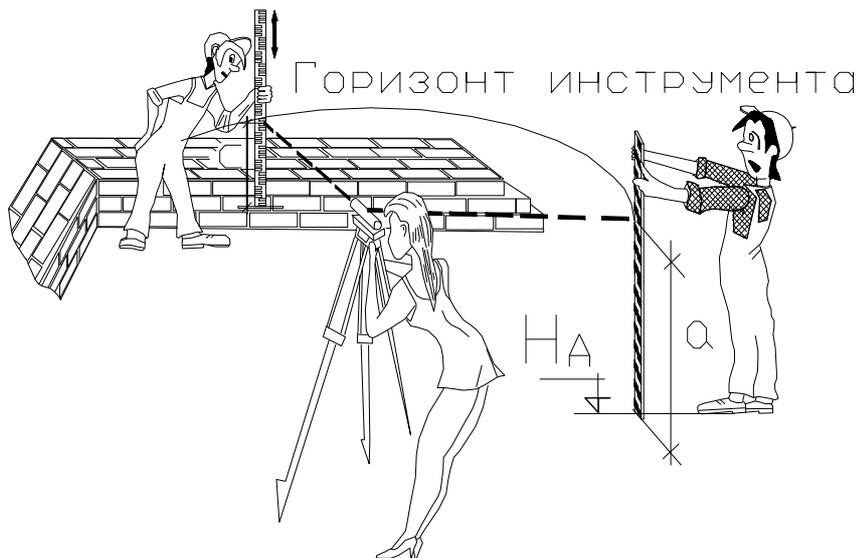




Министерство образования и науки Украины
Харьковский национальный университет строительства
и архитектуры
Кафедра инженерной геодезии
*Компьютерный учебно-методический комплекс по
инженерной геодезии
Серия «Геодезия в архитектуре»*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ
РАБОТ**
по дисциплине «Геодезия»
для студентов специальности «Архитектура и
градостроительство»



Харьков 2017

Министерство образование и науки Украины
Харьковский национальный университет строительства
и архитектуры
Кафедра инженерной геодезии
*Компьютерный учебно-методический комплекс по
инженерной геодезии
Серия «Геодезия в архитектуре»*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ
РАБОТ
по дисциплине «Геодезия»
для студентов специальности «Архитектура и
градостроительство»**

Харьков 2017

УДК 528.2

В. Т. Криворучко

Криворучко В. Т. Компьютерный учебно-методический комплекс по инженерной геодезии. Серия «Геодезия в архитектуре». Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Геодезия» для студентов специальности «Архитектура и градостроительство» - Харьков: Изд-во ХНУСА, 2017. - 56 с.

Приведены основные вопросы организации и проведения лабораторных и практических работ

.

Рекомендовано кафедрой Инженерной геодезии протокол № ___ от

© ХНУСА

© Криворучко В. Т.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	7
1.1 ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	7
1.2 ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ	7
1.3 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	8
1.4 СОСТАВ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	9
1.5 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	10
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ	11
2.1 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ: «УСТРОЙСТВО ТЕОДОЛИТА И РАБОТА С НИМ».....	11
2.1.1 Устройство теодолита.....	11
2.1.2 Поверки теодолита	14
2.1.3 Измерение горизонтальных углов.....	19
2.1.4 Измерение вертикальных углов и дальномерных расстояний	20
2.1.5 Работа на тахеометрической станции.....	21
2.2 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ : " УСТРОЙСТВО НИВЕЛИРА И РАБОТА С НИМ"	24
2.2.1 Устройство нивелира.....	24
2.2.2 Поверки нивелира	26
2.2.3 Измерение превышений, определение отметок точек.....	28
2.2.4 Нивелирование поверхности	30
2.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ: "ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ"	32
2.3.1 Вынос проектного угла.....	32
2.3.2 Вынос проектной отметки	33
2.3.3 Вынос линии заданного уклона.....	35
2.3.4 Определение прямолинейности.....	37
2.3.5 Определение высоты сооружений	38
3 ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	40
3.1 ИЗУЧЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ И УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ	40
3.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ УЧАСТКА ПОЛЯРНЫМ ПЛАНИМЕТРОМ.....	41
3.3 АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ УЧАСТКА	45
3.4 ПОДБОР ТОПОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ (НОМЕНКЛАТУРА).....	47
4 ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	53
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ	54

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее методическое пособие входит в состав документов компьютерного учебно-методического комплекса по инженерной геодезии и является своего рода инструкцией к проведению инструментальных лабораторных и практических работ по геодезии. Требования, приведенные в данном документе, обязательны для всех студентов при выполнении лабораторных и практических работ. Методические указания могут быть использованы студентами всех строительных специальностей.

