отметок является получение высотной отметки исходного пункта.

В разомкнутых тахеометрических ходах невязку в превышениях определяют по формуле:

$$f_h = \sum_{i=1}^n h_{сп}^i - H_n + H_0, \quad (45)$$

Где H_n - высотная отметка конечного твёрдого пункта;

H_0 - высотная отметка исходного твёрдого пункта.

Контроль точности измерений и вычислений, распределение невязки в превышениях и вычисление высотных отметок пунктов хода производят так же, как и в замкнутых ходах.

Висячие тахеометрические ходы прокладывают в прямом и обратном направлениях, поэтому в ведомость увязки превышений выписывают оба хода, как один, для которого начальным и конечным является один и тот же твёрдый пункт.

Невязки в превышениях вычисляют как в замкнутых ходах по формуле 41. Контроль точности измерений и вычислений, распределение невязки в превышениях и вычисление высотных отметок пунктов хода производят так же, как и в замкнутых ходах. Заметим, что высотные отметки отдельных пунктов в таких ходах, полученные при вычислении в прямом и обратном направлении, могут отличаться друг от друга, поэтому для увязки хода их значения усредняют.

IV.11. Графическая увязка тахеометрического хода.

В тахеометрических ходах с измеренными нитяным дальномером сторонами вычисление угловой невязки несколько теряет своё значение, так как увязка горизонтальных углов практически не приводит к повышению точности, ибо ошибка измерений расстояний достигает слишком большой величины – $1/300$. Угловая невязка в таких случаях является только контролем правильности измерения углов.

Дирекционные углы и румбы вычисляют точно так же, как это делают в теодолитных ходах. Эту работу выполняют в специальной ведомости, которая представляет собой первые пять граф ведомости вычислений координат (приложение 4). Любой из возможных тахеометрических ходов представляет одну из рассмотренных выше схем или их комбинацию. В последнем случае ходы обрабатываются отдельно по составляющим их схемам. Вычисление дирекционных углов и румбов для различных схем ходов приведено в приложениях 4, 5, 6, 7, 8.

Графическую увязку начинают с нанесения тахеометрического хода. Положение первого пункта хода выбирают таким образом, чтобы на листе чертежной бумаги разместился весь участок съемки. Через отмеченный иглой пункт I отточенным карандашом проводят вертикальную линию, обозначающую меридиан. С помощью геодезического транспортира по румбу из точки проводят направление стороны I – II. Пункт II по этому направлению находят путем откладывания горизонтального проложения стороны I – II в масштабе будущего плана с помощью поперечного масштаба и циркуля-измерителя. Пункт II отмечают иглой и обводят кружком. С помощью поверенных линейки и прямоугольника через пункт II проводят вертикальную линию, параллельную первой, проведенной через пункт I. Описанным приемом находят положение и других пунктов.

При накладке хода следует обращать особое внимание на точность построения вертикальных линий и откладывание румбов. При построении вертикальных линий «равняются» по линии, проведенной через пункт I, а не по любой другой: иначе будет происходить накапливание угловой ошибки, что в значительной мере скажется на величине невязки. С какой бы точностью ни был нанесен ход, невязки не избежать. Все дело в том, какой величины она достигнет.

Предположим, что имеем в натуре замкнутый ход I – II – III – IV – V – I (рис.12).

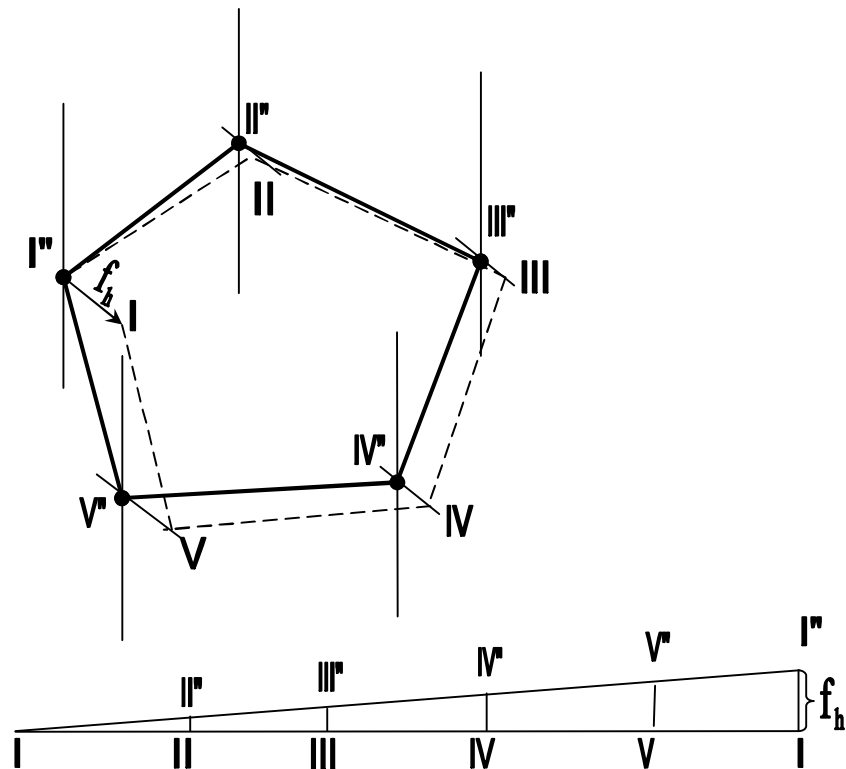


Рис.12

Нанесенный на план этот ход терпит разрыв: положение пункта I, которое определяется откладыванием румба и длины последней стороны V – I, не совпадают с первоначальным. Величину разрыва, расстояние I – I'', называют линейной невязкой или невязкой в периметре. Величину этой невязки, приходящуюся на единицу длины периметра, называют относительной невязкой. Если линейную невязку обозначить f , то относительная невязка будет обозначена f/P .

На относительную невязку соблюдают допуск: она не должна быть более $1/300$ периметра. В противном случае ищут ошибки вплоть до повторного определения длин. Допущенную линейную невязку используют для уточнения положения хода на плане.

Графический способ состоит в следующем:

1. Весь полигон (ход) разворачивают в прямую линию в виде отрезка, на конце которого строят перпендикуляр длиной f , при этом масштаб периметра может быть уменьшен.

2. Через все пункты хода на плане проводят отточенным карандашом линии, параллельные невязке f .

3. Длину перпендикуляра, исходящего из конца периметра принимают равной невязке f в масштабе плана. Конец перпендикуляра, обозначенный точкой $1''$, соединяют с началом отрезка (точка 1) и получают линию I-I''.

4. В точках II, III, IV, V развернутого полигона строят перпендикуляры до пересечения их с линией $1 - 1''$.

5. Длины этих перпендикуляров переносят циркулем-измерителем на линии, проведенные параллельно невязке через пункты нанесенного полигона и откладывают их от пунктов в сторону, обратную направлению невязки f .

6. Полученные точки II'', III'', IV'', V'' отражают наиболее вероятное положение хода на плане.

7. Выполненные построения по увязке хода копируют на кальку, которую, дополнив заглавными подписями, бригада представляет в отчете по практике.

8. Оставив на плане найденное наиболее вероятное положение хода, все остальное стирают.

Несколько иначе обстоит дело с увязкой разомкнутых ходов, т.е. ходов, опирающихся обоими концами на твердые пункты. Перед нанесением на план таких ходов на листе бумаги плана вычерчивают координатную сетку и твердые пункты наносят по координатам (см. рисунок 13).

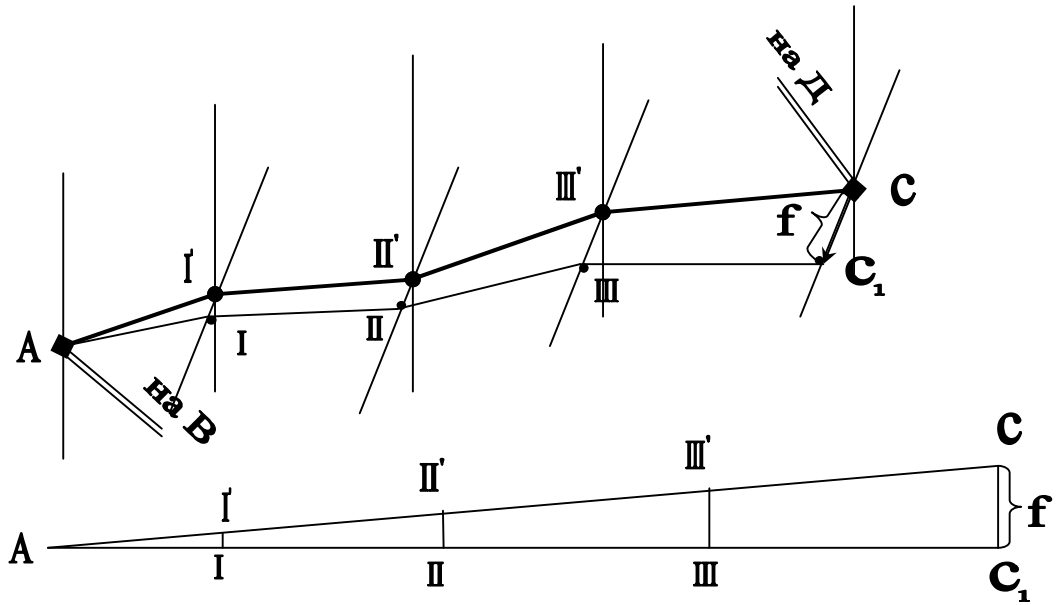


Рис. 13

Линейной невязкой здесь будет являться расстояние, на которое отклоняется конечный твердый пункт, полученный на плане путем откладывания румбов и горизонтальных проложений, от его действительного положения, полученного на плане по координатам. За направление линейной невязки принимают направление отклонения ошибочного положения конечного пункта от действительного его положения. Относительная допустимая невязка таких ходов и схема их увязки те же, что и для замкнутых ходов.

IV.12. Обработка материалов съемки подробностей.

В результате съемки подробностей в полевом журнале на каждую речную точку имеются: высота визирования, дальномерное расстояние, отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам. Кроме этого имеются высотные отметки пунктов, с которых производилась съемка речных точек. При правильном определении положения пунктов хода этих данных достаточно, чтобы определить положение речных точек.

При обработке материалов съемки подробностей определяют горизонтальные углы между начальными направлениями и направлениями на речные точки, горизонтальные расстояния речных точек от пунктов

хода и превышения реечных точек относительно пунктов хода. Результаты обработки записывают в полевой журнал.

Горизонтальные углы на реечные точки вычисляют как разности между отсчетами по горизонтальному кругу на эти точки и отсчетами на задний пункт (начальное направление). Если отсчет на задний пункт равен нулю, то этот угол, следовательно, равен отсчету на реечную точку. Для этого перед съемкой подробностей рекомендуется совмещать нули лимба и алидады горизонтального круга и визировать на задний пункт с отсчетом, равным нулю.

Горизонтальные расстояния реечных точек от пунктов (станций) определяют по дальномерным расстояниям и углам наклона с помощью тахеометрических таблиц или по формуле (39) с помощью тригонометрических таблиц и ЭВМ. Необходимые для вычислений вертикальные углы определяют по формулам 31–36. МО берут как среднее между его определениями на задний и передний пункты.

Превышения реечных точек относительно пунктов (станций) определяют также по дальномерным расстояниям и углам наклона с помощью тахеометрических таблиц или с помощью таблиц тригонометрических функций и ЭВМ по формуле 40.

Высотные отметки реечных точек определяют по высотным отметкам станций и превышениям путем их алгебраического сложения:

$$H_{p.m.} = H_{ст} + h \quad (45)$$

где $H_{p.m.}$ - отметка реечной точки;

$H_{ст}$ – отметка станции; h - превышение.

IV.13. Составление и оформление плана.

Составление плана начинают с нанесения тахеометрического хода. Положение первого пункта хода выбирают таким образом, чтобы на листе чертежной бумаги формата 50x50 см с полями 5 см разместился весь участок съемки. Для ходов, выполненных на теодолитной основе, на листе

расчерчивают и оцифровывают линии координатной сетки. Пункты хода наносят по координатам, как это делают в теодолитном ходе. Для ходов, выполненных на тахеометрической основе, копируют на лист тахеометрический ход, полученный при графической увязке.

Выполнив накладку тахеометрического хода на план, пронумеровав пункты и подписав возле них высотные отметки, производят накладку всех речных точек и подписывают возле них высотные отметки. Накладку речных точек на план производят полярным способом с помощью геодезического транспортира и масштабной линейки. Пользуясь кроки и соблюдая установленные условные знаки, по нанесенным речным точкам строят снятые объекты.

Рельеф местности изображают горизонталями. Сечение рельефа бригаде сообщает преподаватель. В общем случае для масштабов 1:500, 1:1000 и 1:2000 сечение рельефа принимают 0,5 м. При построении горизонталей пользуются методом интерполяции. Надо иметь в виду, что при построении горизонталей контурные речные точки, принадлежащие естественной поверхности, принимаются как рельефные. Отметки горизонталей должны быть кратны принятому сечению рельефа. Пройдя через расчетные точки, горизонтали должны быть плавными, то есть не должны иметь пик и переломов. Высотные отметки горизонталей кратные одному метру подписывают, а на остальных горизонталях наносят бергштрихи. На план также наносят высотные отметки углов зданий, горизонтальных площадок с твердым покрытием, лестничных площадок и точек пересечения дорог и проездов.

После выполнения всех построений карандашом, план оформляют в туши.

Тушью не обводят:

- а) стороны тахеометрического хода;
- б) номера речных точек и их высотные отметки;
- в) линии, соединяющие речные точки с пунктами хода.

На оформленном в туши плане стирают все карандашные надписи и построения. План обводят рамкой и, оставив поля для подшивки и надписей, обрезают. Допускается выполнение плана с помощью компьютера. Для разомкнутых и висячих ходов формат плана не устанавливается. С образцами планов тахеометрической съемки бригада может ознакомиться в лаборатории инженерной геодезии.

IV.14. Перечень документов, представляемых в отчете.

В отчете по учебной практике бригада представляет следующий материал по тахеометрической съемке:

- а) акт поверки вертикального круга и дальномера;
- б) полевой журнал тахеометрической съемки;
- в) рабочую тетрадь с кроки;
- г) ведомость увязки превышений и вычисления высотных отметок;
- д) ведомость вычисления дирекционных углов и румбов;
- е) копию графической увязки хода на кальке;
- ж) план участка тахеометрической съемки.

V. ПРОДОЛЬНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ

Необходимыми инструментами и снаряжением при нивелировании трассы являются:

- 1) нивелир со штативом;
- 2) нивелирные рейки, 2 шт.;
- 3) теодолит со штативом;
- 4) мерная лента с комплектом шпилек;
- 5) топорик;
- 6) колышки, 30 шт.;
- 7) полевая сумка;
- 8) полевой нивелирный журнал;
- 9) журнал измерения горизонтальных углов;
- 10) таблицы тригонометрических функций или калькулятор.

V.1. Поверки нивелиров НВ-1, НЗ

ПЕРВАЯ ПОВЕРКА Ось круглого уровня должна быть параллельна вертикальной оси вращения нивелира. Поверка выполнения этого условия производится следующим образом.

Подъемными винтами приводят пузырек круглого уровня в центр концентрических окружностей (нуль - пункт) уровня. Затем нивелир поворачивают на 180° . Если после поворота пузырек остался в нуль - пункте, то условие поверки выполнено.

Если после поворота пузырек отошел от нуль - пункта, то выполняют юстировку круглого уровня, при которой пузырек возвращают (на половину отклонения) к середине исправительными винтами с помощью шпильки. На вторую половину отклонения, до нуль - пункта, его выводят подъемными винтами. После юстировки поверку повторяют.

ВТОРАЯ ПОВЕРКА: горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения нивелира. Поверка выполняется так же, как пятая поверка теодолита.

ТРЕТЬЯ ПОВЕРКА: Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси трубы. Это условие является самым главным для

всех типов нивелиров с уровнями. Поверку производят следующим образом.

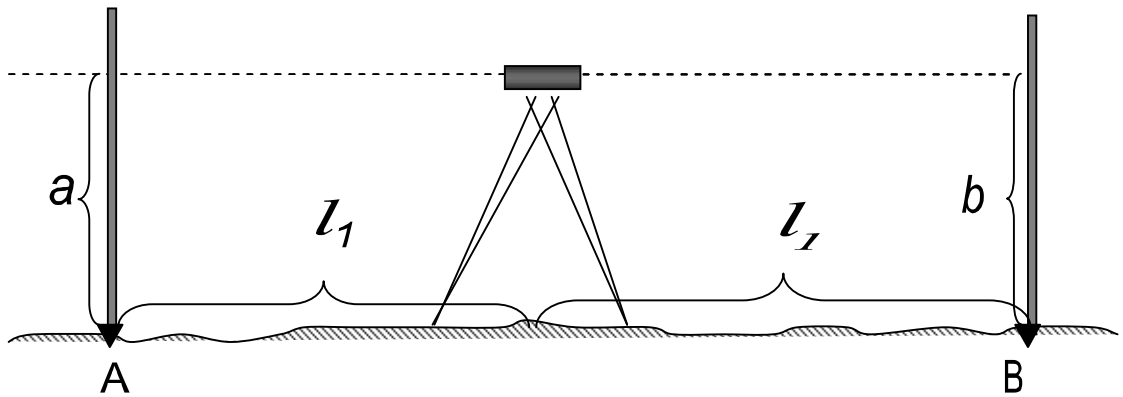


Рис.13

На расстоянии 40 – 50 метров друг от друга забивают два колышка А и В (рис. 13). Строго на середине между колышками устанавливают нивелир. При положении пузырька цилиндрического уровня на середине и при покачивании реек в сторону нивелира и обратно с переводом через вертикаль по рейкам в точках А и В берут наименьшие повторяющиеся отсчеты a_q и b_q . Эти отсчеты соответствуют вертикальному положению реек и поэтому являются наиболее верными. По ним определяют превышение:

$$h_q = a_q - b_q, \quad (46)$$

Повторно определяют превышение между точками, для этого берут отсчеты по красным сторонам реек или при другой высоте инструмента и по формуле 46 вычисляют $h_{кр}$. Проверяют условие:

$$h_q = h_{кр} \pm 4\text{мм}, \quad (47)$$

и определяют вероятнейшее значение превышения по формуле:

$$h_{cp} = \frac{h_q + h_{кр}}{2}. \quad (48)$$

Затем нивелир ставят на точку А таким образом, чтобы окуляр трубы был на одной отвесной линии с колышком. Рулеткой или рейкой измеряют

высоту инструмента i . Далее вычисляют тот отсчет (b_p), который должен быть на рейке в точке В при соблюдении условия поверки:

$$b_p = i + h_{cp} \quad (49)$$

При покачивании рейки на точке В и при положении пузырька цилиндрического уровня на середине берут отсчет. Если разность между вычисленным отсчетом и взятым будет меньше или равна 4 мм, то считают, что условие поверки выполнено. В противном случае выполняют юстировку цилиндрического уровня, для чего, действуя элевационным винтом, горизонтальную нить сетки наводят на отсчет равный b_p , а отошедший пузырек цилиндрического уровня выводят на середину вертикальными исправительными винтами уровня, которые находятся в колодке уровня со стороны окуляра и закрыты круглой крышкой.

Следует помнить, что всякий раз, когда не хватает резьбы элевационного винта, можно работать подъемными винтами, расположенными под объективом или окуляром наведенной на рейку трубы. Для этого целесообразно нивелир закреплять на штативе так, чтобы пара подъемных винтов располагалась на линии перпендикулярной визирному лучу.

ЧЕТВЕРТАЯ ПОВЕРКА: Ось цилиндрического уровня и визирная ось зрительной трубы должны быть расположены в вертикальных параллельных плоскостях.

При помощи круглого уровня приводят ось вращения нивелира в отвесное положение, а трубу устанавливают по направлению одного из подъемных винтов и закрепляют. Элевационным винтом пузырек цилиндрического уровня выводят на середину. В направлении трубы, в 30 – 40 м от нивелира на закрепленной колышком точке ставят рейку и, сохраняя пузырек цилиндрического уровня на середине, берут отсчет по рейке. Действуя одним из подъемных винтов (2 – 3 оборота), расположенных перпендикулярно линии визирования, придают нивелиру боковой наклон.

При этом следят, чтобы отсчет по рейке не изменился, и замечают положение пузырька цилиндрического уровня. Приводят инструмент тем же боковым подъемным винтом в исходное положение, проверяют отсчет по рейке и, действуя боковым подъемным винтом (2 – 3 оборота), наклоняют нивелир в другую сторону, сохраняя неизменным отсчет по рейке. Если при наклонах нивелира пузырек оставался на середине или в обоих случаях отходил от середины в одну сторону, то условие поверки выполнено. При отклонении пузырька от середины в разные стороны его положение исправляют боковыми исправительными винтами, вращая их до тех пор, пока при наклонах нивелира пузырек не будет оставаться на середине или отходить от нее в одну сторону.

Все поверки нивелира фиксируют в акте (приложение 1).

V.2. Рекогносцировка и закрепление оси трассы.

Отправляясь на рекогносцировку и закрепление оси трассы, бригада берет с собой:

- 1) теодолит со штативом;
- 2) рейки нивелирные, 2 шт.;
- 3) мерную ленту с комплектом шпилек;
- 4) колышки, 30 шт.;
- 5) рулетку;
- 6) рабочую тетрадь в клетку или нивелирный журнал с разграфленной в клетку свободной страницей на развороте.
- 7) журнал измерения горизонтальных углов;
- 8) карандаш и ножик для затачивания;
- 9) таблицы тригонометрических функций или калькулятор;
- 10) полевую сумку.

Рекогносцировка заключается в ознакомлении с участком работ, направлением трассы и опорными знаками (реперами) для привязки. Во время рекогносцировки бригада знакомится с общими установками производства работ и производит закрепление оси трассы на местности.

При закреплении оси трассы забивают колышки в начале трассы, на углах поворота, в местах перегиба рельефа и в конце трассы. На участках трассы, имеющих наклон более 2° , с помощью эклиметра или теодолита измеряют угол наклона. На прямых отрезках трассы с помощью буссоли определяют магнитный румб направления каждого отрезка. В местах поворота трассы теодолитом измеряют горизонтальный угол между направлениями прилегающих отрезков трассы.

V.3. Разбивка пикетажа

Разбивка пикетажа является подготовкой трассы для нивелирования и заключается в закреплении 100-метровых горизонтальных интервалов (пикетов), углов поворота трассы, характерных точек ситуации и рельефа на ее линии и в расчете пикетажных обозначений. В процессе разбивки пикетажа все закрепляемые на линии трассы колышками точки для их быстрого обнаружения обозначают сторожками – выступающими из земли и растительности другими колышками с соответствующими надписями. На рис. 15 изображен план трассы из 12 пикетов с двумя поворотами. Применительно к изображенной трассе покажем работу бригады по разбивке пикетажа для нивелирования.