При самостоятельном выполнении работ студент обязан получить конкретное задание у ведущего преподавателя, выполнить работы, руководствуясь данными указаниями, подписать отчетные материалы у лаборанта или заведующего лабораторией и отчитаться перед преподавателем.

В комплект данного издания входит рабочая тетрадь для лабораторных и практических работ по геодезии.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Особенности техники безопасности при выполнении лабораторных работ

1.1.1 Перед выполнением лабораторных работ ведущий преподаватель проводит специальный инструктаж по технике безопасности. Результаты инструктажа фиксируются в специальном журнале по технике безопасности, который находится у заведующего лабораторией.

1.1.2 Запрещается самостоятельно включать и выключать электроосвещение, пользоваться электрическими приборами, не входящими в состав оборудования лаборатории.

1.1.3 Запрещается садиться или ставить какие-либо предметы на подоконники.

1.1.4 Запрещается самостоятельно открывать и закрывать окна.

1.1.5 При выполнении работ нивелирную рейку необходимо всегда держать руками; запрещается приставлять ее к каким-либо предметам или закреплять на столе; падающая рейка может стать причиной травмы и поломки оборудования.

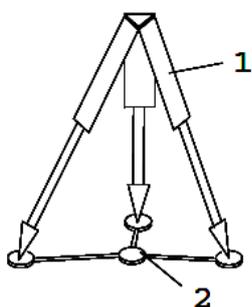
1.1.6 Запрещается наводить зрительные трубы на солнце.

1.2 Общие правила работы с геодезическими приборами

1.2.1 Геодезические приборы являются высокоточными и дорогими средствами измерений и требуют к себе бережного отношения, не допуская их падений, ударов, попадания пыли и влаги.

1.2.2 Запрещается самостоятельно протирать оптику; по всем вопросам, касающимся качества оптики и изображения, необходимо обращаться к лаборанту.

1.2.3 Прибор должен быть надежно закреплен становым винтом на штативе; запрещается устанавливать штатив в лаборатории без специальной подставки, рис. 1.



1 – штатив;
2 – подставка

Рис.1 - Установка штатива

1.2.4 Перед выполнением работ с геодезическими приборами все их наводящие и подъемные винты должны находиться в среднем положении, рис.2.

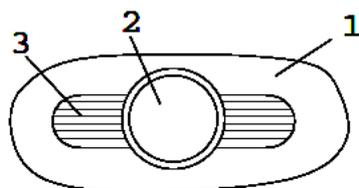
1.2.5 Запрещается подводить установочные винты к крайним положениям. Если наводящими винтами невозможно навести трубу на объект, то необходимо открепить соответствующий закрепительный винт, выполнить предварительное наведение на объект и после закрепления закрепительного винта выполнить окончательное наведение трубы соответствующим микрометрическим винтом.

1.2.6 При установке теодолита в рабочее положение **закрепительный винт лимба** должен быть закреплен, а закрепительные винты алидады и трубы откреплены.

1.2.7 Запрещается применять силу при вращении подвижных узлов приборов; если какой-либо узел не вращается, то необходимо обратиться к лаборанту.

1.2.8 Закреплять закрепляющие винты необходимо очень осторожно, не допуская применение силы.

1.2.9 По всем вопросам, связанным с нарушением работоспособности инструментов, необходимо обращаться к лаборанту или заведующему лабораторией.



1 - корпус прибора; 2 - часть наводящего винта; 3 - закрепительный винт.

Рис. 2 - Среднее положение

1.2.10 При обнаружении неисправностей в приборах необходимо срочно сообщить об этом лаборанту или заведующему лабораторией.

1.2.11 Если поломка инструмента произошла вследствие халатного обращения с ними или нарушения данной инструкции, то ремонт приборов осуществляется за счет виновника поломки. Студент не несет ответственности за поломки приборов, связанные с естественным их старением. Характер неисправности и величина ущерба определяется специальной комиссией, образованной на кафедре из сотрудников лаборатории (заведующий лабораторией, учебный мастер)

и преподавателей. Запрещается компенсировать ущерб наличными деньгами; поломанный по вине студента прибор должен быть отремонтирован или заменен аналогичным целым.