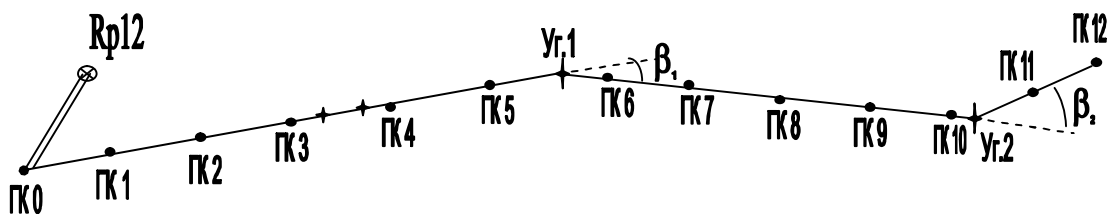


Рис.15

В начале трассы бригада забивает колышек до уровня с землей, а рядом с ним другой – сторожок, на уровне 10 – 12 см над землей (растительностью). На сторожке делают надпись «ГК0», через дробь показывают номер бригады. В направлении трассы от ГКО закрепляют колышком и сторожком угол поворота, эклиметром измеряют угол наклона, на сторожке делают надпись «Уг1 правый», через дробь – номер бригады. После этого бригада разбивается на две группы. Первая группа в

направлении на Уг1 от ГКО отмеряет 100-метровые горизонтальные интервалы и закрепляет их так же, как и указанные выше точки, делая на сторожках надписи, указывающие номер пикета и номер бригады.

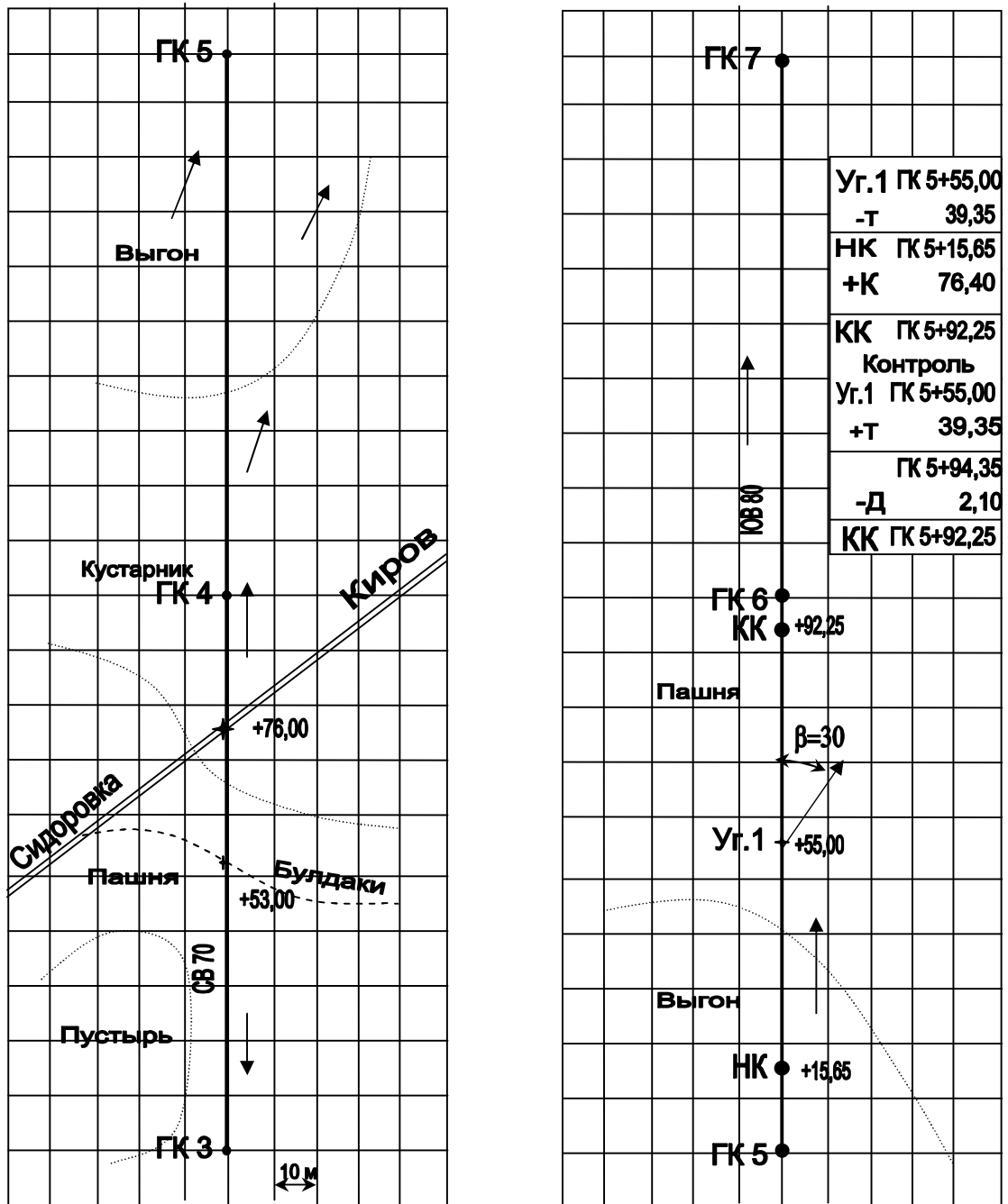


Рис.16

Если пикетная точка оказывается в таком месте, где закрепить ее не представляется возможным, пикет делают произвольной длины, которую фиксируют в пикетажной книжке. В процессе разбивки пикетов группа закрепляет колышками и сторожками характерные точки трассы. К числу

характерных точек относят: точки максимального возвышения и опускания поверхности, точки пересечения линии трассы с путями сообщения, проездами, оврагами и т.д. Закрепленные характерные точки называют плюсовыми. На сторожках этих точек делают надпись номера пикета, заднего по ходу, и расстояния от него до данной точки. Например, если характерная точка находится от ГК3 вперед по трассе на расстоянии 53 метра, то она получает на сторожке обозначение: «ГК2 + 53».

По ходу разбивки пикетажа группа производит съемку подробностей, находящихся на расстоянии 20 метров вправо и влево от трассы, способом перпендикуляров и заносит их в пикетажную книжку. Пример пикетажной книжки приведён на рисунке 16.

Вторая группа с теодолитом направляется на Уг1 и над колышком, закрепляющим его, устанавливает, центрирует и приводит в рабочее положение теодолит. На расстоянии от Уг1 в направлении трассы группа закрепляет точку следующего поворота и на сторожке ее делает надпись : «Уг2 – левый».

Выставив на ГК0 и Уг2 рейки (вехи), группа измеряет полным приемом горизонтальный угол. По буссоли, прикрепленной к теодолиту, измеряют магнитный азимут первого прямого отрезка трассы. По измеренному горизонтальному углу группа вычисляет угол поворота β и заносит его в пикетажную книжку.

После этого по заданному преподавателем радиусу закругления (рисунок 17) и углу поворота β определяют основные элементы кривой по следующим формулам:

$$T = R \times \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}, \quad (48)$$

$$B = R \left(\operatorname{Sec} \frac{\beta}{2} - 1 \right), \quad (49)$$

$$K = \frac{\pi R \beta}{180^\circ}, \quad (50)$$

$$D = 2T - K. \quad (51)$$

В данных формулах: T – величина тангенса (рис.16);

B – биссектриса;

K – длина кривой;

D – домер.

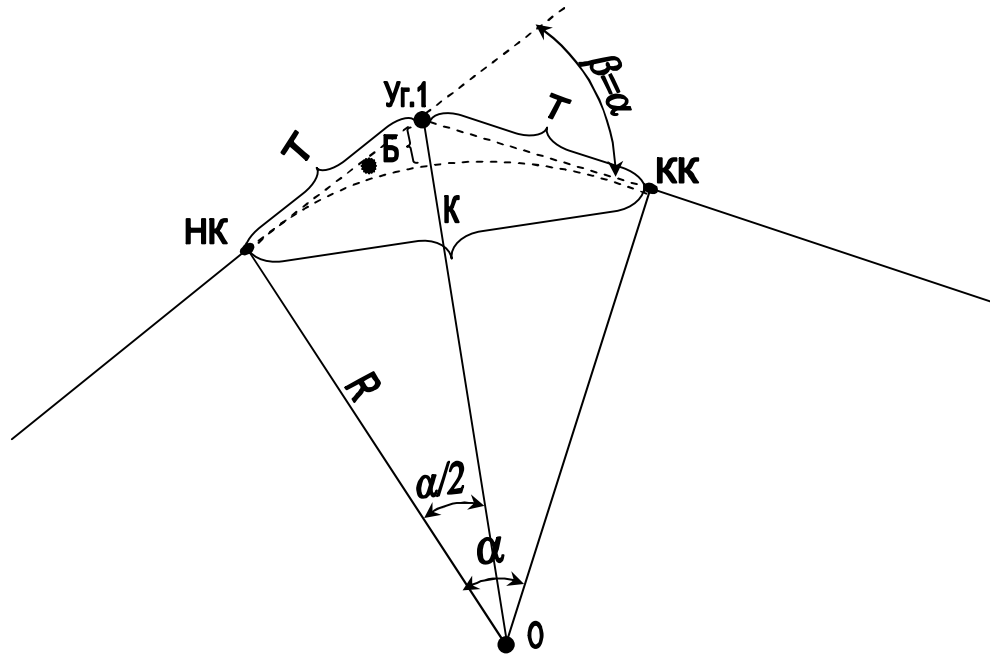


Рис.17

Затем вычисляют пикетажные обозначения начала и конца кривой. Все вычисления сводят в специальную ведомость (приложение 17).

Далее обе группы работают вместе по разбивке кривой в главных точках. От Уг1 отмеряют назад и вперед по трассе отрезок T . Полученные точки обозначают на местности начало кривой и конец кривой – НК и КК. Точки НК и КК закрепляют колышками, а на сторожках отмечают пикетажные обозначения (приложение 17). От любой из сторон измеренного угла, биссектриса которого направлена в сторону центра, теодолитом откладывают угол, равный $\frac{(180^\circ - \beta)}{2}$ и в направлении визирного луча, в сторону центра отмеряют отрезок B . Полученную точку, обозначаемую также буквой B , закрепляют колышком и сторожкой с надписью «Уг1Б».

Имея пикетажное обозначение точки КК, отмеряют от нее вперед по новому направлению трассы недостающее количество метров до следующего пикета, который закрепляют, как и предыдущие пикеты. Так, например, если пикетажное обозначение точки КК получено ГК 5 + 92,25, нужно отмерить вперед по направлению трассы 7,75 метра, чтобы получить ГК 6. От полученного таким образом пикета разбивка пикетажа производится по прямой так же, как до кривой.

Вторая группа переходит с теодолитом на УГ2 и т.д.

V.4. Съёмка ситуации. Пикетажная книжка

Одновременно с разбивкой пикетажа снимается полоса местности по 20 м в обе стороны от линии трассы. Съёмке подлежат границы угодий: лугов, пашен, лесов. Снимаются дороги, отдельные строения, линии электропередачи и связи и т.д. Съёмку выполняют преимущественно способом створов и перпендикуляров. Применяют также угловые и линейные засечки. Результаты промеров заносят в пикетажную книжку. Обычно пикетажные книжки изготавливают из миллиметровой бумаги или из бумаги в клетку. В учебных нивелирных журналах иногда отводят свободную вторую половину разворота для пикетажной книжки и разграфляют ее в клетку, придавая каждой клетке произвольный, но удобный масштаб, например в одной клеточке 5, 10 или 20 метров.

Прежде всего в книжке изображают в виде прямой линии трассу. Углы поворота изображают стрелками, направленными в соответствующие стороны (рис.16). На линию трассы наносят пикетные и плюсовые точки, справа подписывают их цифровые обозначения. Рядом с углами поворота показывают элементы кривой и пикетажные обозначения главных точек НК, Б и КК. Отмечают пересечения трассы дорогами, реками и т.д. Записывают румб первого прямого отрезка трассы. Вдоль линии трассы стрелками показывают направление водостока. Зарисовывают ситуацию и заносят результаты всех промеров при ее съёмке, схему привязки к постоянным предметам, дают зарисовку внешнего вида этих предметов.

V.5. Расчет детальной разбивки кривой и вынос кривой в натуру.

Занимаясь разбивкой пикетажа и не допуская накопления большого количества необработанного материала, бригада в конце рабочего дня производит расчет детальной разбивки кривых. Исходными данными для расчета служат: угол поворота - β ; длина кривой - K ; расстояния точек, задающих кривую, - l ; радиус закругления - R . Значения l и R бригаде сообщает преподаватель. Расчет заключается в определении координат X_i и Y_i для точек с названными расстояниями l . Ведомость вычислений и формулы показаны в приложении 18. Расчет ведут для одной половины кривой от НК до Б включительно.

Для детальной разбивки кривой требуются:

1. мерная лента со шпильками;
2. экер;
3. колышки (10 шт.);
4. топорик;
5. рулетка.

Разбивку выполняют следующим образом:

В колышек, обозначающий НК, втыкают шпильку, за которую зацепляют конец мерной ленты. Придерживая за зацепленный конец, ленту разматывают, протягивают в направлении на УГ1 и закрепляют шпилькой другой ее конец. Вдоль ленты шпильками отмечают заданные интервалы l . Так, например, если расстояние между точками, обозначающими кривую, задано 5 метров, то интервалы l между НК и точками будут 5, 10, 15, 20 метров.

От шпилек откладывают назад по трассе соответствующие значения $l - X_i$ (приложение 18). От полученных точек по перпендикуляру откладывают соответствующие значения Y_i . Вновь полученные точки закрепляют колышками. Закрепив таким образом точки кривой со значениями l , уместающимися в длину ленты, ленту протягивают дальше

по направлению на Уг1. Задний конец ленты зацепляют за шпильку, за которую был ранее зацеплен передний конец, а передний конец зацепляют за новую шпильку. Продолжают откладывать значения l следующих точек, которые находят уже описанным способом, и т.д. Разбивку данной половины кривой заканчивают определением положения точки Б, которая была найдена другим способом. Совпадение результатов двух определений является контролем правильности и точности выполненной работы.

Аналогичным способом производят разбивку и другой половины кривой.

V.6. Общие замечания по нивелированию трассы.

Порядок работы на станции.

Очередной работой после разбивки пикетажа и кривых является нивелирование трассы. Для этой работы бригаде необходимо иметь:

- 1) нивелир со штативом;
- 2) нивелирные рейки, 2 шт.;
- 3) топорик;
- 4) рулетку для продолжения съемки подробностей;
- 5) нивелирный журнал;
- 6) пикетажную книжку;
- 7) карандаш с ножиком для затачивания;
- 8) линейку;
- 9) полевую сумку.

Если при разбивке пикетажа было допущено отставание съемки подробностей, то ее можно продолжать в процессе нивелирования трассы.

Если при разбивке пикетажа принято различать две группы точек – пикетные и плюсовые, то при производстве нивелирования различают связующие точки и промежуточные. Принципы деления точек при разбивке трассы и при нивелировании различны. Поэтому как пикетные точки, так и плюсовые, могут при нивелировании стать связующими или промежуточными. Однако, стремятся к тому, чтобы пикетные точки при нивелировании были связующими, а плюсовые – промежуточными. При

прокладке нивелирного хода на каждой установке нивелира (станции) нивелируют две точки – заднюю и переднюю. С переходом на следующую станцию, передняя точка старой станции становится задней точкой новой станции. Точки, которые при переходе с одной станции на другую из передних становятся задними, называют связующими. К связующим точкам также относят начальную и конечную точки хода. Связующим точкам уделяют особое внимание, так как ошибка, допущенная при нивелировании любой пары этих точек, передается по всему ходу. Все остальные закрепленные на трассе точки, располагающиеся между связующими, называют промежуточными. В нивелирных ходах для передачи отметок все точки являются связующими. В ходах технического нивелирования промежуточные точки почти неизбежны. Их нивелирование производят с тех же станций, что и связующих, но отсчеты берут по одной стороне рейки.

Нивелирные трассы производят способом из середины. Это же означает, что нивелир устанавливают точно на середине между связующими точками. Середину между связующими точками определяют на глаз, а отклонение от створа допускают до 5 метров.

На участках трассы с большими уклонами приходится выставлять «иксовые» точки, получившие свое название за их неизвестное (неизмеренное) положение. Необходимость выставления «иксовых» точек диктуется невозможностью поставлять между связующими точками нивелир так, чтобы обеспечить визирование на рейку в этих точках (рис. 18). «Иксовые точки» являются связующими.

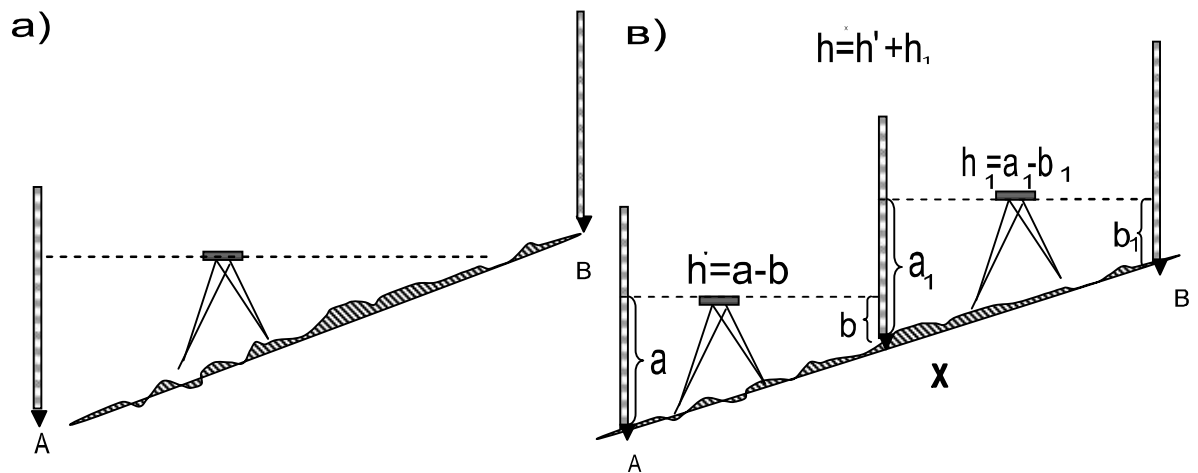


Рис.18

Для исчисления высотных отметок всех точек трассы относительно уровня моря производят привязку концов трассы к реперам – надежно закрепленным пунктам с известными абсолютными отметками. Привязку к реперам выполняют по возможности на обоих концах нивелирного хода трассы, хотя только для исчисления высотных отметок ее достаточно выполнять на одном конце. Вторая привязка необходима для оценки качества нивелирования разомкнутого хода. При большей удаленности реперов с известными высотными отметками иногда производят привязку только одного конца хода (висячий ход), но тогда нивелирный ход повторяют в обратном направлении (обратный ход) по одним связующим точкам, включая в него и репер, к которому была произведена привязка. Иногда для работ местного значения привязку вообще не выполняют, а исчисление высотных отметок ведут в условной системе. Для оценки точности нивелирования такие ходы прокладывают по трассе в прямом и обратном направлениях, причем обратный ход прокладывают только по связующим точкам.

Установка нивелира на станции. Предположим, что репер для привязки находится в непосредственной близости от начала трассы (рис. 14). Следовательно, связующими точками для первой установки нивелира (станции) будут репер и ГКО. Нивелир устанавливают на середине между этими точками. Нивелир закрепляют на штативе таким образом, чтобы

любая пара подъемных винтов была расположена поперек створа связующих точек. Для того чтобы элевационный винт после установки нивелира по круглому уровню имел достаточный запас хода в оба направления, нужно вращать его до отказа, а затем повернуть в обратном направлении на 10 оборотов. После этого пузырек круглого уровня подъемными винтами вывести на середину.

Визирование и взятие отсчетов. Первое визирование выполняют всегда на рейку, поставленную на заднюю связующую точку (в данном случае – на репер). При первом визировании рейку держат черными делениями к нивелиру. Держа нивелир за открепленный закрепительный винт трубы, с помощью мушки «нацеливают» трубу на рейку. «Нацеленную» трубу, не прерывая наблюдения за рейкой и мушкой, закрепляют. Затем кольцом окуляра и винтом кремальеры добиваются четкого изображения сетки нитей и делений рейки. Открывают (для нивелиров НВ-1) крышку с зеркалом цилиндрического уровня на боковом приливе трубы и устанавливают ее под углом 45° . С помощью наводящего винта наводят вертикальную нить сетки на ось рейки. Следя за экраном уровня в поле зрения трубы, элевационным винтом выводят пузырек цилиндрического уровня на середину. Совпадение двух менисков пузырька на экране свидетельствует о положении его на середине уровня (нуль - пункте). Задний речник, одновременно с выведением пузырька на середину, начинает по сигналу наблюдателя покачивать рейку на нивелир и обратно. Если отсчет по рейке меньше 1000, то рейку не покачивают. Наблюдатель, удерживая элевационным винтом пузырек на середине уровня, берет по рейке наименьший из повторяющихся отсчетов и диктует его записывающему для занесения в нивелирный журнал (в приложении 19 этот отсчет равен 0926).

В тех случаях, когда элевационного винта не хватает для вывода пузырька на середину, можно это сделать подъемным винтом, расположенным под окуляром или объективом трубы.

После взятия отсчета по рейке на репере таким же образом берут отсчет по черным делениям рейки и на ГКО (в приложении 19 этот отсчет равен 1275). Таким же образом, как нивелирование обеих связующих точек по черным сторонам реек, производят нивелирование точек по красным делениям реек, но в обратном порядке: сначала визируют на переднюю рейку на ГКО, а потом на заднюю на репере (в приложении 19 эти отсчеты равны 5852 и 5501). Вычисляют отдельно по черным и красным отсчетам превышения по формуле:

$$h = O_z - O_n, \quad (52)$$

где: O_z – отсчет по задней рейке;

O_n – отсчет по передней рейке.

На расхождение между превышениями, вычисленными по черным отсчетам и по красным, соблюдают допуск: он не должен составлять более 4 миллиметров. При превышении этого допуска нивелирование по обеим сторонам реек повторяют, а в нивелирном журнале отсчеты первого нивелирования зачеркивают одной общей диагональной чертой; отсчеты повторного нивелирования записывают ниже. Применение резинки при исправлении записей отсчетов инструкций по геодезическим работам запрещено.

С получением допустимой разницы между превышениями в журнале, кроме черных и красных, записывают средние превышения.

На этом работу на станции заканчивают и нивелир переносят на следующую станцию между ГКО и ГК1, на которой нивелирование указанных точек производят точно так же, как и на первой станции. Задней точкой здесь становится ГК О, а передней – ГК1 и т.д.

Если между связующими точками на данной станции имеются промежуточные точки, их нивелируют после связующих, установив на них рейки черными делениями к нивелиру, берут один отсчет на рейке. Отсчеты

на промежуточных точках записывают в специальную графу нивелирного журнала.

Закончив записи на странице журнала, выполняют постраничный контроль, заключающийся в суммировании по графам 3 и 4; 6 и 7; 8 и 9. Подтверждением правильности вычислений является выполнение условия

$$\frac{\Sigma_3 - \Sigma_4}{2} - \frac{\Sigma_6 - \Sigma_7}{2} = \Sigma_8 - \Sigma_9 \quad (53)$$

где $\Sigma_8 - \Sigma_9$... - суммы по соответствующим графам нивелирного журнала.

V.7. Камеральная обработка нивелирного журнала.

После завершения полевых работ по нивелированию трассы в нивелирном журнале вычисляют невязку в превышениях для разомкнутого хода по формуле:

$$f_h = \Sigma h_{cp} + H_0 - H_n, \quad (54)$$

где: Σh_{cp} - алгебраическая сумма превышений между связующими точками;

H_0 и H_n - высотные отметки начального и конечного реперов;

f_h - фактическая невязка в превышениях.

Для замкнутого и висячего ходов вычисление невязки в превышениях выполняют по формуле:

$$f_h = \Sigma h_{cp}. \quad (55)$$

Напомним, что висячие ходы нивелируют в прямом и обратном направлении, поэтому в формуле 55 в Σh_{cp} включают средние превышения прямого и обратного ходов со своими знаками.

Фактическая невязка в превышениях не должна быть больше допустимой невязки, которую вычисляют по формулам:

$$f_{h_{дон}} = \pm 50\sqrt{L}, \quad (56)$$

$$f_{h_{\text{дон}}} = \pm 10\sqrt{n}, \quad (57)$$

где: $f_{h_{\text{дон}}}$ - допустимая невязка в превышениях в миллиметрах;

n - число станций в ходе;

L - длина хода в километрах.

Для контроля точности нивелирования в качестве допустимой невязки в превышениях принимают минимальную величину из вычисленных по формулам 56 и 57.

Если фактическая невязка превышает допустимую невязку, то ищут ошибки в вычислениях, а при их отсутствии проводят повторные измерения.

Если фактическая невязка не превышает допустимую невязку, то вычисляют поправки к превышениям по формуле:

$$\Delta = -\frac{f_h}{n}, \quad (58)$$

где: Δ - поправка к средним превышениям для каждой станции;

n - число станций в ходе.

Исправления средних превышений на величины поправок производят путём их алгебраического сложения с поправками. Для висячих нивелирных ходов распределяют по превышениям прямого хода не всю фактическую невязку, а только половину её.

По исправленным средним превышениям вычисляют высотные отметки всех связующих точек по формуле:

$$H_n = H_{n-1} + h_{n_{\text{исп}}}, \quad (59)$$

где: H_n - искомая высотная отметка связующей точки;

H_{n-1} - высотная отметка предыдущей по ходу связующей точки;

$h_{n_{\text{исп}}}$ - исправленное среднее превышение между этими точками.

Для станций, с которых производилось нивелирование промежуточных точек, вычисляют горизонт инструмента $ГИ$ по формуле:

$$ГИ = H_3 + a, \quad (60)$$

где: H_3 - высотная отметка задней связующей точки;

a - отсчет по черной стороне рейки на этой точке.

Высотные отметки промежуточных точек определяют через горизонт инструмента по формуле:

$$H_i = ГИ - b_i, \quad (61)$$

где: b_i - отсчет по черной стороне рейки на промежуточной точке.

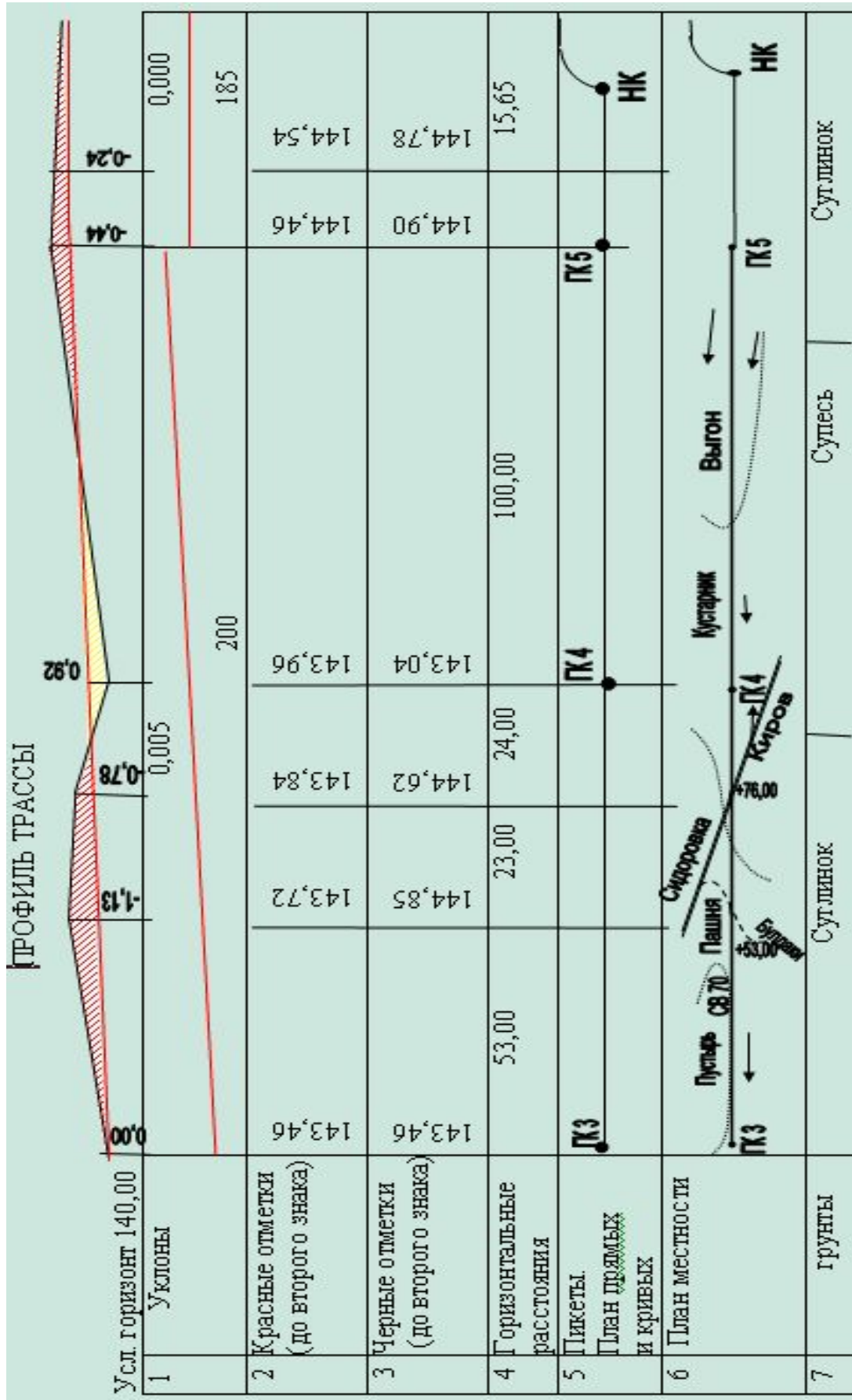
Высотные отметки всех точек трассы записывают в нивелирный журнал.

V.8. Построение продольного профиля трассы.

Продольный профиль трассы является документом, с помощью которого решаются многие технические вопросы при проектировании строительства всех вытянутых объектов. К нему предъявляются два основных требования – точность и аккуратность исполнения.

Профиль составляют на миллиметровой бумаге. Отступив от нижнего края листа на 5 – 7 см, проводят нижнюю горизонтальную линию сетки профиля (рис. 19).

На рисунке проводят еще семь горизонтальных линий. Горизонтальные графы подписывают с левой стороны. Вертикальную колонку с подписями граф отделяют от остальной части сетки вертикальной линией.



Масштабы: Горизонтальный 1 : 2000; Вертикальный 1 : 200.

Составили: Кропачев Н. Проверили: Пестов Л. Попов В. Перевозчиков А. Горев Л. Матвеева Т.

Рис.19

При построении профиля соблюдают два масштаба – горизонтальный и вертикальный. Горизонтальный масштаб принимают 1:1000 или 1:2000, а вертикальный – в 10 раз крупнее, т.е. 1:100 или 1:200.

В графу горизонтальных расстояний выносят из полевого журнала, соблюдая принятый горизонтальный масштаб, все связующие и промежуточные точки, а против них, в графе для черных отметок, выписывают их высотные отметки до второго знака после запятой. На верхней горизонтальной линии записывают назначенную для нее высотную отметку – условный горизонт. Условный горизонт подбирают таким образом, чтобы он был кратным 5 или 10 метрам и был меньше высотной отметки самой нижней точки профиля на 3 или 5 сантиметра в переводе по вертикальному масштабу на профиль. Собственно сам профиль строят путем откладывания разностей между высотными отметками точек трассы и отметкой условного горизонта от линии условного горизонта в вертикальном масштабе с последующим соединением полученных точек ломаной линией.

В графе 5 сетки профиля прочерчивают прямые участки трассы и подписывают их длины и румбы. В связи с поворотами трассы румбы прямых участков не одинаковы. По известному румбу первого прямого участка определяют румбы всех остальных. Длины участков берут как расстояния между КК и НК соседних кривых или между КК, НК и угловыми точками. Криволинейные участки трассы в этой графе изображают в виде выпуклого сопряжения дуг с прямой. Возле таких обозначений выписывают величины углов поворота, радиусы закруглений и главные элементы кривых.

В графе 6 изображают, пользуясь пикетажной книжкой, план полосы местности, примыкающей к трассе, которая в этой графе изображается в виде прямой. В графе 7 показывают вид грунтов.

В графе 1 показывают проектные уклоны, которые бригада согласовывает с руководителем отряда, принимая их с учётом

существующего рельефа. Наклонные участки изображают на профиле наклонными линиями, на которых подписывают уклон до третьего знака после запятой или в виде целого числа, обозначающего количество тысячных долей единицы. Под наклонными прямыми подписывают длины участков, на протяжении которых подписанный уклон должен выдерживаться при строительстве объекта.

Горизонтальные участки проектного профиля обозначаются в этой графе в виде горизонтальных отрезков, под которыми также подписывают длины участков.

Для заполнения графы 2 вычисляют проектные (красные) высотные отметки всех точек трассы по формуле:

$$H_K = H_{K-1} + i \times d \quad (62)$$

где: H_K – определяемая проектная отметка точки;

H_{K-1} - проектная отметка предыдущей точки;

d - расстояние между указанными точками;

i - проектный уклон.

Проектную отметку ГКО бригада рассчитывает, исходя из условия нулевого баланса земляных работ при сооружении трассы. Предварительно проектную отметку ГКО ($H_{кр}^*$) принимают такой, чтобы все проектные (красные) отметки трассы были меньше фактических (чёрных) отметок. По формуле 62 вычисляют все проектные (красные) отметки, а «рабочие» отметки вычисляют по формуле:

$$H_p^* = H_q - H_{кр}^* \quad (63)$$

Следует отметить, что при правильно принятой предварительной отметке ГКО знак всех «рабочих» отметок будет положительным.

Объём земляных работ на участке трассы между двумя соседними точками можно определить по формуле:

$$V = \frac{H_{pi}^* + H_{pi+1}^*}{2} \times l \times b, \quad (64)$$

где: l - расстояние между соседними точками трассы;

$H_{p_i}^*$ и $H_{p_{i+1}}^*$ - «рабочие» отметки этих точек;

b - ширина трассы.

Общий объём земляных работ на трассе определится как сумма объёмов на всех участках, при этом ширину трассы можно принять равной единице. Окончательно красная (проектная) отметка ГК 0 определяется с учётом поправки, которую вычисляют по формуле:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n V_i / L, \quad (65)$$

где: L – длина трассы.

$$H_{кр} = H_{кр}^* + \Delta H \quad (66)$$

Такие же по величине поправки получают все предварительные проектные отметки.

По вычисленным проектным отметкам строят проектный профиль (красную линию) так же, как строят фактический профиль по черным отметкам. Для каждой точки возле красной линии выписывают рабочие отметки, представляющие собой разности между проектными отметками и фактическими. Рабочие отметки указывают на толщину снимаемого или насыпаемого слоя грунта при строительстве объекта.

Пересечения красной линии с фактическим профилем дают точки нулевых работ, фактические отметки которых подписывают на линиях, перпендикулярных к линии условного горизонта.

Положение точек нулевых работ определяют, вычисляя их горизонтальное расстояние до ближайших задних точек профиля

по формуле:

$$X = \frac{a \times d}{a + b} \quad (67)$$

где a и b – рабочие отметки ближайших задней и передней точек профиля, между которыми находятся данные точки нулевых работ;

d – расстояние между точками с рабочими отметками a и b (это расстояние выписывают в графу 4).

Окончательное оформление профиля выполняют цветной тушью. При этом красной тушью вычерчивают:

- а) проектный профиль;
- б) рабочие отметки;
- в) красные отметки;
- г) надписи в графе 1;
- д) линии и надписи в графе 5, кроме номеров пикетов;
- е) ось трассы в графе 6.

Синей тушью вычерчивают:

- а) рабочие отметки точек нулевых работ;
- б) перпендикуляры, возводимые от линии условного горизонта;
- в) горизонтальные расстояния в графе 4;
- г) линию пикетов (нижняя линия в графе 4).

Остальные линии и надписи вычерчивают черной тушью. Выемки и насыпи выделяют красным и жёлтым цветом.

Бригада должна предъявить к отчету следующие материалы:

- 1) акт поверок нивелира;
- 2) нивелирный журнал;
- 3) пикетажная книжка;
- 4) расчет разбивки в главных точках;
- 5) расчет детальной разбивки кривой;
- 6) профиль трассы.

VI. ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА. НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ.

Для выполнения работы требуются:

- 1) нивелир со штативом;
- 2) нивелирная рейка;
- 3) теодолит со штативом и буссолью;
- 4) вешки, 2 шт.;
- 5) мерная лента с комплектом шпилек;
- 6) топорик;
- 7) рулетка;
- 8) рабочая тетрадь;
- 9) карандаш и для затачивания;
- 10) полевая сумка;
- 11) колышки, 25 – 30 шт.

VI.1. Разбивка сетки квадратов.

Все работы, связанные с нивелированием заданной бригаде площадки могут быть выполнены за один день. Поэтому перед отправкой на работу бригада должна взять с собой весь указанный комплект оборудования и снаряжения.

На участке местности, выбранном под строительство объекта, учитывая привязку к существующим объектам, определяют местоположение угловой точки А 1 и закрепляют её колышком (рис.20).

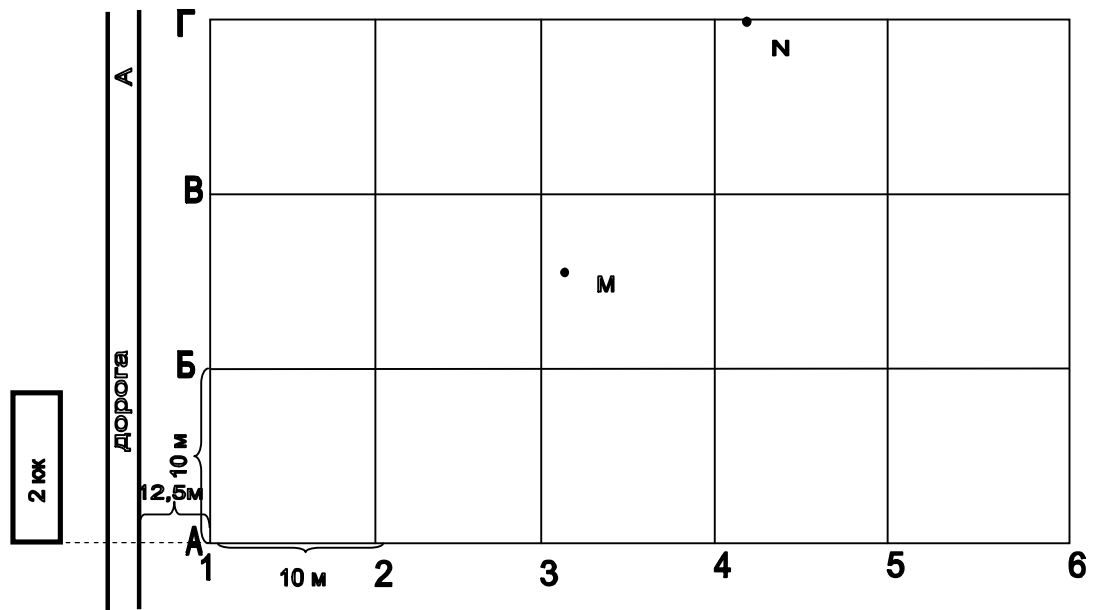


Рис. 20

На точке устанавливают теодолит, центрируют и приводят его в рабочее положение. В направлении длинной стороны площадки поворачивают трубу и закрепляют оба закрепительных винта горизонтального круга. В направлении визирного луча теодолита мерной лентой откладывают требуемое количество раз заданную длину стороны квадрата.

Полученные при этом точки 2, 3, 4 и т.д. закрепляют колышками, одновременно следя за тем, чтобы колышки находились в створе вертикальной нити теодолита. Прикрепив к теодолиту буссоль, измеряют магнитный азимут длинной стороны площадки.

От закрепленной стороны отмеряют теодолитом прямой угол, по визирному лучу откладывают мерной лентой требуемое количество раз сторону квадрата и закрепляют колышками точки Б В, Г на короткой стороне. Затем с теодолитом переходят на следующую угловую точку (Г 1)– последнюю, закрепленную на короткой стороне площадки. Отмеряют от этой стороны угол 90° и разбивают вторую длинную сторону площадки. Оставшуюся часть работы по разбивке квадратов можно выполнять с помощью мерной ленты, откладывая длины сторон квадратов от

полученных вершин квадратов на вехи, выставляемые на других, противоположных вершинах. Разбивку сетки квадратов контролируют промерами диагоналей квадратов.

Колышки, обозначающие вершины квадратов, забивают до уровня с земной поверхностью. На сторожках делают запись буквенного обозначения вертикального ряда и цифрового обозначения горизонтального ряда, к которым принадлежит данная вершина квадрата. Вдоль сторон квадратов закрепляют характерные точки рельефа (плюсовые точки), отмечающие перегибы поверхности, впадины и возвышения. Положение плюсовых точек фиксируют промерами их расстояний до ближайших вершин квадратов. Выдающиеся характерные точки рельефа (места наибольшего опускания или возвышения), находящиеся не на сторонах квадратов, а в стороне от них, также закрепляют колышками со сторожками. Положение этих точек фиксируют промерами до ближайших линий сетки квадратов. Примером характерных и выдающихся точек служат точки М и N.

В рабочей тетради вычерчивают схему сетки квадратов, на которой показывают обозначения рядов, плюсовые точки, магнитный азимут, все промеры для плюсовых и выдающихся точек (рис.21).

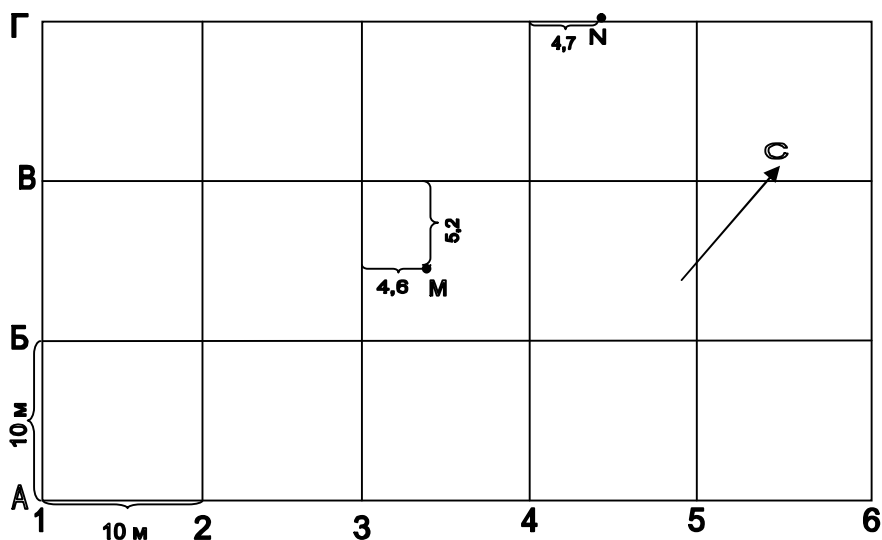


Рис.21

Если поблизости от площадки или в ее пределах имеются подробности, чертят другую схему, на которую по результатам рулетных промеров наносят эти подробности. Вторую схему с нанесенными подробностями и рельефом называют кроки (рис. 22)

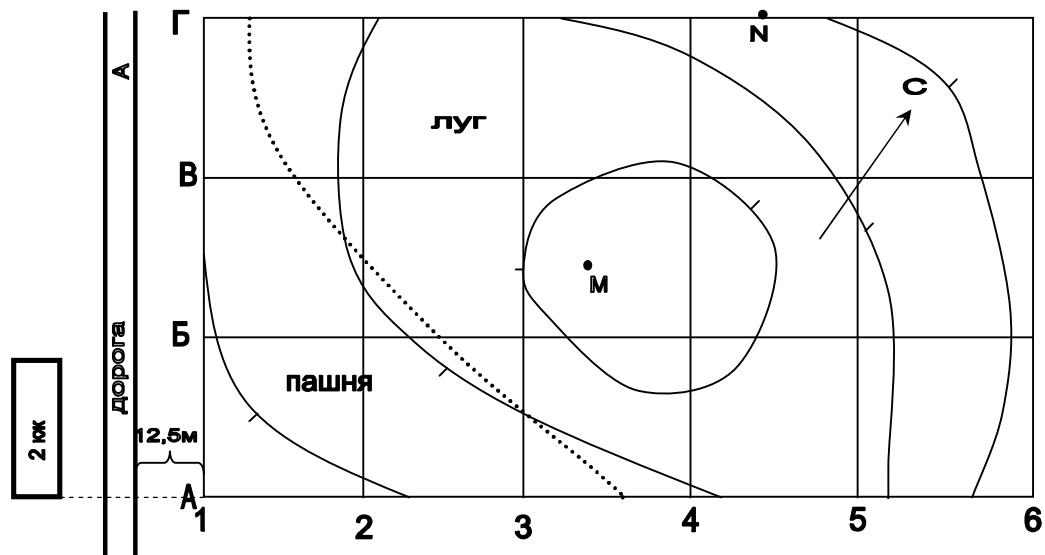


Рис.22

Для отображения общего характера рельефа проводят горизонтали, местоположение которых определяют визуально.

Если подробности не многочисленны и их нанесение на первую схему не загружает ее, вторую схему не составляют.

VI.2. Нивелирование поверхности.

Нивелир устанавливают на площадке так, чтобы можно было взять отсчеты по рейке, установленной на любой из вершин квадратов. Если рельеф строительной площадки не позволяет произвести нивелирование всех точек с одной станции, то предусматривают несколько станций. При выборе местоположения станций нужно предусматривать переходные точки, которые можно нивелировать с обеих смежных станций. Количество станций должно быть минимальным, но достаточным для нивелирования всех закреплённых точек площадки.

Порядок выполнения работы на станции нивелирования следующий:

По сигналу наблюдателя (работающего с нивелиром) реечник обходит все закреплённые вершины, плюсовые и выдающиеся точки.