1.2.12 Выносить приборы за пределы лаборатории без соответствующего оформления категорически запрещается.

1.2.13 При выполнении студентами отработок, приборы выдаются лаборантом по предъявлению студенческого билета или зачетной книжки.

1.2.14 При завершении обучения или отчислении из института студент обязан подписать обходной лист у заведующего лабораторией.

1.2.15 Категорически запрещается самостоятельно выполнять юстировки геодезических приборов.

1.3 Общие правила выполнения лабораторных и практических работ

1.3.1 Каждый студент заводит специальную рабочую тетрадь для лабораторных и практических работ. При завершении курса тетрадь сдается вместе с расчетно-графическими работами.

1.3.2 Задания и комментарии к лабораторным и практическим работам записываются в общем конспекте по геодезии.

1.3.3 Лабораторные работы выполняются бригадами из трех студентов; все члены которой, в порядке очереди, выполняют все задания таким образом, чтобы каждый студент смог выполнить самостоятельно одну треть работ, следовательно, каждая работа должна состоять из трех частей.

1.3.4 Запрещается до звонка покидать лабораторию; если задание выполнено досрочно преподаватель дает дополнительное задание.

1.3.5 В конце занятий преподаватель проверяет и оценивает работы, оценка за лабораторную работу ставится каждому студенту индивидуально.

1.3.6 Результаты измерений каждый студент записывает непосредственно в свою рабочую тетрадь для лабораторных работ. Запрещается записывать результаты измерений на черновике с последующим переписыванием их в тетрадь.

1.3.7 Если в процессе измерений допущена ошибка в градусной части угловых отсчетов или в дециметровой части линейных измерений, неправильная цифра аккуратно перечеркивается и сверху записывается правильный результат, рис.3.

+ правильно	неправильно
	125.30
128.30	128.30
125.30	125.30
	125.30

Рис. 3 - Методы исправлений в рабочей тетради

1.3.8 Если ошибки допущены в минутных отсчетах угловых величин или в сантиметровых линейных, то полностью повторяется весь полу прием, а ошибочный результат аккуратно зачеркивается одной линией.

1.3.9 Категорически запрещается стирать отсчеты ластиком.

1.4 Состав лабораторных и практических работ

1.4.1 В настоящем пособии освещены следующие работы:

лабораторные работы

- 1) устройство теодолита;
- 2) поверки теодолита;
- 3) измерение горизонтальных углов;
- 4) измерение вертикальных углов и дальномерных расстояний;
- 5) устройство нивелира;
- 6) поверки нивелира;
- 7) измерение превышений, определение отметок;
- 8) работа на тахеометрической станции;
- 9) нивелирование поверхности;
- 10) вынос проектной отметки;
- 11) вынос линии заданного уклона;
- 12) вынос проектного угла;
- 13) определение прямолинейности;
- 14) определение высоты сооружения;

практические работы

- 1) изучение топографических карт и условных знаков;
- 2) определение площади участка планиметром;
- 3) аналитическое определение площадей;
- 4) подбор топографических материалов (номенклатура топографических материалов).

1.5 Организация проведения лабораторных работ

Перед началом работ необходимые приборы устанавливаются на штативы, и осуществляется их осмотр. Студенты распределяются по бригадам из трех человек. Состав бригад желательно иметь постоянный на весь семестр. Преподаватель выдает конкретное задание и кратко комментирует предстоящую работу. Комментарии студенты записывают в конспект по геодезии. Руководствуясь настоящими методическими указаниями, студенты выполняют работу, результаты которой записывают в специальную рабочую тетрадь для лабораторных и практических работ. При завершении работ преподаватель проверяет их и оценивает. Образцы записей каждой работе даны в соответствующих разделах настоящего пособия.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

2.1 Лабораторные работы по теме: «Устройство теодолита и работа с ним»

2.1.1 Устройство теодолита

Задание

Изучить устройство теодолита; нарисовать схему, показав основные его узлы (трубу, уровень, отсчетные устройства); выполнить пробные измерения, наводя трубу теодолита при двух его положениях (КП и КЛ) на три визирные марки и снять отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам.

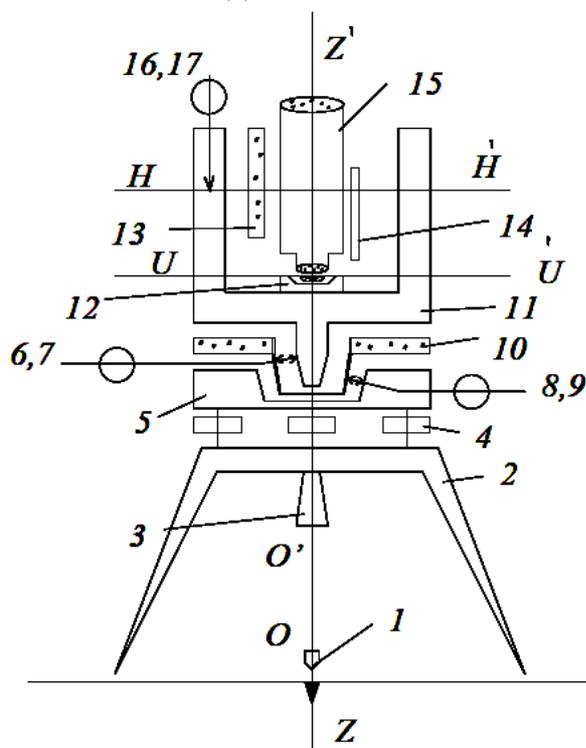
Приборы и материалы

- 1) Теодолит Т30.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Теодолит оптический геодезический прибор, предназначенный для измерений горизонтальных и вертикальных углов, дальномерных расстояний, магнитного азимута. В инженерно-геодезической практике теодолиты применяются: для измерения горизонтальных углов при прокладке теодолитных ходов, выполнения топографических съемок, в разбивочных работах, для решения различных инженерных задач по определению расстояний, прямолинейности, крена и пр.

Схема теодолита и основных его узлов приведена на рис.4.

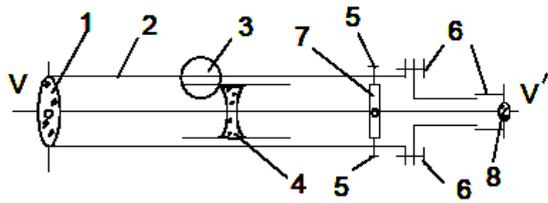


На рис. 4 цифрами обозначены: 1 – отвес; 2 – штатив; 3 - становой винт; 4 - подъемные винты; 5 - трегерная подставка. 6, 7 - закрепительный и наводящий винты алидады; 8,9 - закрепительный и наводящий винты лимба; 10 - лимб горизонтального круга; 11 – алидада; 12 - цилиндрический уровень; 13 - лимб вертикального круга; 14 - отсчетное устройство; 15 - зрительная труба. 16,17 - закрепительный и наводящий винты трубы.

Рис. 4 - Схема теодолита

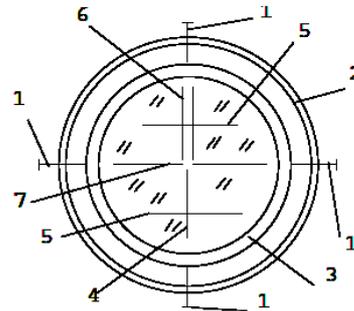
Одним из основных узлов теодолита является зрительная труба, рис.5. Визирная ось VV' мнимая линия, соединяющая оптический центр объектива и центр сетки нитей. Сетка нитей выгравирована на стеклянной пластине, поме-

щенной в обойме, называемой диафрагмой, рис.6. Приведение лимба к горизонту осуществляется при помощи цилиндрического уровня, рис.7.



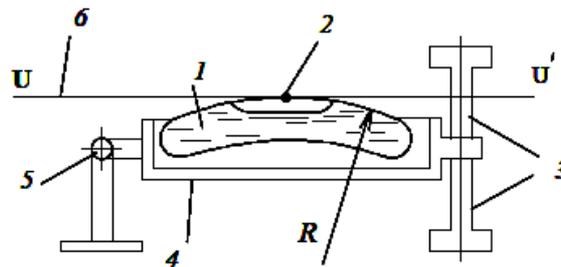
1 – объектив; 2 – корпус; 3 – кремальера; 4 - фокусирующая линза; 5 - юстировочные винты сетки нитей; 6 - монтажные винты окуляра; 7 – диафрагма; 8 – окуляр; 9 - фокусирующее кольцо окуляра