Наблюдатель визирует на покачиваемую рейку, обращенную черными делениями к нивелиру, берет отсчеты и диктует их записывающему, который заносит их карандашом на схему рядом с соответствующей точкой.

Закончив обход всех точек и взятие отсчетов, работу повторяют, но отсчеты берут по красным делениям рейки, при этом записывающий вычисляет разность по «черным» и «красным» отсчетам на каждой точке. Если разность между отсчетами отличается от разности нулей рейки (РО) более чем на 4 мм, то записывающий сообщает об этом наблюдателю и данную пару точек снова нивелируют по обеим сторонам рейки. При окончании нивелирования получают схему, на которой записаны отсчеты по черным и красным сторонам реек для каждой закреплённой точки площадки (рис.23).

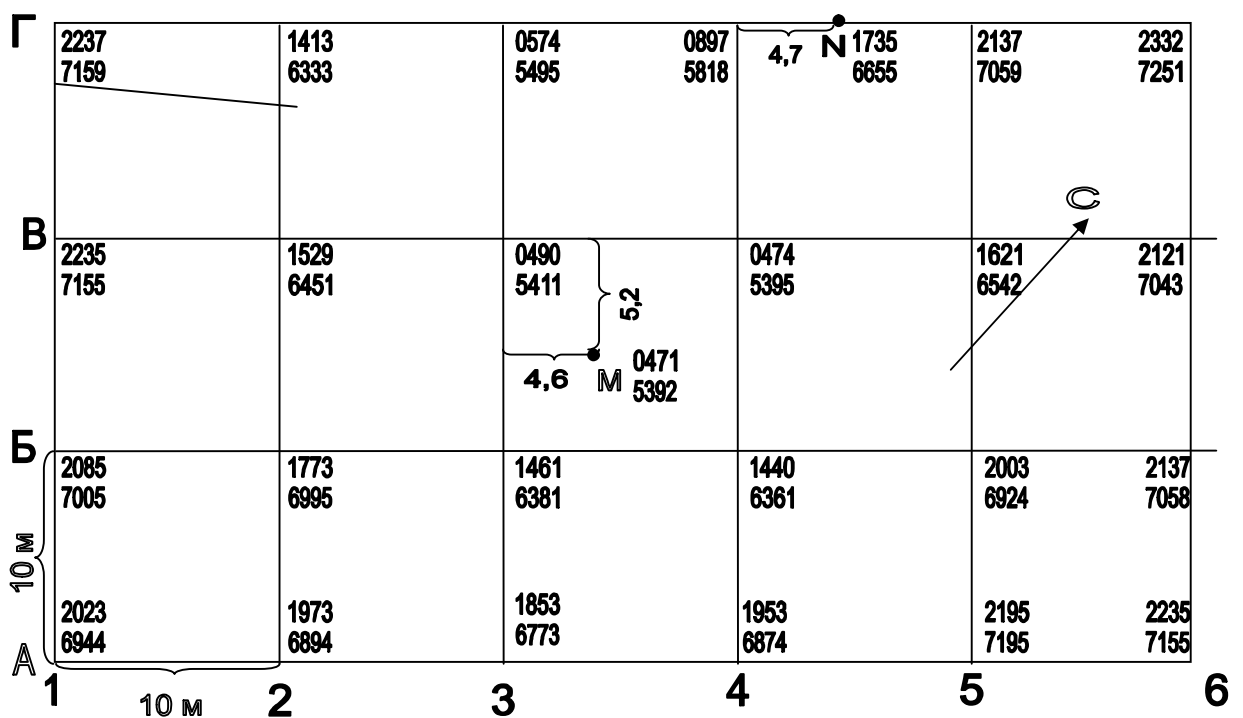


Рис.23

VI.3. Камеральная обработка материалов нивелирования.

Камеральная обработка заключается в определении высотных отметок всех закрепленных точек площадки и составлении топографического плана.

На схеме квадратной сетки под отсчетами по обеим сторонам рейки записывают средние отсчеты. По высотной отметке ближайшего репера или по условной высотной отметке одной из вершин, установленной преподавателем H_{np} , и среднему отсчету ($a_{cp} = \frac{a_u + a_{kp}}{2}$) определяют

горизонт инструмента $ГИ$ по формуле:

$$ГИ = H_{np} + a_{cp}. \quad (68)$$

Необходимо отметить, что данный горизонт инструмента не является высотной отметкой визирного луча, так как средний отсчет a_{cp} включает отсчет по красным делениям, не отражающий высоту визирования. В таких случаях горизонт инструмента называют расчетным.

По горизонту инструмента и средним отсчетам $a_{i,cp}$ на точках вычисляют их высотные отметки по формуле:

$$H_i = ГИ - a_{i,cp} \quad (69)$$

Вычисление высотных отметок ведут в рабочей тетради до третьего знака после запятой.

VI.4. Вычерчивание плана.

На листе чертежной бумаги в масштабе 1:500 строят сетку квадратов, обозначают ряды вершин, наносят плюсовые точки, карандашом подписывают отметки вершин, округляя их до второго знака. На сторонах квадратов с помощью метода интерполяции намечают следы горизонталей. Высоту сечения рельефа принимают по указанию преподавателя. Отметки горизонталей берут кратными высоте сечения рельефа. По следам строят горизонтали, избегая переломов и крутых перегибов. При построении горизонталей пользуются общей схемой рельефа на кроки. По зарисовкам на кроки на план наносят согласно установленным условным обозначениям

подробности. Окончательное оформление плана выполняют в туши. Линии сетки и отметки вычерчивают синей тушью, горизонтالي и их отметки – коричневой тушью или акварельной краской светло-коричневого цвета. Все остальное оформляют черной тушью.

Следует помнить, что отметки горизонталей подписывают нижним основанием цифры в сторону понижения поверхности. С целью ориентирования на плане подписывают румб длинной стороны площадки и изображают стрелкой направление на север.

При соответствующей подготовке студентов допускается построение плана с помощью компьютера.

С образцом топографического плана бригада может ознакомиться в лаборатории инженерной геодезии.

VI.5. Вертикальная планировка строительной площадки с нулевым балансом земляных работ

Площадке, отведенной под строительство, придают ровную поверхность со строительными уклонами. Из экономических соображений объем земляных работ по выемке грунта приравнивают к объему по насыпке (нулевой баланс). При этом возникает задача об определении объема земляных работ и высотной отметки горизонтальной площадки.

Эту задачу решают следующим образом. В масштабе 1:500 строят сетку квадратов, которую разбивали при нивелировании площадки (рис. 20). Возле вершин квадратов выписывают их отметки.

Определяют объем призмы, ограниченной вертикальными плоскостями, проходящими через границы площадки, горизонтальной плоскостью с отметкой, равной нулю, и топографической поверхностью по формуле:

$$V = S \times \frac{(\sum_1 + 2\sum_2 + 4\sum_4)}{4} \quad (70)$$

где: S – площадь одного квадрата, m^2 ;

Σ_1 – сумма отметок вершин квадратов, каждая из которых принадлежит только одному квадрату, м;

Σ_2 – сумма отметок вершин квадратов, каждая из которых принадлежит только двум квадратам, м;

Σ_4 – сумма отметок вершин квадратов, каждая из которых принадлежит четырем квадратам, м.

Высотную отметку будущей горизонтальной площадки определяют по формуле:

$$H_0 = \frac{V}{nS} \quad (71)$$

где n – число квадратов.

Далее определяют рабочие отметки вершин квадратов по формуле:

$$i = \frac{\sum_{i=1}^n H_{i_j} - \sum_{i=1}^n H_{i_k}}{a}, \quad (72)$$

где H_{i_j} – фактическая отметка вершин.

Вычисления заканчивают подсчетом всего объема земляных работ по выемке и насыпке вместе. Этот подсчет производят по формуле 71, в которой вместо фактических отметок принимают рабочие, но все с одним положительным знаком («минус» принимают как «плюс»). Половину вычисленного объема относят на выемку грунта, а другую половину на насыпку.

Все вычисления, связанные с планировкой горизонтальной площадки, выполняют в ведомости (приложение 20).

Проектирование строительных уклонов производят с учётом наклона существующего рельефа площадки. Вычисление уклонов производят по формуле:

$$i = \frac{\sum_{i=1}^n H_{i_j} - \sum_{i=1}^n H_{i_k}}{a}, \quad (73)$$

Где: $\sum_{i=1}^n H_{i_j}$, $\sum_{i=1}^n H_{i_k}$ – суммы высотных отметок вершин квадратов,

расположенных на крайних коротких сторонах площадки;

a - длина площадки (вдоль длинной стороны).

Вдоль короткой стороны площадки уклон вычисляют аналогично, только разность сумм высотных отметок по крайним длинным сторонам делят на ширину площадки. Полученные величины уклонов округляют до третьего знака после запятой и принимают в качестве проектных.

В центре площадки проектную (красную) отметку принимают равной высотной отметке, вычисленной для горизонтальной площадки (H_0). Для остальных вершин квадратов проектные отметки подсчитывают с учётом проектных уклонов.

Рабочие отметки получают как разность между фактической (черной) и проектной (красной) отметкой для каждой вершины квадратов.

На плане вертикальной планировки (картограмме) с помощью интерполяции проводят линию нулевых работ. Линии нулевых работ пересекают стороны квадратов, на которых рабочие отметки изменяют знак. Следовательно, при интерполировании нужно учитывать одни только рабочие отметки и, соединив ломаной линией точки нулевых работ, получают линии нулевых работ.

При окончательном оформлении план вычерчивают в туши. При этом вычерчивают рабочие отметки и линии нулевых работ синим цветом, а окраску зоны выемки выполняют красным цветом, зону насыпи выделяют желтым цветом.

Объём земляных работ подсчитывают отдельно для выемки и насыпи и записывают их на картограмму в соответствующих участках.

Для ведения земляных работ рабочие отметки выписывают на сторожках вершин квадратов.

В отчете по геодезической практике бригада представляет следующие документы:

- 1) схему сетки квадратов;
- 2) кроки;
- 3) топографический план площадки;

- 4) ведомость вычислений по вертикальной планировке;
- 5) план вертикальной планировки (картограмму).

VII. НЕКОТОРЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задачи по выносу проектного угла, отрезка заданной длины и линии с заданным наклоном (задания, схемы, описание полевых работ) показывают в тетради для решения инженерных задач.

VII.1. Вынос угла заданной величины

При выносе проектного угла на местность задание определяет руководитель отряда.

Для обеспечения требуемой по заданию точности возможно использование различных методик.

Если требуется обеспечить точность выносимого угла равной точности угломерного инструмента, то используют метод приёмов.

При этом методе (Рис.24) тахеометр центрируют над точкой А и наводят на вешку, установленную на точку В. Берут отсчет по горизонтальному кругу, например при КП (круг справа). Так как требуется отложить угол по направлению часовой стрелки, то к измеренному отсчету прибавляют значение проектного (заданного) угла и получают расчетный отсчет.

Если требуется отложить угол против направления часовой стрелки, то значение проектного угла вычитают из отсчета.

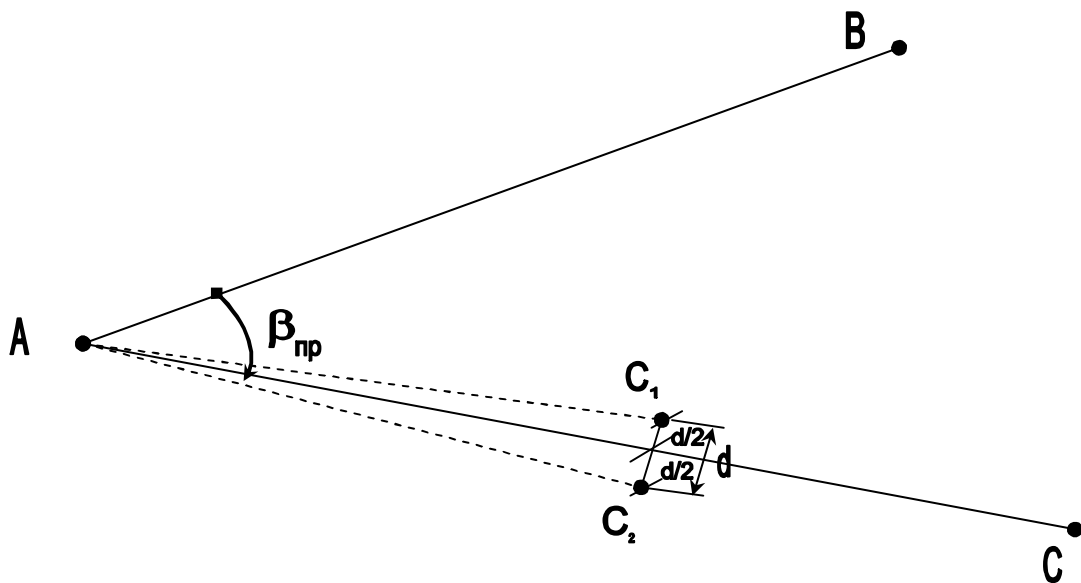


Рис.24

Поворачивают зрительную трубу на оси алидады так, чтобы на горизонтальном круге установить расчетный отсчет. Закрепляют полученное направление кольшком (точка C_1), ориентируясь по вертикальной нити инструмента.

Инструмент переводят в другой полуприём (КЛ) и повторив все операции, перечисленные выше, закрепляют полученное направление кольшком (точка C_2).

Если точки C_1 и C_2 не совпали, то расстояние между ними делят пополам и закрепляют направление на точку C . Это направление построено с точностью, равной точности применённого угломерного инструмента.

Если требуется обеспечить точность выносимого угла больше, чем точность угломерного инструмента, то используют метод, при котором проектный угол предварительно закрепляют при одном полуприёме, а затем многократно измеряют его и исправляют с учетом величины редукции.

VII.2. ПЕРЕНЕСЕНИЕ НА МЕСТНОСТЬ ПРОЕКТНОЙ ДЛИНЫ ОТРЕЗКА

Для выполнения работы бригада использует мерную ленту, топорик, кольшечек. Задание определяет руководитель отряда.

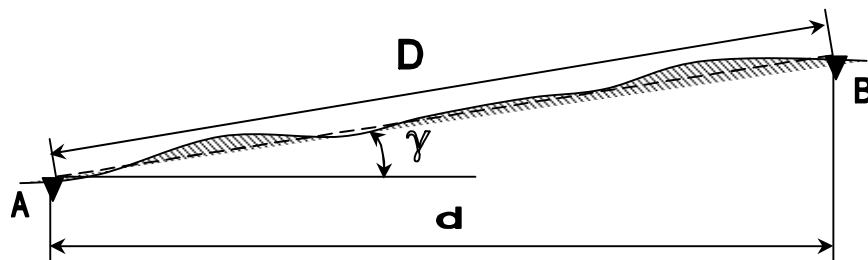


Рис.25

Длина отрезка АВ (рисунок 25) с учетом поправок составит:

$$D = d + \Delta d_k + \Delta d_t + \Delta d_\gamma, \quad (74)$$

где: d - горизонтальное проложение, измеренное на карте или плане,

$\Delta d_k, \Delta d_t, \Delta d_\gamma$ - поправки к длине отрезка на местности, соответственно за компарирование, температуру и угол наклона местности.

Величины поправок определяют по формулам:

$$\Delta d_k = \frac{d}{\ell} (\ell - \ell_0) \quad (75)$$

$$\Delta d_t = \alpha d (t - t_0) \quad (76)$$

$$\Delta d_\gamma = 2 D \cdot \sin^2 \frac{\gamma}{2} \quad (77)$$

где: ℓ - рабочая длина мерной ленты,

ℓ_0 - номинальная длина мерной ленты,

t - температура ленты при откладывании отрезка,

t_0 - температура ленты при компарировании (+20⁰ С),

α - коэффициент температурного расширения материала ленты (для стали $\alpha = 12 \times 10^{-6}$),

γ - угол наклона местности.

Отмеряют вычисленное расстояние (D) от точки А и закрепляют на местности точку В. Для контроля измеряют отложенное расстояние в обратном направлении от точки В к точке А.

VII.3. Перенесение на местность заданной отметки

Среди других геодезических задач, которые приходится решать инженеру-строителю, эта задача является наиболее распространенной. Ее решают при выполнении многих элементов строительства. Сущность задачи сводится к следующему.

В точке В земной поверхности требуется на заданной высотной отметке H_b закрепить другую точку в виде верхнего конца забитого колышка или другого, более надежного стрежня. Поблизости имеется репер, высотная отметка которого известна H_{Rp} (Рис.26).

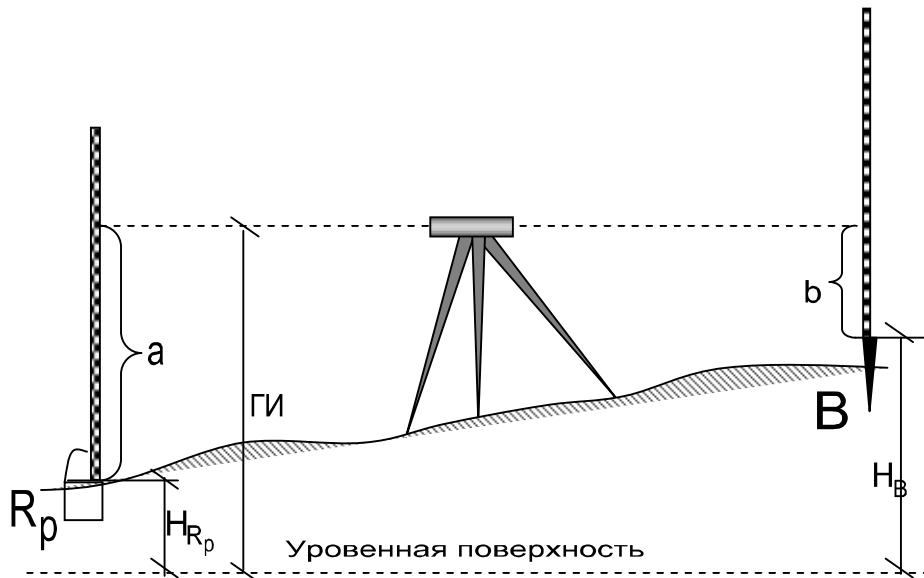


Рис.26

Для выполнения работы бригада использует нивелир со штативом, рейку, топорик, колышек. На середину между репером и точкой В ставят нивелир, визируют на покачиваемую на репере рейку и берут отсчет a . Вычисляют горизонт инструмента ГИ по формуле:

$$ГИ = H_R + a \quad (78)$$

Далее от заданной высотной отметки переходят к отсчету b .

$$b = ГИ - H_A \quad (79)$$

В точке В устанавливают колышек, на его верхний конец ставят рейку и постепенно подбивают колышек до тех пор, пока отсчет на рейке сравняется с заданным.

Правильность закрепления заданной (проектной) отметки проверяют нивелированием из середины по обеим сторонам рейки.

VII.4. Вынос линии с заданным наклоном

Задание определяет руководитель отряда. Для выполнения полевых работ бригада использует тот же инструмент и снаряжение, что и в предыдущей задаче. Проектную линию закрепляют на местности с помощью колышков, установленных в створе линии АВ (Рис.27).

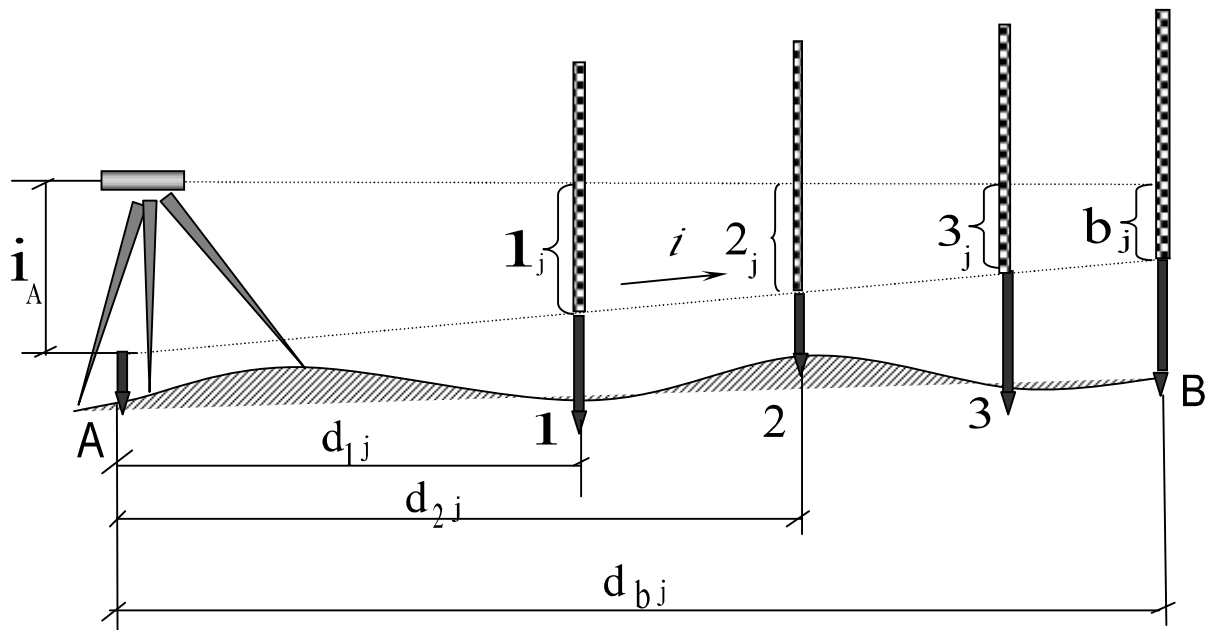


Рис.27

В точке А устанавливают нивелир, приводят его в рабочее положение и измеряют высоту установки инструмента i_A над точкой А. Далее вычисляют для всех фиксированных точек линии расчетные отсчеты по формуле:

$$b_j = I_A - d_j \times i_{np} \quad (80)$$

где: b_j - расчетный отсчет по рейке в j -той точке линии;

I_A - высота установки инструмента над точкой А;

d_j - горизонтальное проложение от инструмента до j -той точки;

i_{np} - проектный (заданный) уклон линии.

Следует отметить, что если проектный уклон отрицательный, то с увеличением d_j расчетный отсчет b_j будет увеличиваться.

После определения расчетных отсчетов, рейку на каждой фиксированной точке линии последовательно устанавливают на колышек и осторожно забивают колышки до тех пор, пока отсчет по рейке не станет

равным расчетному отсчету (b_j). Контроль производят при нивелировании всех точек линии из середины по обеим сторонам рейки.

Применение вышеуказанного метода достаточно трудоемко при расчетах и при работе в поле, поэтому рациональнее использовать нивелирование наклонным лучом. Для этого используют нивелир, а при больших углах наклона – теодолит.

При построении линии нивелир устанавливают так, чтобы один из подъемных винтов располагался по направлению линии (Рис.28 а) или линия, проходящая через два подъемных винта, была параллельна выносимой линии (Рис.28 б).