Рис. 5 - Зрительная труба



1 - юстировочные винты сетки; 2 - корпус зрительной трубы; 3 - диафрагма; 4 - вертикальная нить сетки; 5 - дальномерные нити; 6 - биссектр сетки нитей; 7 - горизонтальная нить

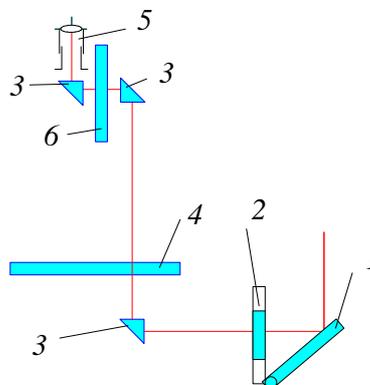
Рис. 6 - Диафрагма с сеткой нитей



1 - ампула; 2 - нуль пункт; 3 - юстировочные винты уровня; 4 - корпус уровня; 5 - шарнир; u, u' ось уровня - касательная к внутренней поверхности ампулы в точке нуль пункта

Рис. 7 - Цилиндрический уровень

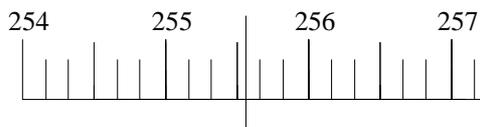
Отсчетные устройства теодолитов оптического типа, т.е. отсчет получается путем передачи изображения лимбов в отсчетный микроскоп. Схема такого отсчетного устройства приведена на рис. 8.



1 – зеркало; 2- окно; 3 – призма; 4 - лимб горизонтального круга; 5 - окуляр микроскопа; 6 - лимб вертикального круга

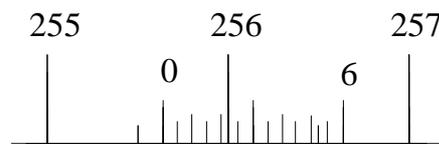
Рис. 8 - Отсчетные устройства

Наиболее широко в теодолитах используются штриховые, рис.9, и шкаловые, рис. 10, отсчетные устройства.



отсчет $255^{\circ} 33'$

Рис. 9 - Штриховое отсчетное устройство



отсчет $256^{\circ} 22'$

Рис. 10 - Шкаловое отсчетное устройство

Отсчет по штриховому отсчетному устройству (рис. 9) равен $255^{\circ} 32'$, а по шкаловому (рис. 10) - $256^{\circ} 22'$.

Типы теодолитов, применяемые в строительстве и их классификация приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Классификация теодолитов

<i>Точность, угл. сек.</i>	<i>Технические особенности</i>	<i>Марка</i>
<i>Высокоточные, $m_{\gamma_2} = 0.5''-2''$</i>		<i>T05, T1.T2</i>
<i>Точные, $m_{\gamma_2} = 5' - 15''$</i>		<i>T5, T15</i>
<i>Технические, $m_{\gamma_2} = 30''-60''$</i>		<i>T30</i>
	<i>Автоколлиматор</i>	<i>T2A, T05A</i>
	<i>Компенсатор</i>	<i>T5K</i>
	<i>Маркшейдерские</i>	<i>T30M</i>

Порядок выполнения работы

Составляются схемы теодолита и его основных узлов.

Устанавливается теодолит на подставку, рис. 1, и приводится в рабочее положение (выводятся все регулировочные винты в среднее положение, закрепляется лимб, открепляется алидада и труба, регулируется изображение объекта, сетки нитей и отсчетов, приводится вертикальная ось вращения теодолита в отвесное положение).

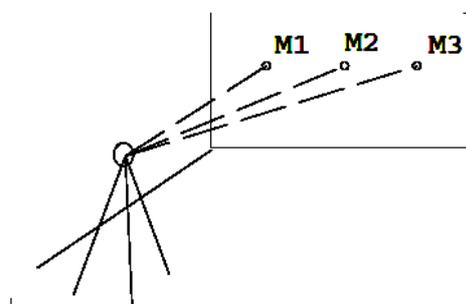


Рис. 11 - Схема измерений

Последовательно, наводя трубу теодолита при двух положениях вертикального круга (КЛ и КП) на визирные марки *M1*, *M2*, *M3*, берутся отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам. Схема измерений приведена на рис. 11.