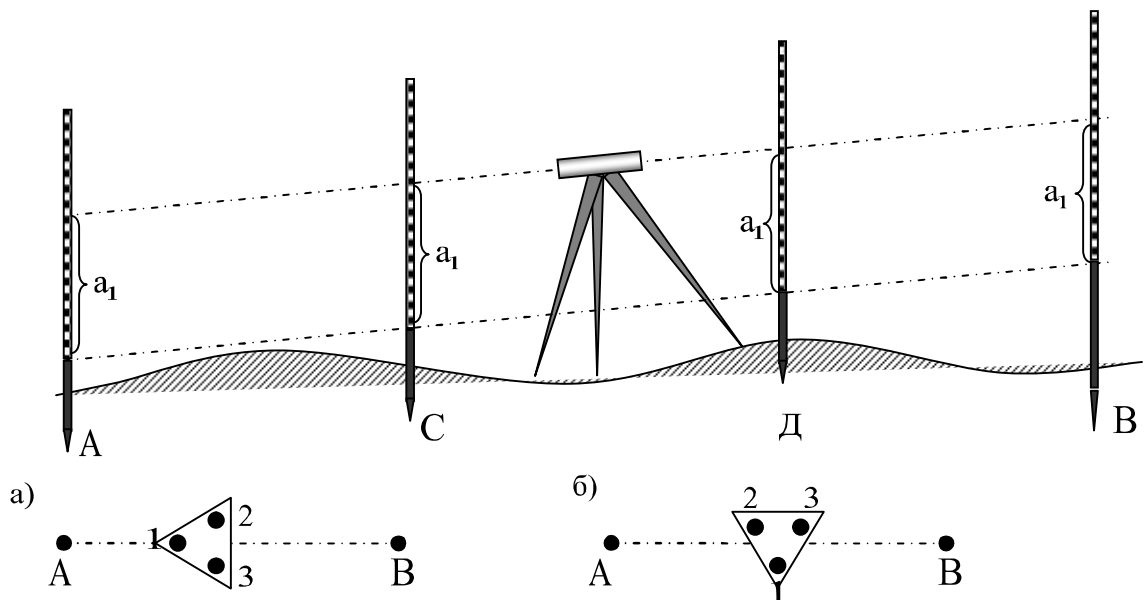


Рис.28

На конечных точках выносимой линии забивают колышки и выносят на них проектные отметки. Трубу нивелира наклоняют подъемными винтами до тех пор, пока отсчеты по рейкам на точках А и В (см. рис.28) станут одинаковыми. При таком положении зрительной трубу визирный луч параллелен проектной линии.

На промежуточных точках (С и Д) вбивают колышки, устанавливают на них рейки и подбивают колышки до тех пор, пока отсчеты по рейкам станут равными отсчетам на точках А и В.

При работе с теодолитом для решения этой задачи все операции выполняют аналогично, но наклон трубы производят за счет поворота вертикального круга.

Для выполнения этого задания бригаде нужно вынести на местность 2 линии, используя оба метода. Длину линий и величину уклона задает руководитель отряда. Результаты расчета, схему выполнения задания и контроль измерений записывают в рабочую тетрадь и приводят в отчете.

VII.5. Определение недоступного расстояния

Эта задача встречается при прокладке нивелирных, теодолитных, тахеометрических ходов через препятствия (реки, болота, загруженные транспортом магистрали и т.д.), а также при привязке запроектированных сооружений. Для выполнения полевых работ необходимо иметь: теодолит со штативом, мерную ленту, две вешки, топорик, пять колышков.

Определение недоступного расстояния производят косвенным способом – путем использования других измеренных величин.

Пусть требуется определить горизонтальное расстояние между точками В и Д (Рис.29).

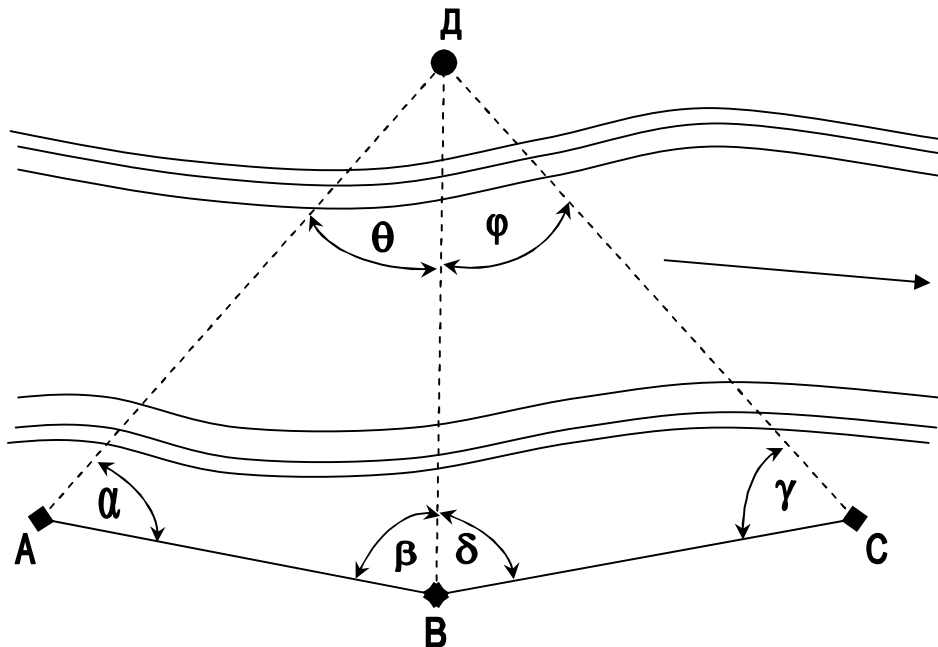


Рис.29

По обе стороны от одной из точек разбивают два базиса (откладывают отрезки АВ и АС) и измеряют их с точностью не ниже 1/3000. Место закладки базисов выбирают наиболее ровное и горизонтальное. При наклоне местности более 2° в длины базисов вводят поправки наклон. По длине и направлению базисы должны приближать треугольники АВД и ВДС к равносторонним, чем обеспечивается наибольшая точность определения искомого расстояния.

Устанавливая поочередно теодолит в точках А, В и С измеряют методом приемов углы: $\alpha, \beta, \delta, \gamma$ и записывают результаты в полевой журнал.

Далее по теореме синусов в обоих треугольниках определяют сторону ВД. Ошибку определения расстояния ВД находят как отношение разности результатов двух определений к среднему результату.

Назначаемая точность определения расстояния зависит от технических соображений, однако она не должна быть ниже 1/1000. Для достижения высокой точности измеряют из точки Д углы θ и φ , а полученные невязки внутренних углов треугольников распределяют поровну на все углы этих треугольников.

VII.6. Определение высоты недоступного сооружения

Для выполнения полевых работ при решении этой задачи используют те же инструменты и снаряжение, которые необходимы и для решения предыдущей задачи.

Полевые работы сводятся к разбивке и измерению базиса АВ, измерению горизонтальных углов β_1, β_2 и вертикальных углов $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_1^*, \gamma_2^*$ (Рис.30).

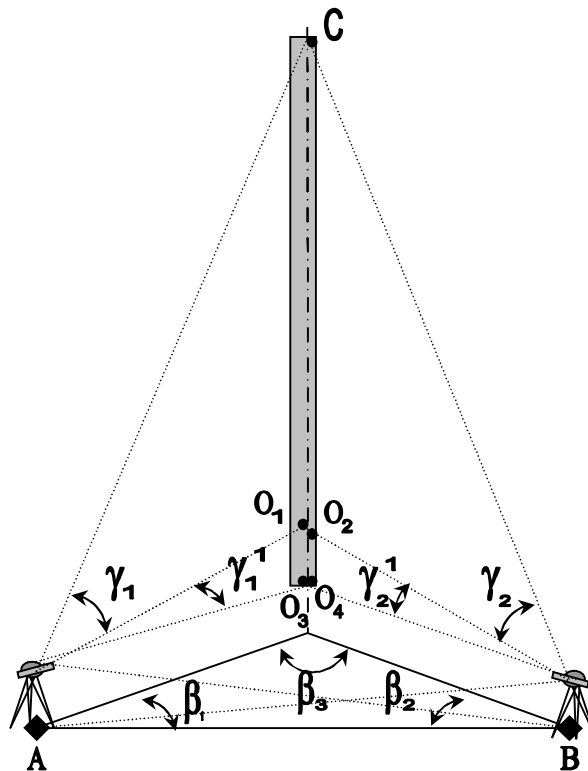


Рис.30

Требования к разбивке и измерению базиса те же, что и для решения предыдущей задачи.

Горизонтальные и вертикальные углы измеряют полными приемами и результаты измерений записывают в рабочей тетради. По измеренным величинам базиса и углов с помощью тригонометрических функций вычисляют высоту сооружения (приложение 23).

В зависимости от местных условий (возможности визировать на основание сооружения (точка O_3), наличия высотной отметки основания и высотных отметок точек A и B) постановка задачи может быть различной.

VII.7. Определение величины и направления крена инженерных сооружений башенного типа.

Задача находит широкое применение при установке и выверке колонн, мачтовых опор, возведении дымовых труб и т.д.

Крен является наиболее характерным показателем совместной деформации сооружения башенного типа и его основания. В таких сооружениях крен вызывает развитие дополнительного момента, который в

свою очередь способствует увеличению крена и может привести к потере устойчивости и обрушению сооружения.

Под линейной величиной абсолютного крена понимается отрезок между проекциями центра подошвы фундамента и центра верхнего сечения сооружения на горизонтальную плоскость.

Определение крена в зависимости от требуемой точности, высоты сооружения, а также местных условий может быть осуществлено одним из следующих способов:

- координат;
- направлений;
- малых углов;
- вертикального проектирования;
- зенитных расстояний;
- высокоточного нивелирования осадочных марок;
- направления с одного опорного пункта;
- стереофотограмметрии.

Наибольшее распространение имеют первые четыре способа, наиболее универсальным и строгим из них является способ координат.

Способ координат заключается в определении прямой угловой засечкой координат центров верхнего и нижнего сечений сооружения в принятой системе координат. Для этого на каждом пункте наблюдения измеряются способом круговых приёмов горизонтальные углы между направлениями на соседние пункты и на центры верхнего и нижнего сечений. За направление на центры принимают среднее из значений направлений на крайние точки сечений.

По результатам измерений можно определить координаты центров среднего верхнего (из двух – трёх непосредственных измерений) и среднего нижнего сечений. Зная координаты центров верхнего и нижнего сечений, можно найти величину и направление крена для наблюдаемой по высоте части сооружения.

Для выполнения полевых работ необходимо иметь:

- 1) теодолит со штативом и буссолью;
- 2) мерную ленту со шпильками;
- 3) рулетку;
- 4) топорик;
- 5) колышки, 3 – 5 шт.;
- 6) полевой журнал, подготовленный по приложению 25.

В качестве пунктов, с которых проводятся наблюдения, предпочтительно использовать пункты опорной геодезической сети, если расстояния между этими пунктами и от центра сооружения не менее полутора и не более двух высот сооружения. При отсутствии пунктов сети вблизи объекта, бригада самостоятельно назначает местоположение пунктов наблюдения, учитывая при этом, что с этих пунктов необходимо видеть не менее трёх четвертей высоты сооружения, пункты должны быть расположены ориентировочно на одной высотной отметке и между ними обеспечена взаимная видимость. Расстояния между пунктами наблюдения и от центра сооружения до пунктов выбирают равными $1,5-2 H$ – высоты сооружения.

Выбранные пункты бригада закрепляет колышками, забитыми вровень с поверхностью и рядом устанавливает сторожок с наименованием пункта наблюдения. В рабочей тетради зарисовывают абрис местности, на котором показывают объект наблюдения, схему расположения пунктов наблюдения и дают привязку этих пунктов к местным объектам. (Приложение 21)

Расстояние между пунктами наблюдения измеряют в прямом и обратном направлениях. Допустимая относительная погрешность измерения не более одной десятитысячной. Горизонтальное проложение этого расстояния вычисляют с учётом поправок за измеренный угол наклона или превышение между пунктами наблюдения, компарирование мерной ленты и температуру. Результаты измерений и вычислений записывают в рабочую тетрадь.

В приложении 21 приведен пример определения крена дымовой трубы и его направления.

На одном из пунктов наблюдения устанавливают теодолит с закреплённой буссолью и приводят его в рабочее положение, центрируя теодолит строго над пунктом. Установив на горизонтальном круге теодолита отсчёт $0^{\circ}00'00''$, закрепляют алидаду и, открепив лимб, ориентируют визирный луч теодолита по магнитной стрелке буссоли на север, после чего лимб закрепляют.

Последовательно визируют и записывают в полевой журнал наблюдений отсчеты на вешку, установленную на втором пункте наблюдения, правый и левый края верхнего и нижнего сечения сооружения. Измерения горизонтальных углов производят методом круговых приёмов, при этом в первом полуприёме теодолит поворачивают по часовой стрелке, а во втором против часовой стрелки. Таким же образом производят измерения и на втором пункте наблюдения.

При камеральной обработке результатов наблюдений вычисляют горизонтальные углы между направлениями на соседний пункт наблюдения и на центр выбранного сечения. Отсчет, приведенный к центру сечения, определяется как среднее арифметическое между отсчетами, взятыми при визировании на крайние точки соответствующего сечения.

Магнитный азимут базиса (линии между пунктами наблюдения), определённый при двух измерениях, усредняют и вычисляют дирекционный угол этого направления. В рамках учебной практики допускается принять дирекционный угол равным магнитному азимуту направления базиса.

Приняв координаты первого пункта равными нулю, вычисляют координаты второго пункта по формулам:

$$X_{II} = d_{I-II} \times \cos \alpha_{I-II} \quad (81)$$

$$Y_{II} = d_{I-II} \times \sin \alpha_{I-II} \quad (82)$$

Если наблюдения производят с пунктов геодезической основы, то по известным координатам этих пунктов, решая обратную геодезическую задачу, находят дирекционный угол направления и расстояние между пунктами наблюдения.

Координаты центра C верхнего сечения вычисляют по формулам Юнга:

$$X'_C = X_I + \frac{(X_{II} - X_I) \operatorname{ctg} \beta_{I-C} + (Y_I - Y_{II})}{\operatorname{ctg} \beta_{I-C} + \operatorname{ctg} \beta_{II-C}} \quad (83)$$

$$Y'_C = Y_I + \frac{(Y_{II} - Y_I) \operatorname{ctg} \beta_{I-C} + (X_I - X_{II})}{\operatorname{ctg} \beta_{I-C} + \operatorname{ctg} \beta_{II-C}} \quad (84)$$

$$X''_C = X_{II} + \frac{(X_I - X_{II}) \operatorname{ctg} \beta_{II-C} + (Y_I - Y_{II})}{\operatorname{ctg} \beta_{I-C} + \operatorname{ctg} \beta_{II-C}} \quad (85)$$

$$Y''_C = Y_{II} + \frac{(Y_I - Y_{II}) \operatorname{ctg} \beta_{II-C} + (X_I - X_{II})}{\operatorname{ctg} \beta_{I-C} + \operatorname{ctg} \beta_{II-C}} \quad (86)$$

Где: $X_I; Y_I; X_{II}; Y_{II}$ - координаты пунктов наблюдения;

$\beta_{I-C}; \beta_{II-C}; \beta_{I-B}; \beta_{II-B}$ - горизонтальные углы при пунктах между направлением на соседний пункт наблюдения и направлением на центр соответствующего сечения.

Полученные координаты $X'_C; Y'_C$ и $X''_C; Y''_C$ сравнивают между собой и если разность между ними не более 0,0005 высоты сооружения, то значения координат усредняют. Если это условие не выполняется, то проверяют вычисления, а при необходимости и полевые измерения. На участке между верхним и нижним наблюдаемыми сечениями по усреднённым значениям координат находят дирекционный угол направления α_{B-C} и величину крена сооружения Q'_b .

$$\alpha_{B-C} = \operatorname{arctg} \frac{Y_c - Y_b}{X_c - X_b} \quad (87)$$

$$Q'_b = \sqrt{(X_C - X_B)^2 + (Y_C - Y_B)^2} \quad (88)$$

От сооружения, крен которого нужно определить, выбирают два взаимно перпендикулярных направления. На одном из них закрепляют кольшком точку А и измеряют расстояние до нее от центра основания сооружения. Если центр основания не доступен, прибегают к рулеточному обмеру и аналитическому определению его положения, т.е. к косвенному определению расстояния. На точке А устанавливают теодолит и при закрепленном лимбе визируют на левый нижний край основания – точку 1 и на правый край – точку 2. При обоих визированиях берут отсчеты по горизонтальному кругу и записывают их в журнал. Среднее из взятых отсчетов принимается как отсчет, приведенный к центру основания. После этого выполняют визирование на левый и правый край верхнего основания сооружения и таким же образом выводят приведенный отсчет к центру верхнего основания. Разность между приведенными отсчетами составляет угол γ_A , свидетельствующий о наличии крена. Затем измеряют с помощью буссоли магнитный азимут направления на сооружение. На этом работу на точке А заканчивают и переходят на другое направление, перпендикулярное направлению АО. Для этого подбирают такую точку В, на которой магнитный азимут направления на сооружение отличается от измеренного азимута направления АО на 90° или 270° . На точке В выполняют ту же работу, что и на точке А. В результате получают угол γ_B .

В процессе камеральной обработки наблюдений по углам γ_A и γ_B измеренным расстояниям АО и ВО вычисляют составляющие крена а и в, по которым, в свою очередь, находят величину крена S. Направление крена определяют по измеренным магнитным азимутам направлений АО и ВО и вычисленным углам β_1 и β_2 .

VII.8. Вынос осей сооружения с генерального плана в натуру.

Оговоримся, что вместо генерального плана на практике будем использовать план участка теодолитной съемки с нанесенным «запроектированным» сооружением. Нанесение на план этого сооружения производит преподаватель.

Полевым работам предшествует подготовка геодезических данных. Она заключается в графическом определении координат осевых точек А, В, С и Д по плану с помощью поперечного масштаба и циркуля-измерителя, в аналитическом определении углов $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$; длин сторон и диагоналей прямоугольника, составленного осями сооружения (приложение 24).

Необходимые для вычислений координаты пунктов опорной сети (пунктов теодолитного хода) берут из ведомости вычислений координат полигона.

Все подготовленные данные заносятся на разбивочный чертеж.

На полевые работы бригада берет с собой:

- теодолит со штативом, 2 шт.;
- мерную ленту со шпильками;
- вешки, 2 шт.;
- топорик;
- колышки, 4 – 6 шт.;
- журнал измерения горизонтальных углов;
- полевую сумку;
- рабочую тетрадь, содержащую разбивочный чертеж и

подготовленные геодезические данные.

Для определения положения в натуре осевых точек сооружений могут быть использованы способы, применяемые для съемки ситуации в теодолитной съемке.

Рассмотрим способ угловых засечек, заключающийся в откладывании вычисленных углов β_1 , β_2 на пунктах опорной геодезической сети М – N (рис.31).

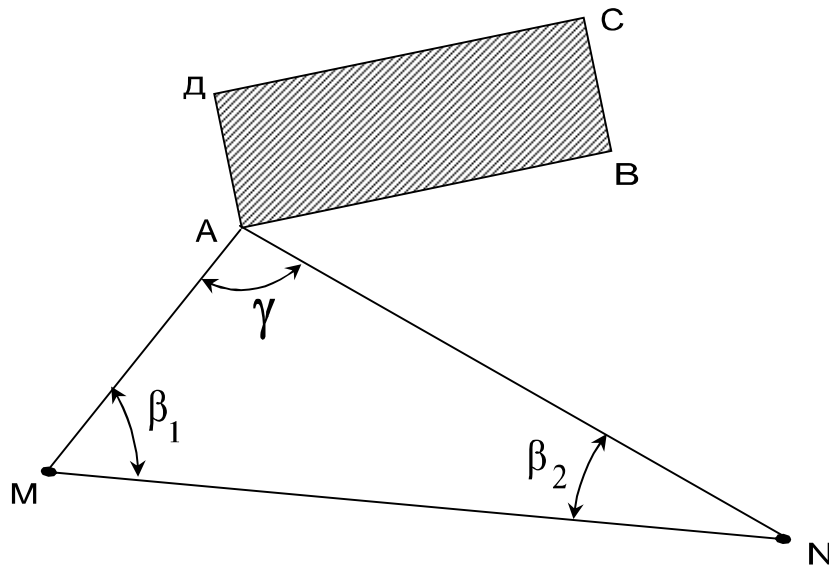


Рис.31

При выносе точек способом угловых засечек удобнее пользоваться двумя теодолитами сразу. Например, для выноса точки А теодолиты устанавливают на пунктах М и N. Углы β_1 и β_2 откладывают при одном положении круга (одним полуприемом). При этом первое визирование выполняют на отвес другого теодолита. Положение точки А в натуре будет определено, если вертикально поставленная на ней веха будет находиться под углами β_1 и β_2 к линии М – N. Найденное таким образом положение точки закрепляют колышком, забиваемым до уровня земной поверхности, и сторожком. Отложенные при засечке одним полуприемом углы β_1 и β_2 затем в качестве контроля измеряют полными приемами. Разность между измеренными углами и рассчитанными для выноса точки должна быть не больше удвоенной точности отсчитывания.

Таким же образом закрепляют другую точку – В.

Точки Д и С находят путем откладывания прямых углов ВАД и АВС, а также расстояний АД и ВС.

Для проверки правильности выполненной работы измеряют длины диагоналей полученного в натуре прямоугольника. Измеренные длины диагоналей не должны отличаться от рассчитанных диагоналей на величину более чем $1/1000$ их длины.

При использовании способа прямоугольных координат или перпендикуляров (рис.32) необходимо по координатам осевых точек сооружения и координатам опорных пунктов вычислить расстояния от пунктов опорной сети до оснований перпендикуляров (d_1, d_2) и высоты перпендикуляров (l_1, l_2).

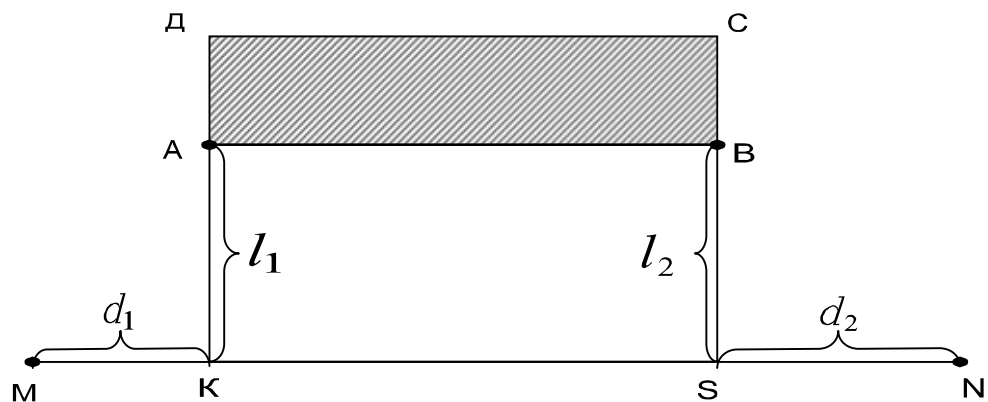


Рис.32

На местности в створе линии М-Н откладывают расстояния d_1, d_2 и закрепляют точки К, S. Отложив прямой угол от направления М-Н, отмеряют расстояния l_1, l_2 и закрепляют осевые точки А и В.

Местоположение точек С и D находят, откладывая расстояния АД и ВС, по направлениям перпендикуляров. Контроль выполненной работы проводят аналогично вышеизложенному способу.

В способе полярных координат (рис.33) предварительно по координатам точек М, N, А, В вычисляют расстояния МА и NB (d_1, d_2), а также дирекционные углы этих направлений. Учитывая дирекционный угол направления MN, определяют углы β_1 и β_2 .

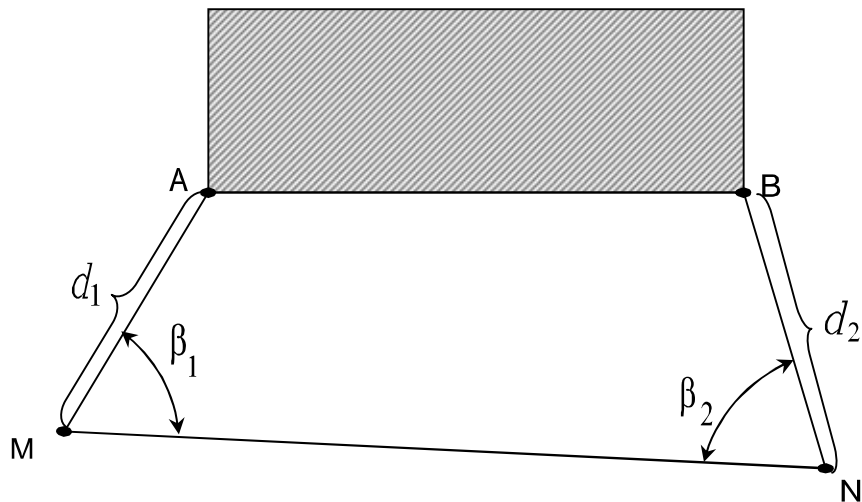


Рис.33

На местности, для выноса точки А, в точке М устанавливают теодолит, откладывают угол β_1 полным приемом и фиксируют направление МА. Отложив в этом направлении расстояние d_1 , закрепляют точку А.

Таким же образом закрепляют другую точку – В.

Местоположение точек С и Д и контроль выполненной работы проводят так же как в способе угловых засечек.

Все данные о контроле выполненной работы записывают в журнал измерения горизонтальных углов и в рабочую тетрадь.

VII.9. Наблюдения за осадками сооружений.

В строительный и эксплуатационный периоды большое значение имеют систематические наблюдения за осадками зданий. Полученные результаты дают возможность своевременно принимать необходимые меры по предупреждению деформаций зданий.

Осадки здания измеряют периодически (по циклам), определяя высотные отметки одних и тех же точек сооружения. Для закрепления точек на конструкциях здания в цоколь закладывают осадочные марки (репера). Они представляют собой металлические штыри с полусферической головкой для установки на нее рейки. Марки располагают с учетом конструкции здания и поставленных задач для наблюдений. Пример

размещения осадочных реперов на здании учебного корпуса и схема наблюдений показаны на рисунке 33.

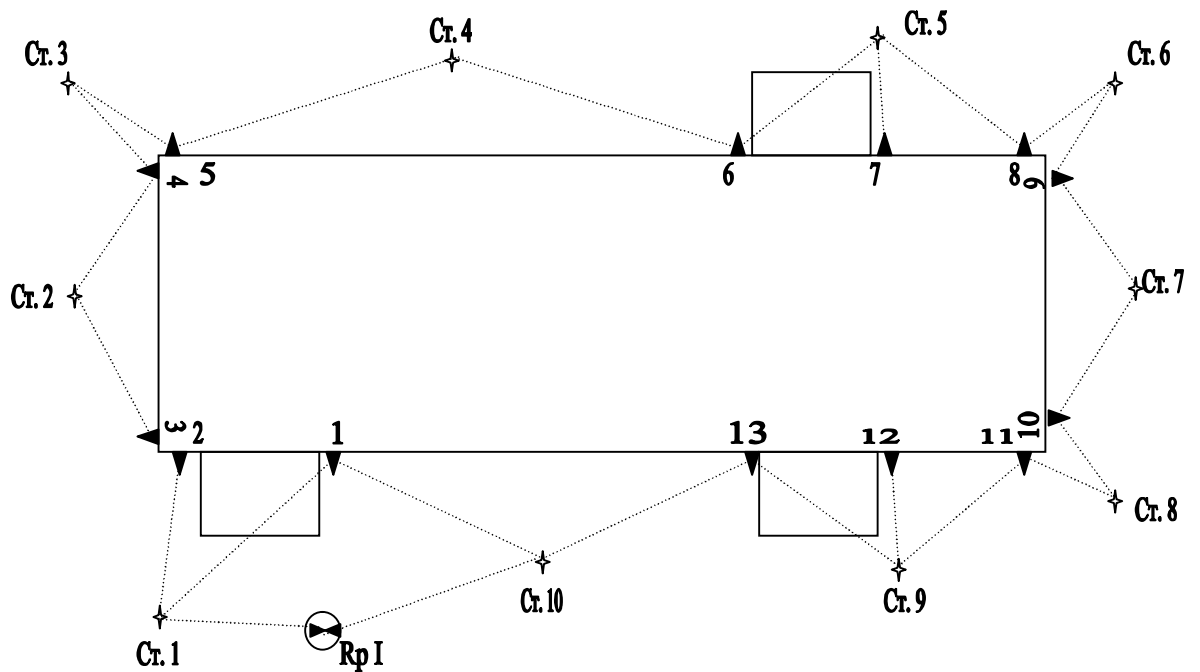


Рис. 33

Нулевой цикл наблюдений произведен сразу после установки осадочных реперов. Каждый из последующих циклов производится ежегодно в период летней геодезической практики.

Отметки осадочных реперов определяют геометрическим нивелированием, применяя замкнутый нивелирный ход. На приведенной схеме (Рис.33) некоторые марки (1, 7, 12) наблюдают как промежуточные точки. При выборе местоположения нивелира обеспечивают равенство плеч (расстояния от нивелира до связующих точек). Точность измерения превышений зависит от задач наблюдений и скорости осадки здания. В учебной практике измерения производят нивелиром Н-3 с использованием специальной рейки с миллиметровыми делениями. Нивелирование на каждой станции выполняют при двух горизонтах инструмента и заносят результаты в журнал нивелирования.

Обработку результатов наблюдений начинают с проверки журналов нивелирования (постраничный контроль замкнутого нивелирного хода) и вычисления высотных отметок осадочных реперов. Полученные отметки

записывают в ведомость вычисления осадок, где указывают номера циклов, время их выполнения и отметки осадочных марок. Пример записи приведен в приложении 26. Осадку S_i марки в данном $(i - m)$ цикле наблюдений вычисляют как разность отметок марки в $i - m$ и первом циклах измерений:

$$S_i = H_i - H_0 \quad (81)$$

Для наглядного представления о процессе осадки строят график (см. приложение 26)

VII.10. Материалы по решению инженерных задач, предъявляемые в отчете.

К числу этих материалов относятся:

- 1) оформленное по приложению 19 задание по перенесению на местность заданной отметки и его выполнение;
- 2) оформленные по приложению 20 данные полевых измерений и вычислений по определению неприступного расстояния;
- 3) оформленные данные измерений и вычислений по определению высоты недоступного сооружения;
- 4) оформленные по приложению 24 данные геодезической подготовки для выноса осей сооружения, разбивочный чертеж и сведения по выполненной работе;
- 5) оформленные по приложению 21 или 22-23 сведения по измерениям и вычислениям, связанным с определением крена и его направления;
- 6) схема наблюдений и оформленные по приложению 26 сведения по измерениям и вычислениям осадок здания.

VIII. Замечания по оформлению отчета по геодезической практике.

1. Все документы для переплета должны иметь поля шириной 2,5 – 3 см. Если поля при оформлении документа отсутствовали, они должны быть наклеены. Полевые журналы, рабочие тетради, дневник в качестве полей должны иметь наклеенные полоски бумаги.
2. Все документы, формат которых более 20х30 см, должны быть сложены в гармошку: сначала в горизонтальном направлении, а затем – в вертикальном. При этом поля для переплета должны выступать за пределы гармошки. Сложенные таким образом документы вместе с полями должны иметь указанный формат.
3. Все документы должны быть пронумерованы в хронологическом порядке. Номера документов, сложенных в гармошку, подписываются на сложенном документе так, чтобы, листая переплетенный отчет, их можно было читать, не раскладывая документ.
4. Страницы всех полевых журналов должны быть пронумерованы. В конце полевых журналов должна быть запись о том, сколько страниц пронумеровано, кто бригадир; далее следуют подпись бригадира и дата.
5. Титульный лист отчета оформляется по приложению 25.
6. Подготовленный к переплету отчет проверяется и подписывается преподавателем и руководителем практики и только после этого переплетается.

IX. ПРИЛОЖЕНИЯ**Приложение 1. Акт проверок теодолита****АКТ**

проверок теодолита № _____

Мы, члены бригады № _____

произвели проверки теодолита на выполнение следующих условий:

1. Ось цилиндрического уровня горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения инструмента

2. Ось лимба горизонтального круга должна быть параллельна или совпадать с вертикальной осью вращения инструмента.

3. Визирная ось должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси вращения трубы.

Отчет при КП по горизонтальному кругу при визировании на удаленную точку был получен _____, а при визировании при КЛ _____

Коллимационная ошибка равна _____. Допустимая величина коллимационной ошибки _____. Следовательно _____.

При завышении коллимационной ошибки в сравнении с установленным допуском были проделаны следующие операции _____

При повторном визировании на удаленную точку были получены следующие отсчеты:

КП _____, КЛ _____. Откуда коллимационная ошибка равна _____.

4. Горизонтальная ось вращения трубы должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения инструмента. При выполнении проверки были проведены следующие операции:

5. Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения инструмента

Подписи:

1. _____ (бригадир) 2. _____ 3. _____
4. _____ 5. _____ 6. _____

Приложение 2
ЖУРНАЛ ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ
/ ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ / х

Точки стояния	Точки визирования	Отсчеты по горизонтальному кругу			Средние отсчеты		Углы из полуприема		Углы из приема	
		I верньер		II						
		0	1	1	0	1	0	1	0	1
4	3	358	59.0	00.0	358	59.5	148	41,0		
	V	110	19.0	18.0	110	18.5				
4	3	169	13.5	13.5	169	13.5	148	36,0		
	V	20	37.5	37.5	20	37.5				
4	3	358	59.0	00.0	358	59.5	148	41,0	148	41,0
	V	110	19.0	18.0	110	18.5				
4	3	169	13.5	13.5	169	13.5	148	41,0		
	V	20	32.5	32.5	20	32.5				
	Съемка подробностей (КЛ)									

^x Диагональная черта показывает, как надо зачеркивать ошибочный прием.

Приложение 4 Ведомость вычисления координат замкнутого теодолитного хода с привязкой к одному из его пунктов

Приложение 4

Ведомость вычисления координат замкнутого теодолитного хода с привязкой к одному из его пунктов

Пункты теодолит. хода	Измер. углы β		Исправ. углы β	Дирекц. углы α		Рульбы γ		Cos β Sin β	Измер. длины D и углы наклона δ	Cos δ Проекция $D \cos \delta$	Приращения координат ΔX и ΔY		Исправленные приращения координат $\Delta X_{испр}$ и $\Delta Y_{испр}$		Координаты пунктов хода		
	0	1		2	3	4	5				6	7	8	9	10	11	12
ИВ				287	35.0												
V	115	13,7	115	352	210,5	СЗ	7	38,5	101,10	0,0853	+ 08,00	- 13,23	+ 08,83	- 13,21		+ 257,423,70	- 140,28,73
1	134	35,5	134	37	40,3	СВ	37	40,3	100,37	1,00,37	+ 150,48	+ 110,00	+ 150,50	+ 110,04		+ 258,30,2,01	- 102,80,03
2	00	32,7	00	121	13,8	ЮВ	58	40,2	305,30	0,0050	- 188,00	+ 311,04	- 188,55	+ 311,11		+ 8007,5,4	- 102,03,84
3	58	54,0	58	242	20,1	ЮС	02	20,1	107,27	1,07,27	- 77,07	- 148,15	- 77,05	- 148,12		+ 833,2,0,4	- 101,77,20
4	148	41,0	148	273	30,4	СЗ	80	20,0	207,00	0,0070,04	+ 17,03	- 200,40	+ 17,07	- 200,42		+ 8803,4,0	- 182,00,00
V	340	04,7	340	107	35,0				207,00	2,07,00						+ 878,5,8,4	- 100,14,21
ИВ																+ 258,80,2,01	- 102,80,03
	000	01,0	000							$\sum \alpha = 1087,00$	$\sum \alpha = -0,14$	$\sum \beta = -0,20$	$\sum \beta = 0,00$	$\sum \beta_{доп} = 0,00$			

Угловая невязка при замыкании хода на исходную сторону VII – V:

$$f_{\beta} = \sum \beta - n \times 180^{\circ} + \alpha_{\sigma} - \alpha_{\tau} = 900^{\circ} 01' 6'' - 6 \times 180^{\circ} + 287^{\circ} 35' 0'' - 107^{\circ} 35' 0'' = 01' 6''; f_{\beta_{доп}} = 1,5 \times t \sqrt{n} = 1,5 \times 1' \sqrt{6} = 37''; f_{\beta} < f_{\beta_{доп}}$$

Угловая невязка внутренних углов полYGONа: $f_{\beta} = 540^{\circ} 00' 3'' - 540^{\circ} = 00' 3''; f_{\beta_{доп}} = 1,5 \times t \sqrt{n} = 1,5 \times 1' \sqrt{5} = 3' 4''; f_{\beta} < f_{\beta_{доп}}$

$$\text{Относительная невязка: } \frac{f}{P} = \frac{\sqrt{14^2 + 20^2}}{108790} = \frac{1}{4520}; \quad \frac{f}{P_{доп}} = \frac{1}{2000}; \quad \frac{f}{P} < \frac{f}{P_{доп}}$$

Приложение 5 Ведомость вычисления координат замкнутого теодолитного хода с привязкой к двум его пунктам

Приложение 5

Ведомость вычисления координат замкнутого теодолитного хода с привязкой к двум его пунктам

Пункт	Измер углы β	Исправ углы β	Дирекц углы α		Румбы r		Cos r Sin r	Измер длины Дк углы наклон α	Сос β Гориз. проекция d=Дкcosβ	Приращения координат ΔX и ΔY		Исправленные приращения координат		Координаты пунктов хода	
			Наз	0	Наз	0				ΔX	ΔY	ΔX _{испр.}	ΔY _{испр.}	X	Y
1-2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
X			273	30.4										+ 258785,84	- 10074,27
X	107	107	352	21.5	CS	7	0,000	+ 08,02	- 13,23	+ 08,83	- 13,27			+ 258802,07	- 10280,03
1	134	134	37	40.3	CS	37	0,000	+ 150,48	+ 110,00	+ 150,50	+ 110,04			+ 8007,54	- 10203,84
2	00	32.7	121	13.0	ЮВ	58	0,000	- 188,00	+ 317,04	- 188,55	+ 317,17			+ 00520,4	- 10777,20
3	58	58	242	20.2	ЮС	02	0,005	- 77,07	- 148,15	- 77,05	- 148,12			+ 8803,40	- 18800,00
X	148	148	273	30.4	CS	80	0,005	+ 17,03	- 200,40	+ 17,07	- 200,42			+ 8785,84	- 10074,27
X	537	540												+ 258802,07	- 10280,03

1088 fX = -0.14 fY = -0.20 0.00 0.00

Угловая невязка : $f_{\beta} = \sum \beta - (n-2) \times 180^{\circ} = 540^{\circ} 01' 4'' - (5-2) \times 180^{\circ} = 01' 4''$; $f_{\beta_{доп}} = 1,5 \times t \sqrt{n} = 1,5 \times 1' \sqrt{5} = 3' 4''$; $f_{\beta} < f_{\beta_{доп}}$

Линейная невязка : $f = \sqrt{14^2 + 20^2} = 24,4 \text{ см}$ Относительная невязка : $\frac{f}{P} = \frac{24,4}{108800} = \frac{1}{4520}$; $\frac{f}{P_{доп}} = \frac{1}{2000}$; $\frac{f}{P} < \frac{f}{P_{доп}}$

Вычисляли: Котов П. Иванов Г. Проверили: Елькин С., Егоров К. Дата 10.VII.2008г.

Приложение 6 Ведомость вычисления координат разомкнутого теодолитного хода

Приложение 6

Ведомость вычисления координат разомкнутого теодолитного хода

Пункты теодолитного хода	Измер. углы β		Исправ. углы β		Дирекц. углы α		Румбы r		Cos r Sin r		Измер. длины и углы наклон		Cos δ Гориз проек ция $D \cos \delta$		Приращения координат ΔX и ΔY		Исправленные приращения координат $\Delta X_{испр.}$ $\Delta Y_{испр.}$		Координаты пунктов хода		
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
II			80	111,5																	
IV	170	35,5	80	37,3	СВ	80	37,3	0,050035 0,702043	250,15 70°15'	0,0640 254,55	+40,37	-10	+280,75	+40,27	+280,80	+2780,13	+1194,29				
I	130	16,5	130	10,0	В	40	41,0	0,703480 0,047072	250,25 7°30'	0,0914 248,70	-100,52	-5	+180,77	-100,00	+100,21	+2820,52	+1575,00				
2	240	55,0	240	24,2	СВ	00	24,2	0,030077 0,551700	234,17 5°15'	0,0558 233,10	+82,04	-7	+278,25	+81,07	+278,37	+2008,02	+1704,30				
VI	181	25,5	181	98,0												+2750,80	+1082,07				
VII																					
$\Sigma \beta_n$	730	734,5																			
	732	734,5																			

Угловая невязка: $f_{\beta} = \sum \beta_n - n \times 180^\circ - \alpha_0 + \alpha_n = 732^\circ 14' 5'' - 720^\circ - 80^\circ 12' 5'' + 67^\circ 58' 9'' = 00' 9''$; $f_{\beta_{доп}} = 1,5 \times \sqrt{n} = 1,5 \times \sqrt{6} = 3,7''$;

$$f_{\beta} < f_{\beta_{доп}}$$

Линейная невязка: $f = \sqrt{12^2 + 25^2} = 27,7 \text{ см}$. Относительная невязка: $\frac{f}{p} = \frac{27,7}{76584} = \frac{1}{2762}$; $\frac{f}{p} = \frac{1}{2000}$

Вычислили: Котов П. Иванов Г.

Проверили: Елькин С., Егоров К.

Дата 12.VII.2008 г.

Приложение 7 Ведомость вычисления координат висячего теодолитного хода

Приложение 7

Ведомость вычисления координат висячего теодолитного хода.

Пункты теодолитного хода	Измеренные углы β		Исправленные углы β		Дирекц. углы α		Румбы r		Cos r Sin r		Измеренные длины и углы наклона	Cos δ Гориз. проекция	Приращения координат ΔX и ΔY		Исправленные приращения координат		Координаты пунктов хода		
	β	β	β	β	α	α	r	r	Cos r	Sin r			ΔX	ΔY	$\Delta X_{исп}$ р.	$\Delta Y_{исп}$ р.	X	Y	
1-2	0	0	0	0	0	0	6				8	9	10	11	12	13	14	15	
K					75	14,2	CB	75											
X	105	105	105	25,7	80	48,5	CB	80	0,00000 0,003345	288,20 4°30'	0,007 257,48	0,88	+ 257,48	+ 0,80	+ 257,50		+ 17037,20	+ 25843,11	
1	240	240	240	32,0	20	15,0	CB	20	0,480044 0,872407	105,78 5°30'	0,005 164,05	+ 143,00	+ 80,07	+ 143,01	+ 80,07		+ 17038,12	+ 20100,0	
2	230	230	230	18,0	208	34,2	ЮЗ	88	0,00088 0,024005	235,20 47°5'	0,007 234,55	- 5,80	- 234,42	- 5,80	- 234,48		+ 17782,03	+ 20181,37	
1	110	110	110	27,1	200	15,0	ЮЗ	20	0,480044 0,872407	105,70 5°30'	0,005 164,00	- 143,01	- 80,07	- 143,01	- 80,07		+ 17038,12	+ 20100,0	
X	104	104	104	34,3	255	14,2			0,00000 0,003345	205,30 4°30'	0,007 257,53	- 0,80	- 257,53	- 0,80	- 257,53		+ 17037,20	+ 25843,11	
$\Sigma \beta$	107	108	108	00,0								$\rho = 374,03$	$r = -0,01$ x	$r = -0,02$ y	0,00				

Угловая невязка $f_{\beta} = \Sigma \beta_{теор} - n \times 180^{\circ} = 1079^{\circ}58'8'' - 1080^{\circ} = -01'2''$; $f_{\beta_{доп}} = 1,5 \times t \sqrt{n} = 1,5 \times 1' \sqrt{6} = 3'7''$ $f_{\beta} < f_{\beta_{доп}}$

Линейная невязка: $f = \sqrt{1^2 + 2^2} = 2,2 \text{ см.}$; Относительная невязка: $\frac{f}{P} = \frac{2,2}{131300} = \frac{1}{60000}$; $\frac{f}{P} = \frac{1}{2000}$; $\frac{f}{P} < \frac{f}{P_{доп}}$;

Вычисляли: Котов П. Иванов Г.

Проверили: Елькин С., Егоров К.

Дата 15.VII.2008 г.

Приложение 8. Акт проверки вертикального круга теодолита
АКТ

поверки вертикального круга

теодолита...марки ...№...

Вятский Государственный университет «...».....200..г

Мы, члены бригады №.....

.....

произвели поверку вертикального круга теодолита.

При визировании на удаленную точку (указать какую именно) по вертикальному кругу были получены отсчеты по КП..... по КЛ....., откуда МО равно.....

Установленный допуск на МО..... Следовательно...(если не уложились в допуск) необходимо произвести юстировку вертикального круга.

Установили на вертикальном круге отсчет равный углу наклона, вычисленному из КП и КЛ. Исправительными винтами сетки нитей навели перекрестие на точку, после чего при визировании на удаленную точку были получены отсчеты по КП....., по КЛ.....

Окончательно МО равно:.....

Подписи: 1...../бригадир/ 2.....

3.....

4.....

**Приложение 9
АКТ**

**определения постоянного слагаемого дальномера при теодолите
марки№.....**

Вятский Государственный университет «...».....20 ..г

Мы, члены бригады №.....

произвели определение постоянного слагаемого дальномера при теодолите.

Для трёх измеренных расстояний были получены следующие отсчеты по
дальномерным нитям:

1.Для расстояния.....м.....

2.Для расстояния.....м.....

3.Для расстояния.....м..... Значения

постоянного слагаемого:

1.Для расстояния.....м.....

2.Для расстояния.....м.....

3.Для расстояния.....м.....

Среднее значение постоянного слагаемого.....

Подписи: 1...../бригадир/ 2.....

3.....

4.....