Последовательно, наводя трубу теодолита при двух положениях вертикального круга (КЛ и КП) на визирные марки *M1*, *M2*, *M3*, берутся отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам. Схема измерений приведена на рис. 11.

ПРИМЕЧАНИЕ. *Перед снятием отсчетов по вертикальному кругу необходимо проверить положение пузырька цилиндрического уровня. Если пузырек уровня не в нуль пункте, то подъемными винтами его положение*

корректируется, с одновременной коррекцией наведения трубы на визирную марку.

Результаты измерений записываются в специальный журнал, форма которого приведена в табл.2.

Таблица 2 - Журнал пробных измерений

<i>Точка установки теодолита</i>	<i>Точка визирования</i>	<i>Отсчет по горизонтальному кругу ' '</i>	<i>Отсчет по вертикальному кругу ' '</i>
<i>A КП</i>	<i>M1</i>	<i>10 12.5</i>	<i>8 52.0</i>
	<i>M2</i>	<i>20 36.0</i>	<i>8 43.0</i>
	<i>M3</i>	<i>31 03.0</i>	<i>13 17.0</i>
<i>A КЛ</i>	<i>M1</i>	<i>31 03.0</i>	<i>8 50.0</i>
	<i>M2</i>	<i>190 13.0</i>	<i>8 41.5</i>
	<i>M3</i>	<i>211 03.5</i>	<i>13 15.5</i>

Отчетные материалы

- схема теодолита и его узлов;
- схема измерений;
- журнал пробных измерений.

2.1.2 Поверки теодолита

Задание

Выполнить следующие поверки теодолита:

- поверка цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга;
- поверка сетки нитей;
- поверка равенства подставок;
- поверка коллимационной ошибки;
- поверка значения место нуля (МО) вертикального круга;

Приборы и материалы

- 1) Теодолит Т30.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Поверки комплекс действий, направленный на контроль и обеспечение механических, оптических и геометрических условий теодолита.

Механические условия.

Все механические узлы должны быть работоспособны.

Подвижные элементы должны вращаться плавно без рывков.

Механические условия контролируются методом осмотра. При обнаружении нарушений условий, прибор направляется в мастерскую.

Оптические условия

Изображение в трубе и в отчетном микроскопе должны быть четким и резким.

Фокусировка трубы должна обеспечивать резкое изображение в пределах установленного диапазона расстояний (обычно от 3 м до бесконечности).

Данные поверки выполняются методом осмотра, Если условия не выполнены, теодолит направляется в мастерскую.

Геометрические условия

Основные геометрические условия теодолита, проиллюстрированы на рис. 12;

1) ось центрирующего устройства OO' должна лежать на одной оси с вертикальной осью вращения ZZ' теодолита - проверка центрирующего устройства;

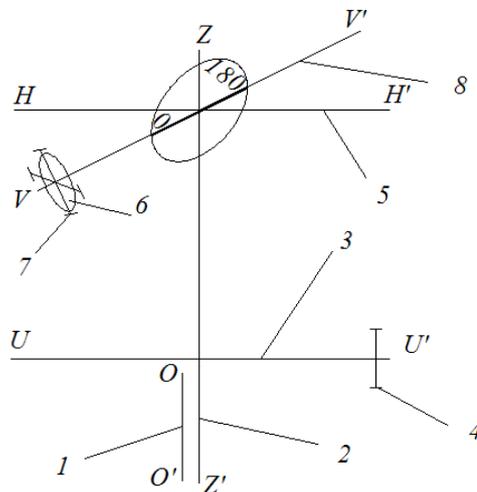
2) ось цилиндрического уровня UU' должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения ZZ' теодолита – проверка цилиндрического уровня;

3) вертикальная нить KK' сетки нитей должна лежать в одной плоскости с вертикальной осью ZZ' вращения теодолита – проверка сетки нитей;

4) горизонтальная ось вращения трубы HH' должна быть перпендикулярна вертикальной оси ZZ' вращения теодолита – проверка равенства подставок;

5) визирная ось VV' трубы должна быть перпендикулярна горизонтальной оси HH' вращения трубы – проверка коллимационной ошибки;

6) визирная ось VV' трубы должна проходить через нулевой (0° - 180°) диаметр лимба вертикального круга – проверка место нуля вертикального круга.