Приложение 10 Полевой журнал тахеометрической съемки

Приложение 10
Полевой журнал тахеометрической съемки
Точка стояния VII Высота инструмента $i = 1.55$
Начальный отсчет по горизонтальному кругу $0^{\circ} 00'$ на пункт VII

Полуприем	Описание точек наблюдения	№ наблюдений	Высота точки	Высота наведения	Расстояние по дальномеру	Отсчет по горизонт. кругу		Отсчет по вертикаль. кругу		М.О.	Угол наклона		Горизонтальное расстояние, d м	Превышения h м	Отметка Н м	Кроки
						0	1	0	1		0	1				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
КЛ	Пункт хода	VII	1550	115,8	43	15,0		3	06,0		3	05,0	115,5	6,22	34,55	
КЛ	Пункт хода	IX	1550	130,3	141	45,0		357	47,0		-2	13,0	130,0	-5,03	23,40	
КЛ	Пункт хода	VII	1550	115,8	150	10,0	360	356	56,0	01,0	3	05,0	115,5	6,22	34,65	
КЛ	Пункт хода	IX	1550	130,2	248	39,0	360	2	13,0	00,0	-2	13,0	130,0	-5,03	23,40	
		Полный угол =			261	30,5										
КЛ	Север				115	30				360	00,5					
	Съемка подробностей															
КЛ	Пункт хода	VII			0	00										
	Рельефная	1	1550	57,2	18	30		358	44,2		1	16,3	57,2	1,27	29,7	
	Граница леса	2	1550	74,3	21	15		358	57,1		1	03,4	74,3	1,37	29,8	
	Рельефная	3	1347	27,5	41	00		359	26,7		0	33,8	27,5	0,47	28,9	
	Граница леса	4	1550	64,2	42	09		359	21,4		0	39,1	64,2	0,73	29,6	
	И.т.д.															

Приложение 11
Ведомость увязки превышений и вычисления высотных отметок
пунктов замкнутого тахеометрического хода

Пункты хода	Прямые и обратные превышения	Средние превышения	Длины сторон	Поправки за невязку в превышениях	Исправленные средние превышения	Высотные отметки	Примечание: схема хода
	(м)	(м)	(м)	(см)	(м)	(м)	
I	+3,26	+3,27	85,7	+1,0	+3,28	1	
						3	
II	-3,28	+5,51	100,5	+1,2	+5,52	7	
						9	
III	+5,49	+2,75	110,7	+1,4	+2,76	8	
						130,75	
IV	-2,77	+7,29	125,8	+1,6	+7,31	136,27	
						139,03	
V	+7,27	+3,43	131,9	+1,6	+3,45	146,34	
						149,79	
VI	-3,45	+2,55	95,8	+1,3	+2,56	152,35	
						146,12	
VII	+2,53	-5,04	54,3	+0,7	-5,03	141,09	
						131,65	
VIII	-2,56	-6,24	76,8	+0,9	-6,23	127,47	
						127,47	
IX	-6,25	-9,45	87,5	+1,0	-9,44		
X	+6,22	-9,45	92,1	+1,3	-4,18		
I	-5,03	-0,12	961,1	12,0	0,00		
	+5,05						
	-9,45						
	+9,45						
	-4,20						
	+4,18						

$$f_h = \sum h = 0,12\text{ м}$$

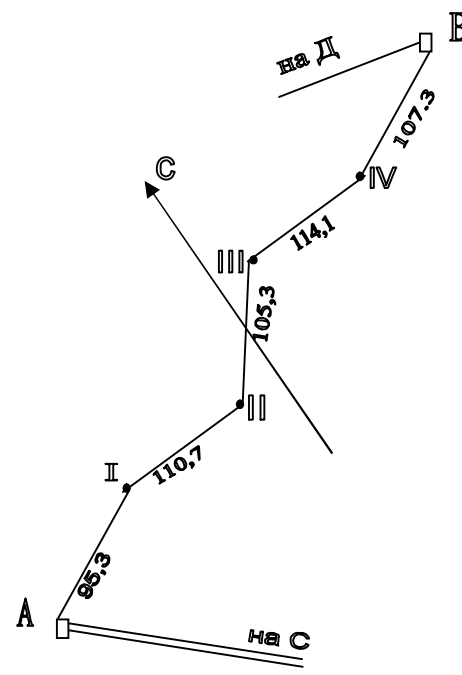
$$f_{h_{\text{дон}}} = \frac{0,04 \times P}{\sqrt{n}} = \frac{0,04 \times 9,61}{\sqrt{10}} = 0,12\text{ м}$$

$$f_h = f_{h_{\text{дон}}}$$

Вычисляли: Жуков К., Зайков В.; Коротков В.
 Проверили: Воронин Ф.; Бажин В.

20.07.08.

Приложение 12
Ведомость увязки превышений и вычисления высотных отметок
пунктов разомкнутого тахеометрического хода

Пункты хода	Прямые и обратные превышения (м)	Средние превышения (м)	Длины линий	Поправки за невязку в превышениях	Исправленные превышения (м)	Высотные отметки	Примечание схема хода
A						1267.3 2	 <p> $f_h = \sum h - H_n + H_0 =$ $= -13.05 - 125420 + 1267.32$ $= 0.07 \text{ м.}$ $f_{h_{\text{дон}}} = \frac{0.04 * p}{\sqrt{n}} = \frac{0.04 * 5 * 32}{\sqrt{5}} = 0.09$ $f_h < f_{h_{\text{дон}}}$ </p>
I	+3.24	+3.22	95.3	-1.3	+3.20	1270.5 2	
	-3.20						
II	+1.17	+1.19	110.7	-1.4	+1.18	1271.7 0	
	-1.21						
III	-4.27	-4.26	107.3	-1.4	-4.28	1267.4 2	
	+4.25						
IV	-7.28	-7.26	114.1	-1.5	-7.27	1260.1 5	
	+7.24						
B	-5.95	-5.94	107.3	-1.4	-5.95	1254.2 0	
	+5.95						
		$\sum h =$ =-13.05	$P=532$ 7	7.0	-13.12		

Вычисляли: Елькин С., Петров И.
 Проверили: Котов П., Иванов Г.

17. VII.08

Приложение 13
Ведомость увязки превышений и вычисления высотных отметок

Пункты хода	Прямые и обратные превышения	Средние превышения	Длины сторон	Поправки за невязку в превышен. (см)	Исправленные средние превышения	Высотные отметки	Примечание: схема хода
Rp13						137.98	
1	+3.73 -3.71	+3.72	50.5	-0.6	+3.71	141.69	
2	+2.64 -2.66	+2.65	75.3	-1.0	+2.64	144.33	
3	+2.36 -2.36	+2.36	105.4	-1.3	+2.35	146.68	
4	-6.31 +6.26	-6.28	125.3	-1.6	-6.29	140.39	
3	+6.26 -6.28	+6.27	125.2	-1.6	+6.25	146.64	
2	-2.34 +2.30	-2.32	105.7	-1.3	-2.33	144.31	
1	-2.63 +2.6	-3.62	75.1	-1.0	-2.63	141.68	
	-3.68 +3.70	-3.69	53	-0.6	-3.70	137.98	
Rp13						137.98	
		+0.09	712.8	9.00	0.00		

Вычисляли: Елькин С., Петров И.
 Проверили: Котов П., Иванов Г

Приложение 14 Акт поверок нивелира
АКТ

поверок нивелира марки.....№.....

Вятский Государственный университет «.....».....20....г

Мы, члены бригады №

произвели следующие поверки нивелира:

1. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира. Поверка данного условия была выполнена: (перечислить последовательно основные операции)

.....
2. Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира. Поверка была выполнена: (перечислить последовательно основные операции)

.....
3. Ось цилиндрического уровня и визирная ось трубы должны лежать в вертикальных параллельных плоскостях. Поверка была выполнена: (перечислить последовательно основные операции).....

.....
4. Ось цилиндрического уровня и визирная ось трубы должны быть параллельны. При поверке данного условия были получены при нивелировании из середины: отсчеты $a=.....$, $b=.....$ превышение $h=.....$; при нивелировании вперед: высота инструмента $i=.....$, отсчет $a_1=.....$; рассчитанный по превышению и высоте инструмента отсчет $a_1=.....$; разность между рассчитанным отсчетом и полученным при нивелировании вперед полученоДопустимая разность 4 мм.

Вывод.....

Если условие поверки не соблюдается, то каким образом оно восстановлено (перечислить последовательно все основные операции).

.....
.....
После восстановления условия параллельности визирной оси и оси цилиндрического уровня при нивелировании из середины были получены отсчеты: $a=.....$ и $b=.....$, превышение $h=.....$; при нивелировании вперед были получены: высота инструмента $i=.....$, отсчет $a_1=.....$, превышение $h=.....$

Подписи: 1...../Бригадир/. 2.....

3.....

4.....

5.....

6.....

Приложение 15
Ведомость вычисления основных элементов кривой

Исходные данные		Основные элементы кривой			
θ	R	T $R \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$	B $R(\sec \frac{\theta}{2} - 1)$	K $\frac{\pi R \theta}{180^\circ}$	Д 2Т-К
35°	125м	39.35м	6.25м	76.40м	2.30м

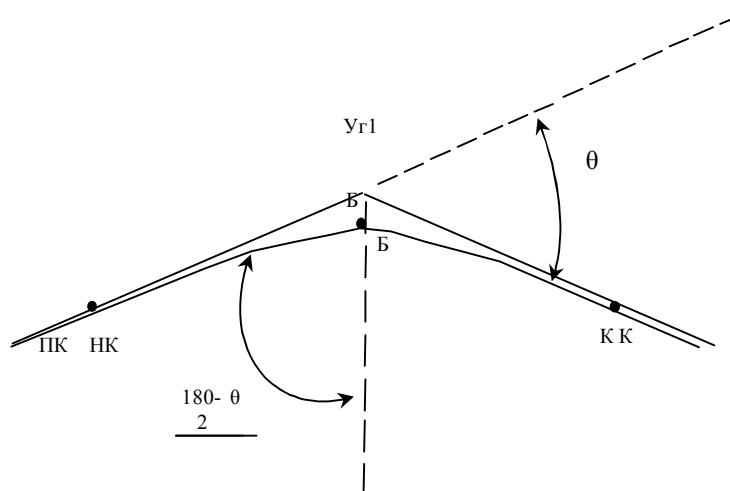
Расчет пикетажных обозначений точек НК и КК

Уг1.....	ГК4+45.0
-Т.....	39.35
<hr/>	
НК.....	ГК4+5.65
+К.....	76.40
<hr/>	
КК.....	ГК4+82.05

Контроль

Уг1.....	ГК4+45.00
+Т.....	39.3
<hr/>	
.....	ГК4+84.35
-Д.....	2.3
<hr/>	
КК.....	ГК4+82.05

Схема разбивки кривой в главных точках



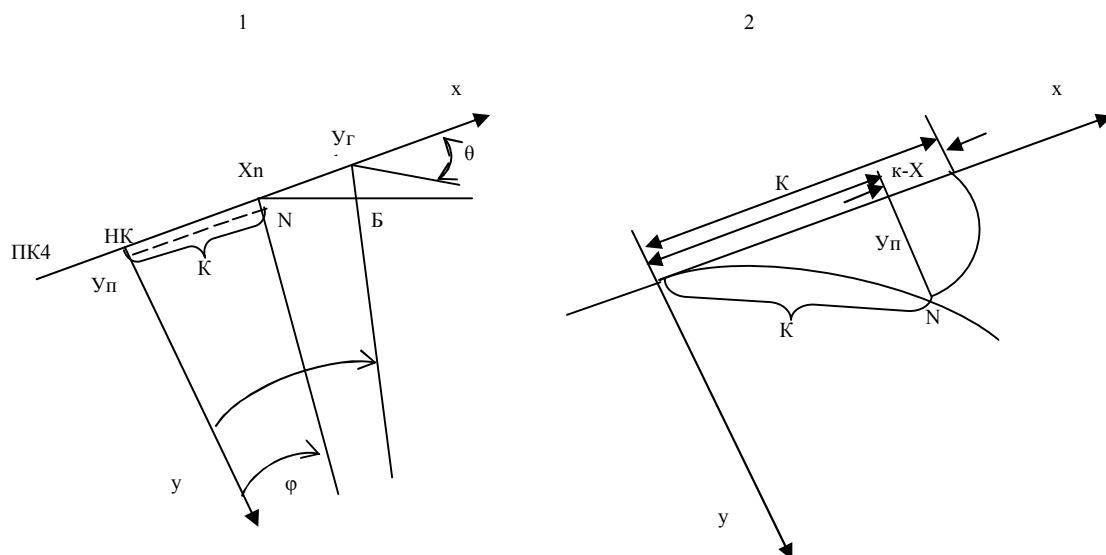
Вычислили:, Ежов И., Петров И., Елькин С.

Проверили: Котов П., Иванов Г.

Дата: 7.07.2004г.

Приложение 16
Ведомость вычислений координат точек кривой для ее детальной разбивки

Расстояние от НК до точки по кривой	$\varphi = \frac{180^\circ \times K}{\pi \times R}$	Sin φ	Cos φ	$1 - \cos \varphi$	X $R \times \sin \varphi$	Y $R \times (1 - \cos \varphi)$	к-Х
0	0	0	1	0	0	0	0
5	2° 17' 5"	0.0399	0.9992	0.0008	4.99	0.10	0.01
10	4° 35' 0"	0.0799	0.9968	0.0032	9.99	0.40	0.01
15	6° 52' 5"	0.1197	0.9928	0.0072	14.96	0.90	0.04
20	9° 10' 0"	0.1593	0.9872	0.0128	19.91	1.60	0.09
25	11° 27' 5"	0.1987	0.9801	0.0199	24.88	2.49	0.16
30	13° 45' 0"	0.2377	0.9713	0.0287	29.77	3.59	0.23
35	16° 02' 5"	0.2763	0.9811	0.0389	34.54	4.86	0.48
$K \sqrt{2} = 38.2$	$\theta \sqrt{2} = 17^\circ 30' 0"$	0.3007	0.9537	0.0463	37.59	5.79	0.81



Вычислили: Ежов И., Петров И.
 Проверили: Котов П., Иванов Г.
 3.VIII.2008

Приложение 17
Журнал геометрического нивелирования
с двухсторонними рейками

NN станции	Точки визирования	Отсчет			Превышения		Средние превышения		Испр. превышения		Горизонт инструмента.	Высотная отметка
		Задний	Передний	Промежуточ.	+	-	+	-	+	-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Rp17	0926				349						125.450
1		5501				351		350		347		
	ГКО		1275									125.103
			5852									
	ГКО	0826				86						125.103
2		5403				63		64		67		
	ПК1		0892									125.042
			5466									
	ГК1	1183										125.042
3		5756			54		53		56			
	ГК2		1129		51							125.098
			5705									
	ГК2	0781										125.088
4		5355			146		146		143			
	ГК3		0927		147							124.955
			5502									
	ГК3	1359										124.955
		5936										
5	+42			1476		146		145		142	126.314	124.838
	+80			1329		144						124.985
	ГК4		1505									124.813
			6080									
Контроль		33028	34333		105	1412	53	705	56	693		124.813
		-1307			-1307		-652		-637			-125.450
		-653			-653		$\sum_v = 15$					- 637

Вычисляли: 1. Елькин С.
2. Котов П.

Дата 23.07.2008 г

Проверили : 1. Петров И.
2. Иванов Г. 3. Ежов И.

Приложение 18
Ведомость вычислений высотной отметки
горизонтальной площадки и объемов земляных работ

Отметки									Схема разбивки площадки												
Вес 1			Вес 2			Вес 4															
Точки	Отм.	Раб. отмет	Точки	Отм.	Раб. отмет	Точк и	От м.	Раб. отм													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
A1	9.30	+0.43	A2	9.70	+0.03	92	1020	-0.47	<table border="1"> <tr> <td>9.40</td> <td>9.26</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9.45</td> <td>9.95</td> <td>9.30</td> </tr> <tr> <td>9.70</td> <td>10.20</td> <td>9.95</td> </tr> <tr> <td>9.30</td> <td>9.50</td> <td>9.58</td> </tr> </table>	9.40	9.26		9.45	9.95	9.30	9.70	10.20	9.95	9.30	9.50	9.58
9.40	9.26																				
9.45	9.95	9.30																			
9.70	10.20	9.95																			
9.30	9.50	9.58																			
C1	9.88	+0.05	A3	9.40	+0.33	B3	9.95	-0.22													
A4	9.26	+0.47	C2	9.95	-0.22																
C4	9.30	0.43	C3	9.75	-0.02																
			B1	9.50	+0.23																
			B4	9.45	+0.28																
Σ_1	37.54		Σ_2	57.75		Σ_4	20.15														
			$2\Sigma_2$	115.50		$4\Sigma_4$	80.60														
Σ'_1		1.38	Σ'_2		1.11	Σ'_4		0.69													
			$2\Sigma'_2$		2.22	$4\Sigma'_4$		2.76													
Опред. отм. гориз. площадки	Общий объем призмы при $S=400$ m^2								$23364 m^3$												
	$V = \frac{S}{4} (\Sigma_1 + 2\Sigma_2 + 4\Sigma_4)$																				
Опред. объемов земл. работ	Высотная отметка гориз. площ. при $n=6$ квадратов								$9,73 m$												
	$\dot{I}_0 = \frac{V}{nS}$																				
	Весь объем земл. работ								$646 m^3$												
$V_1 = \frac{S}{4} (\Sigma'_1 + 2\Sigma'_2 + 4\Sigma'_4)$																					
Объем работ по выемке								$323 m^3$													
$V_2 = \frac{V_1}{2}$																					

Вычисляли: 1. Елькин С.
2. Котов П.

Проверили : 1. Петров И.
2. Иванов Г. 3. Ежов И.

Приложение 19

Перенесение на местность заданной основных элементов отметки Перенесение на местность заданной отметки

Дано: 1. Отметка репера $H=10,754$

2. Незакрепленная проектная отметка

Требуется в данной точке А закрепить проектную отметку.

Решение:

отсчет по рейке на репере составил 1725

1. горизонт инструмента $ГИ=10,754+1,725=12,479$

2. отсчет по рейке на точке с закрепленной отметкой должен быть $12479-11250=1229$

3. при нивелировании после закрепления точки с проектной отметкой путем забивки кола были получены отсчеты:

на репере 1725 по черным делениям,

5279 по красным делениям,

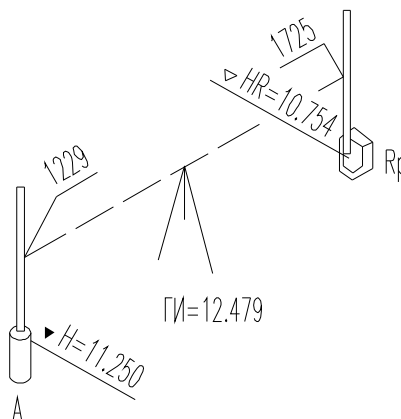
на коле 1227 по черным делениям,

4782 по красным делениям.

4. превышение по черным делениям равно: $1726-1227=499$ мм

превышение по красным делениям: $5279-4782=497$ мм

5. соблюдение допуска $499^{\circ}-497^{\circ}$



Вычисления и наблюдения проделали:

Дата 25.07.2008 г

1. Егоров Г. 2. Попов Д. 3. Димов К.

Приложение 20

Определение недоступного расстояния

Изменение углов с записями отсчетов в полевом журнале №2, стр.15

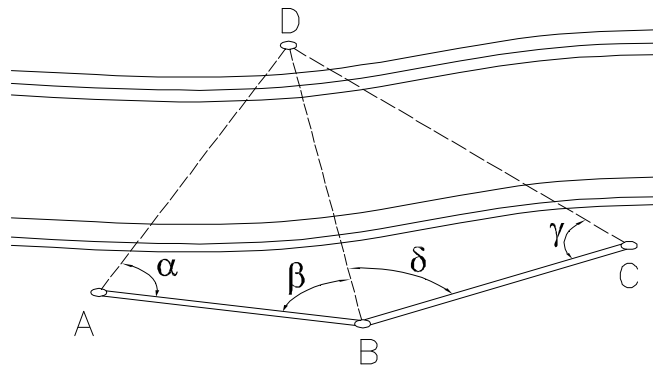
$$\alpha=65^{\circ}31' \quad \beta=75^{\circ}45' \quad \delta=68^{\circ}25' \quad \gamma=70^{\circ}11'$$

Изменение базисов АВ и ВС выполнено с записями там же.

Результаты измерений базисов следующие:

Базис АВ	Базис ВС
первое измерение 55.05 м	первое измерение 56.22 м
второе измерение 55.04 м	второе измерение 56.23 м
$\frac{\Delta d}{d} = \frac{55.05 - 55.04}{55.05} = \frac{1}{5500}$	$\frac{\Delta d}{d} = \frac{65.49 - 65.47}{65.47} = \frac{1}{5623}$
$\frac{\Delta d}{d} = \frac{1}{5500} \leq \frac{1}{3000}$	$\frac{\Delta d}{d} = \frac{1}{5623} \leq \frac{1}{3000}$

Точность измерения базисов соответствует допустимой точности.



Определение BD:

$$\beta = 180^{\circ} - 65^{\circ}31' - 75^{\circ}43' = 38^{\circ}46'$$

$$BD = AB \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 55,05 \times \frac{\sin 65^{\circ}31'}{\sin 38^{\circ}46'} = 55,05 \times \frac{0,910082}{0,626152} = 79,82 \text{ м.}$$

$$\varphi = 180^{\circ} - 68^{\circ}25' - 70^{\circ}11' = 41^{\circ}24'$$

$$BD = BC \frac{\sin \gamma}{\sin \varphi} = 56,23 \times \frac{\sin 70^{\circ}11'}{\sin 41^{\circ}24'} = 56,23 \times \frac{0,940782}{0,861312} = 56,23 \times 1,42 = 79,85 \text{ м.}$$

Относительная ошибка определения расстояния составляет:

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{79,85 - 79,82}{79,83} = \frac{3}{79,83} = \frac{1}{2880} \leq \frac{1}{3000}$$

Наблюдали: Елькин С., Ежов Н. Вычислили: Петров И., Котов П.

Проверил Иванов Н.

22.07.2008г

Приложение 21
Определение направления и величины крена
дымовой трубы
(Способ координат)
АБРИС

участка съёмки и привязка пунктов наблюдения к местным объектам

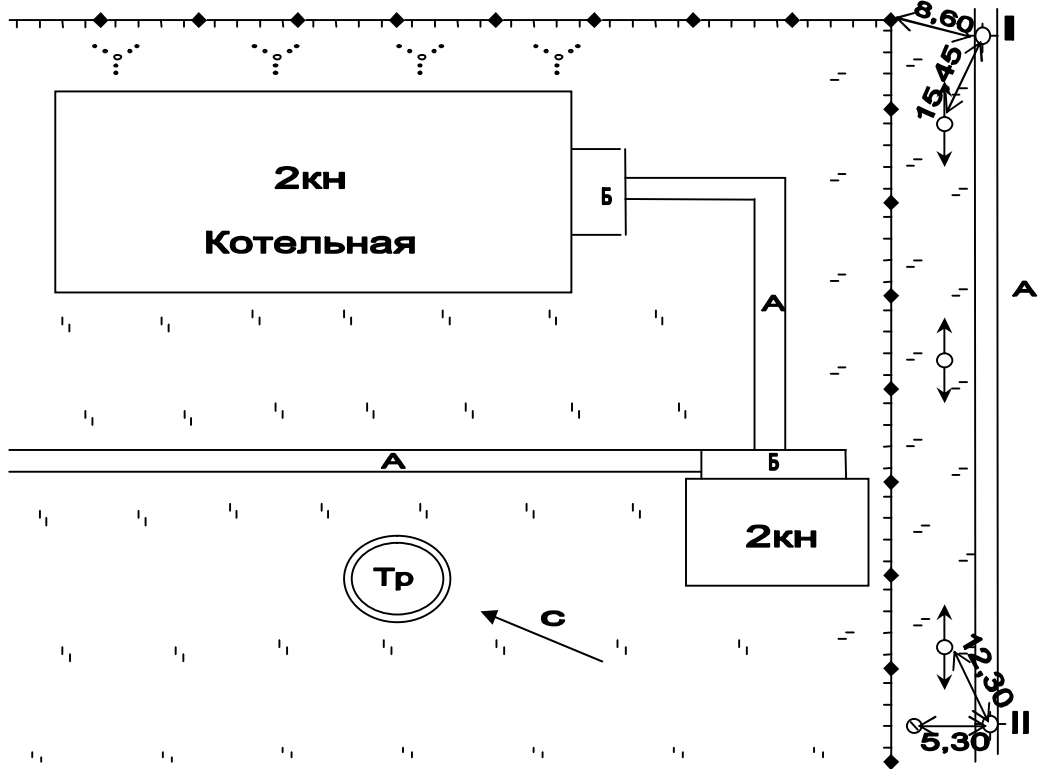
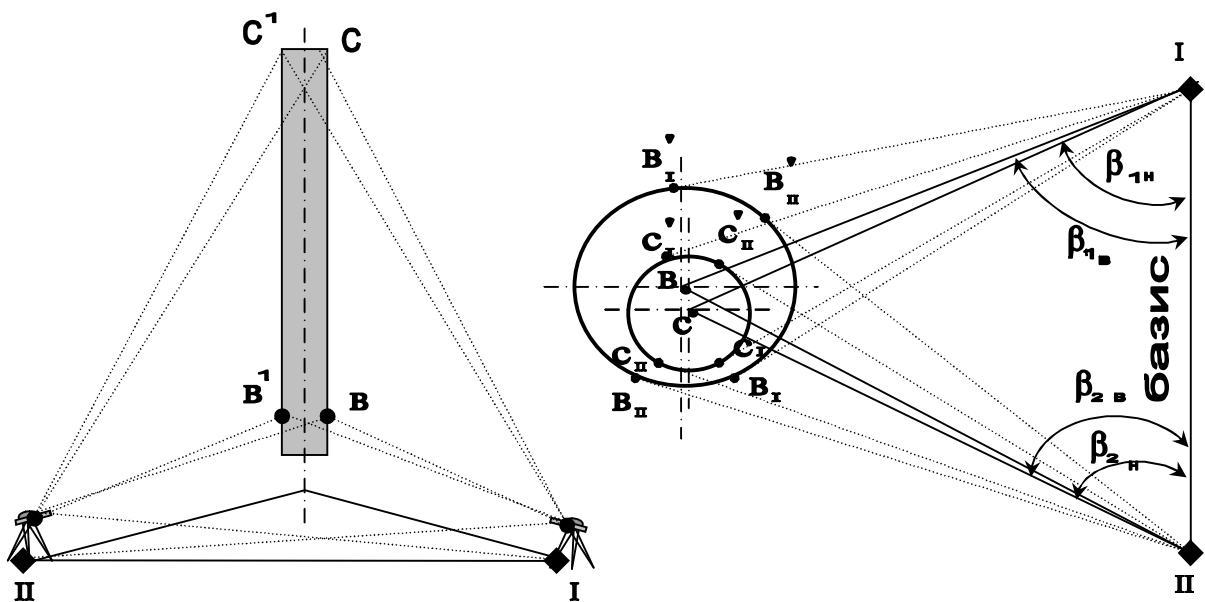


СХЕМА НАБЛЮДЕНИЙ

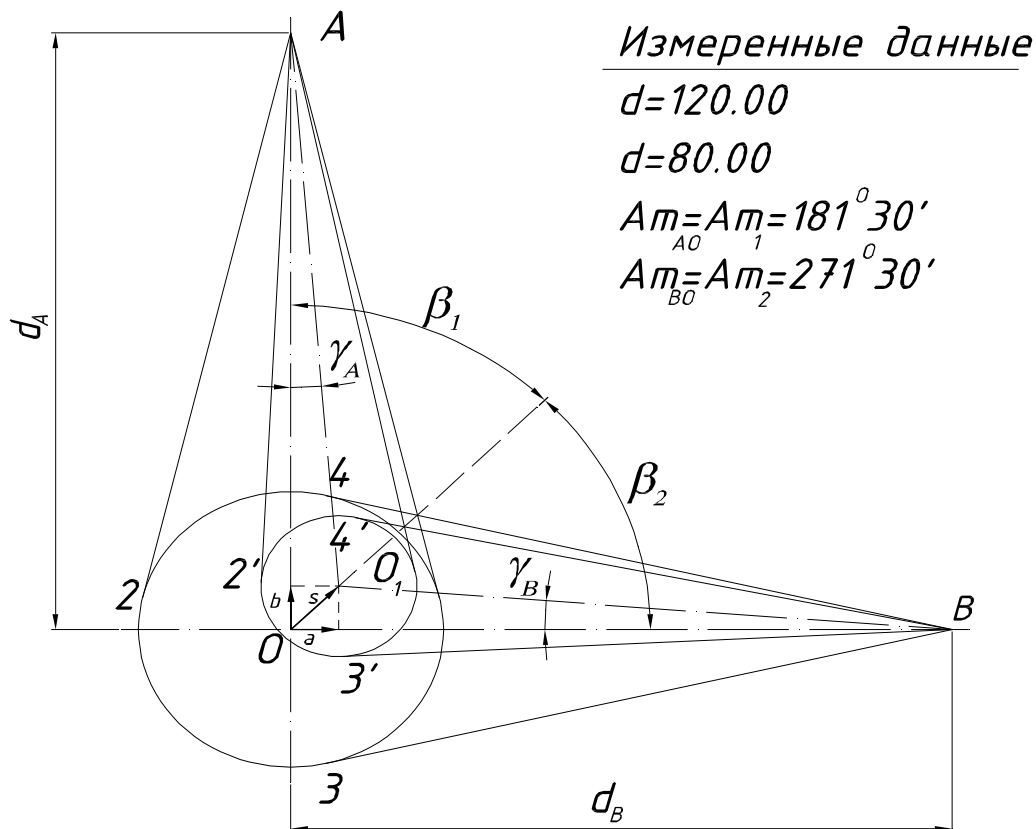


Продолжение приложения 21

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА КРЕНОМ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ

Точка стояния	КП или КЛ	Нижнее сечение					Верхнее сечение				
		Точки визирования	Отсчет	Отсчет, приведенный к центру	Угол из полуприема	Угол из приема	Точки визирования	Отсчет	Отсчет, приведенный к центру	Угол из полуприема	Угол из приема
I	КП	II	263 ⁰ 28, 30	263 ⁰ 28, 30	59° 19' 45"	59° 19' 30"	II	263 ⁰ 28, 30	263 ⁰ 28, 30	59° 10' 00"	59° 10' 15"
		b _I	321 ⁰ 56, 00	322 ⁰ 48, 15			c _I	322 ⁰ 06, 30	322 ⁰ 38, 30		
		b _I	323 ⁰ 40, 30				c _I	323 ⁰ 10, 30			
	КЛ	II	83 ⁰ 28, 30	83 ⁰ 28, 30	59° 19' 15"		II	83 ⁰ 28, 30	83 ⁰ 28, 30	59° 10' 30"	
		b _I	141 ⁰ 56, 30	142 ⁰ 48, 45			c _I	142 ⁰ 07, 00	142 ⁰ 39, 00		
		b _I	143 ⁰ 41, 00				c _I	143 ⁰ 11, 00			
II	КП	I	83 ⁰ 29, 30	83 ⁰ 29, 30	56° 52' 30"	56° 52' 30"	I	83 ⁰ 29, 30	83 ⁰ 29, 30	56° 57' 30"	56° 57' 22' 5"
		b _{II}	27 ⁰ 45, 00	26 ⁰ 37, 00			c _{II}	27 ⁰ 04, 00	26 ⁰ 32, 00		
		b _{II}	25 ⁰ 29, 00				c _{II}	26 ⁰ 00, 00			
	КЛ	I	263 ⁰ 29, 00	263 ⁰ 29, 00	56° 52' 30"		I	263 ⁰ 29, 00	263 ⁰ 29, 00	56° 57' 15"	
		b _{II}	207 ⁰ 44, 30	206 ⁰ 36, 30			c _{II}	207 ⁰ 04, 00	206 ⁰ 31, 45		
		b _{II}	205 ⁰ 28, 30				c _{II}	205 ⁰ 59, 30			

Приложение 22
Определение направления и величины крена
дымовой трубы
(Способ прямоугольных координат)



Контроль

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{b}{a} = 1.435483$$

$$A_s = A_{m_2} - \beta_2 + 180^{\circ} = 271^{\circ} 30' - 55^{\circ} 08' + 180^{\circ} = 36^{\circ} 22'$$

Наблюдали: Петров И., Котов П. Вычислили: Ежов Н., Елькин С.

Проверили: Иванов Г., Котов П.

19.VII.2008г.

Приложение 23
ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА КРЕНОМ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ
(Способ прямоугольных координат)

Точка установки теодолита	КП или КЛ	Нижнее основание			Верхнее основание			Отклонение оснований по полуриемам	Отклонение оснований по приему γ_1
		Точки визирования	Отсчеты Иверн. Пверн	Отсчет, приведенный к центру	Точки визирования	Отсчеты Иверн. Пверн	Отсчет, приведенный к центру		
			Средний отсчет			Средний отсчет			
Д	КП	1	$\frac{25^005';25^007'}{25^006'}$	25 ⁰ 31'	1'	$\frac{25^015';25^017'}{25^016'}$	25 ⁰ 26'	0 ⁰ 05'	$\gamma_D=0^005',3$
		2	$\frac{25^055';25^057'}{25^056'}$		2'	$\frac{25^035';25^037'}{25^036'}$			
	КЛ	1	$\frac{120^035';...37'}{120^036'}$	121 ⁰ 01'.3	1'	$\frac{120^044';...46'}{120^045'}$	120 ⁰ 55'.7	0 ⁰ 05',6	
		2	$\frac{121^025';...28'}{121^026'.5}$		2'	$\frac{121^006';...07'}{25^006'.5}$			
В	КП	3	$\frac{137^029';...31'}{137^030'}$	137 ⁰ 55'.5	3'	$\frac{137^058';...56'}{137^007'}$	138 ⁰ 06'.5	0 ⁰ 11'	$\gamma_B=0^011',5$
		4	$\frac{138^020';...22'}{138^021'}$		4'	$\frac{138^016';...16'}{138^016'}$			
	КЛ	3	$\frac{230^002';...04'}{230^003'}$	230 ⁰ 27'.5	3'	$\frac{230^028';...28'}{230^028'}$	230 ⁰ 39'.5	0 ⁰ 12'	
		4	$\frac{230^052';...52'}{230^052'}$		4'	$\frac{230^052';...50'}{230^051'}$			

Определение величины крена S

$$a = d_A \operatorname{tg} \gamma_A = 120.00 \cdot 0.00155 = 0.188 \text{ м}$$

$$b = d_B \operatorname{tg} \gamma_B = 80.00 \cdot 0.00334 = 0.267 \text{ м}$$

$$S = \sqrt{0.186^2 + 0.267^2} = 0.325 \text{ м}$$

Определение азимута крена

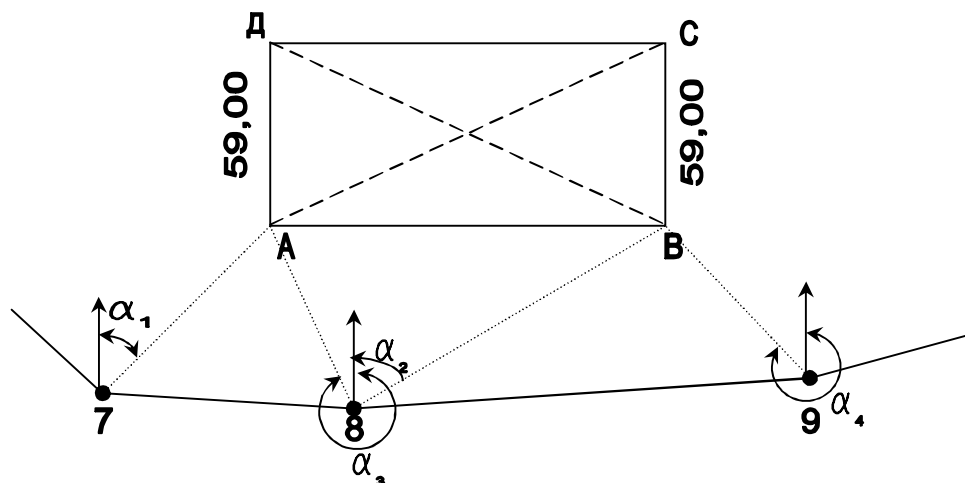
$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{a}{b} \cdot \frac{0.186}{0.267} = 0.696629 \quad \beta_1 = 34^052'$$

$$A_S = A_{m_1} + \beta_1 - 180^0 = 181^030' + 34^052' - 180^0 = 36^022'$$

Приложение 24 ВЫНОС ОСЕЙ СОРУЖЕНИЯ В НАТУРУ

Исходные данные, полученные с генерального плана.

	Координаты пунктов опорной сети			Координаты осевых точек сооружения			
	7	8	9	A	B	C	D
X	802,87	788,04	773,06	827,49	877,24	887,86	888,11
Y	940,19	1018,06	1122,46	983,26	978,00	1077,52	1082,78



Подготовка геодезических данных для выноса осей сооружения.

А. Определение α_1 :

$$tg\alpha_{7-8} = \frac{1018,04 - 940,19}{788,04 - 802,87} = -5,249494 \quad \alpha_{7-8} = 100^{\circ}47',0$$

$$tg\alpha_{7-A} = \frac{983,26 - 940,19}{827,49 - 802,87} = 1,749391 \quad \alpha_{7-A} = 60^{\circ}14',8$$

$$\alpha_1 = 100^{\circ}47',0 - 60^{\circ}14',8 = 40^{\circ}32',2$$

Б. Определение α_2 : $\alpha_{8-7} = \alpha_{7-8} + 180^{\circ} = 280^{\circ}47',0$

$$tg\alpha_{8-A} = \frac{983,26 - 1018,04}{827,49 - 788,04} = 0,881622 \quad \alpha_{8-A} = 318^{\circ}36',0$$

$$\alpha_2 = 318^{\circ}36',0 - 280^{\circ}47',0 = 37^{\circ}49',0$$

В. Определение α_3 :

$$tg\alpha_{8-9} = \frac{-1122,46 - 1018,04}{773,06 - 788,04} = -6,970628 \quad \alpha_{8-9} = 98^{\circ}09',9$$

$$tg\alpha_{8-D} = \frac{1082,78 - 1018,04}{838,11 - 788,04} = 1,292989 \quad \alpha_{8-D} = 52^{\circ}16',8$$

$$\alpha_3 = 98^{\circ}09',9 - 52^{\circ}16',8 = 45^{\circ}53',1$$

Г. Определение α_4 : $\alpha_{9-8} = \alpha_{8-9} + 180^{\circ} = 278^{\circ}09',9$

$$tg\alpha_{9-D} = \frac{1082,78 - 1122,46}{838,11 - 773,06} = -0,609992 \quad \alpha_{9-D} = 328^{\circ}37',0$$

$$\alpha_4 = 328^{\circ}37',0 - 278^{\circ}09',9 = 50^{\circ}27',1$$

Подготовка данных для контроля.

А. Определение длин сторон АВ и СД:

$$tgr_{A-B} = \frac{978.00-988.26}{877.24-827.49} = 0.106787 \quad r_{A-B} = 6^{\circ}02',3$$

$$AB = \frac{978.00-988.26}{6^{\circ}02',3} = \frac{877.78-1077.52}{6^{\circ}02',3} = 50 \text{ м.}$$

$$tgr_{CD} = \frac{1082.78-1077.52}{838.11-887.86} = -0.105787 \quad r_{CD} = 6^{\circ}02',3$$

$$CD = \frac{1082.78-1077.52}{6^{\circ}02',3} = \frac{887.86-1077.52}{6^{\circ}02',3} = 50 \text{ м.}$$

Б. Определение длин диагоналей АС и ВD:

$$tgr_{A-C} = \frac{1077.52-983.26}{887.86-827.49} = 1.561372 \quad r_{A-C} = 57^{\circ}21',7$$

$$AB = \frac{1077.52-983.26}{57^{\circ}21',7} = \frac{887.86-827.49}{57^{\circ}21',7} = 111.91 \text{ м.}$$

$$tgr_{B-D} = \frac{1082.78-978.00}{838.11-877.24} = -2.67774 \quad r_{B-D} = 69^{\circ}31',3$$

$$BD = \frac{1082.78-978.00}{69^{\circ}31',3} = \frac{838.11-877.24}{69^{\circ}31',3} = 111.84 \text{ м.}$$

В. Ошибка определения длин диагоналей:

$$\frac{111.91-111.84}{111.87} = \frac{1}{1700}$$

Примечание: 1. Исходные данные получены по плану участка теодолитной съёмки.

2. контрольные наблюдения записаны в полевом журнале №2 стр. 15.

Наблюдали: Егоров Г., Попов Д., Иванова Н.

Вычисляли: Климчук Ж., Димов К., Попов Д.

Проверили: Егоров Г., Иванова Н.

22/VII-2008

Приложение 25.
Отчёт о работе бригады

Вятский Государственный Университет
Кафедра строительного производства

Полевая учебная практика по геодезии
с 30 июня по 02 августа 2008г.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ БРИГАДЫ №5

Состав бригады:

1. Петров И.Г. С – 31 _____
2. Иванов Г.А. С – 31 _____
3. Ежов И.Н. С – 31 _____
4. Елькин С.В. С – 31 _____
5. Котов П.Е. С – 33 _____
6. Егоров Н.С. С – 35 _____

Студент – бригадир: _____

Руководитель отряда: _____

Руководитель практики: _____

Приложение 26
Ведомость вычисления осадок здания

Номер осадочного репера	Нулевой цикл	Первый цикл (20-22 июля 2002 г.)		Второй цикл (19-20 июля 2003 г.)	
	Отметки, м	Отметки, м	Осадка, мм	Отметки, м	Осадка, мм
1	1,807	1,800	-7	1,798	-2
2	1,606	1,602	-4	1,600	-2
3	1,754	1,749	-5	1,746	-3
4	1,843	1,837	-6	1,835	-2
5	1,812	1,807	-5	1,803	-4
6	1,892	1,888	-4	1,886	-2
7	1,781	1,778	-3	1,777	-1
8	1,851	1,846	-5	1,843	-3
9	1,770	1,764	-6	1,762	-2
10	1,729	1,724	-5	1,719	-5
11	1,769	1,765	-4	1,764	-1
12	1,776	1,771	-5	1,767	-4
13	1,897	1,890	-7	1,884	-6

Студент – бригадир: _____

Руководитель отряда: _____

Руководитель практики: _____

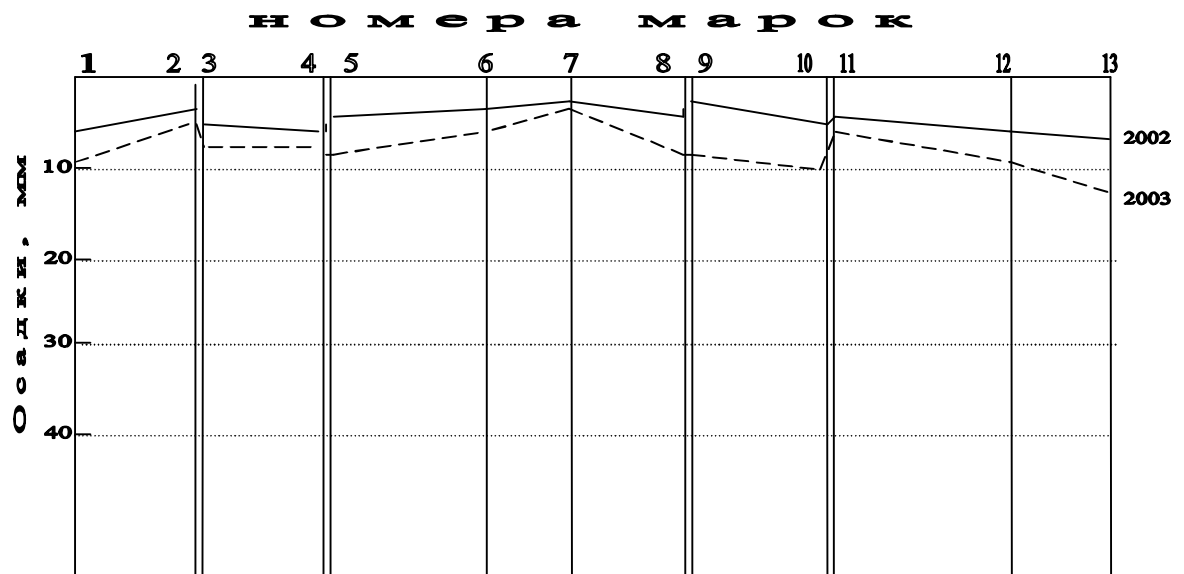


График осадок здания.

Список литературы

1. Практикум по инженерной геодезии: Учебное пособие / под ред. В.Е.Новака – М.:Недра;1987 - 334 с.
2. Инженерная геодезия: Учеб. / Под ред. Д. Ш. Михелева. - 4-е изд. , исп. - М.: Академия, 2004. - 480с.
3. Геодезия. Топографические съемки: Справочное пособие / под ред. В.П.Савиных – М.:Недра;1991 - 317 с.
4. Задачи и упражнения по инженерной геодезии: Учеб.пособие/ Хаметов Т.И.,Золотцева Л.Н.,Громада Э.К – М.: Изд-во АСВ, 1999 – 142 с.
5. Геодезическое обеспечение проектирования, строительства и эксплуатации зданий,сооружений: Учебное пособие / Т.И.Хаметов – М.:Изд-во АСВ;2000 - 199 с.
6. Справочник по геодезии для строителей. / Сироткин, Михаил Павлович. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1987. - 336с.
7. ГОСТ 21.302-96. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям.
8. СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. - М.: Изд-во стандартов, 1997 - 43с.
9. СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства - М.: ПНИИИ Госстроя России, 1997.
10. СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве/ Госстрой СССР.- М.: ЦИТП Госстроя СССР,1985.- 28 с.