1 – ось OO' центрирующего устройства; 2 – вертикальная ось ZZ' вращения теодолита; 3 – ось UU' цилиндрического уровня; 4 – юстировочные винты уровня; 5 – горизонтальная ось HH' вращения трубы; 6 – вертикальная нить KK' сетки нитей; 8 – визирная ось VV' трубы; 0-180 – нулевой диаметр лимба вертикального круга

Рис. 12 - Геометрические условия теодолита

В процессе производства проверки выполняются в следующей последовательности.

- проверка цилиндрического уровня (условие 2);
- проверка сетки нитей (условие 3);
- проверка равенства подставок (условие 4);
- проверка коллимационной ошибки (условие 5);
- проверка центрирующего устройства (условие 1);
- проверка МО вертикального круга (условие 6).

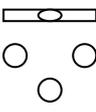
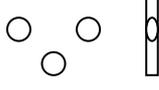
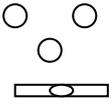
Порядок выполнения работы

Составляется схема измерений. Устанавливается теодолит и приводится его в рабочее положение.

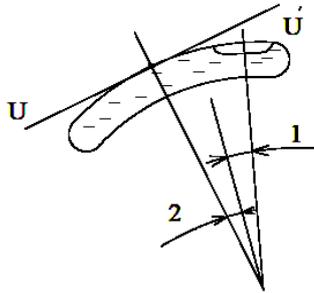
Проверка цилиндрического уровня.

Выполняется проверка уровня согласно табл. 3.

Таблица 3- Проверка цилиндрического уровня

№ позиции	Положение уровня	Положения пузырька уровня	Примечание
		пузырек уровня в нуль пункте	Развернуть трубу на 90°
		пузырек уровня в нуль пункте	Развернуть трубу на 90°
		Произвести отсчитывание по уровню	Допуск на смещение пузырька уровня 1 деление

Если условие не выполнено, уровень требует юстировки. Юстировка выполняется путем изменения положения оси уровня UU' юстировочными винтами уровня. Вращением юстировочного винта уровня смещается пузырек уровня на половину дуги отклонения, рис. 13.



1 - смещение пузырька уровня юстировочными винтами; 2 - смещение пузырька уровня подъемными винтами

Рис.13 - Юстировка уровня

Проверка сетки нитей

Подвешивается отвес на расстоянии 6 - 8м от теодолита, наводится труба теодолита на нить отвеса. Условие считается выполненным, если вертикальная нить сетки нитей совпадет с нитью отвеса, рис. 14.

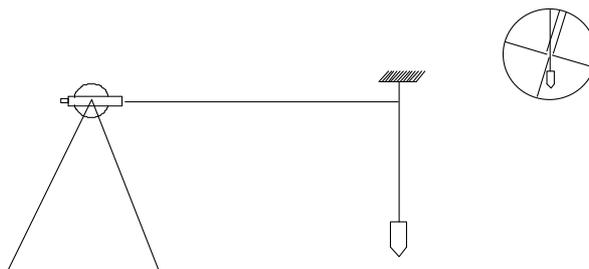


Рис 14 - Проверка сетки нитей

В противном случае необходимо выполнить юстировку. Для этого ослабляются монтажные винты 6, рис.5, окуляра и он разворачивается вокруг своей оси до полного совпадения нити отвеса и вертикальной нити сетки.

Проверка равенства подставок

Составляется схема измерений. Устанавливается теодолит на расстоянии 5 - 6м от стены лаборатории, рис.15, а внизу стены горизонтально укладывается рейка. При двух положениях вертикального круга (КП и КЛ) наводится труба теодолита на четкую хорошо видимую точку *A*, расположенную в верхней части стены. Опуская трубу, точка *A* проектируется вниз на рейку, и производится отсчетывание по рейке, отсчеты a_1 и a_2 . Отсчет a_1 для положения теодолита КЛ, а отсчет a_2 для КП.

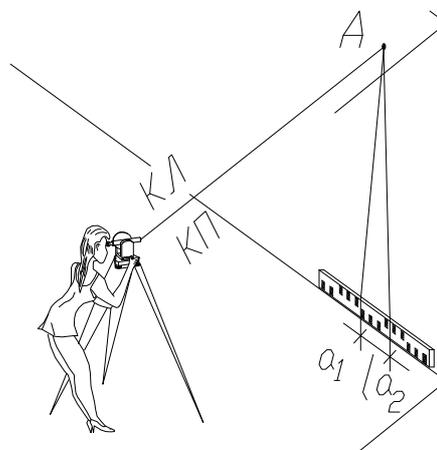


Рис. 15 - Проверка равенства подставок

Условие считается выполненным, если длина отрезка l (рис. 16), видимого в трубу, не превышает ширины биссектора сетки нитей.

Если условие не выполняется теодолит необходимо направить в ремонтную мастерскую.

Проверка коллимационной ошибки

Составляется схема измерений. Устанавливается теодолит согласно рис.17. При двух положениях вертикального круга (КЛ и КП) наводится труба теодолита на точку *A*, и производятся отсчеты O^I и O^{II} по горизонтальному кругу. Величина коллимационной ошибки c вычисляется по формуле:

$$c = \frac{O^I - O^{II} \pm 180^\circ}{2}. \quad (1)$$

Условие считается выполненным, если величина коллимационной ошибки c не превышает точности теодолита, т.е.

$$|c| \leq t,$$

где t - точность теодолита.

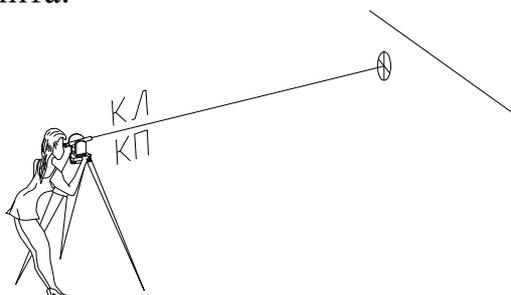


Рис. 17- Проверка коллимационной погрешности

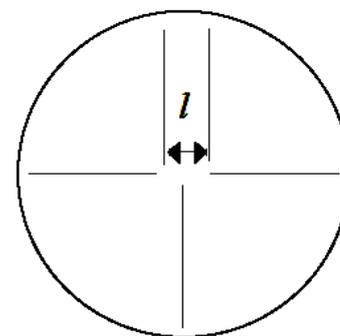


Рис. 16 - Условие проверки равенства подставок

При выполнении юстировки вычисляется средний отсчет O , равный

$$c = \frac{O^I - O^{II} \pm 180^\circ}{2}. \quad (2)$$

Устанавливается данный отсчет на лимбе горизонтального круга. При этом, центр сетки нитей не совпадет с точкой A . Немного ослабив верхние юстировочные винты сетки нитей, вращая горизонтальные юстировочные винты, совмещается центр сетки нитей и изображение точки A .

Результаты измерений записываются в таблицу, форма которой приведена в табл. 4.

Таблица 4 - Определение коллимационной ошибки

Точка установки теодолита	Точка визирования	Отсчет по горизонтальному кругу	Коллимационная погрешность
B КЛ	A	24 32.0	$c = \frac{24^\circ 32.0' + 180^\circ - 204^\circ 33.0'}{2} = -0.5'$
B КП	A	204 33.0	

Так как $c < 1'$ условие выполнено.

Если величина коллимационной ошибки превысила установленный допуск, то выполняется юстировка.

Проверка значения места нуля (МО) вертикального круга

Составляется схема измерений. Устанавливается теодолит и приводится в рабочее положение. Выбирается объект наведения, имеющий четкий горизонтальный контур, в лаборатории это специальная марка, наклеенная на стену, рис. 18.

Последовательно при круге лево и право наводится труба теодолита на выбранный объект и, контролируя положение пузырька уровня, производится отсчитывание по вертикальному кругу, отсчеты $V^{ЛЕВ}$, $V^{ПРАВ}$.

По формуле (3) вычисляется значение места нуля.

$$MO = \frac{V^{ЛЕВ} + V^{ПРАВ}}{2}, \quad (3)$$

где $V^{ЛЕВ}$, $V^{ПРАВ}$ – отсчеты по вертикальному кругу теодолита.

ВНИМАНИЕ. При взятии отсчетов по вертикальному кругу необходимо контролировать положение уровня. Если пузырек уровня вышел с нуля пункта, вращением подъемных винтов он выводится в нуль пункт и корректируется наведение трубы.

Результаты измерений записываются в журнал, форма которого приведена в табл. 5.

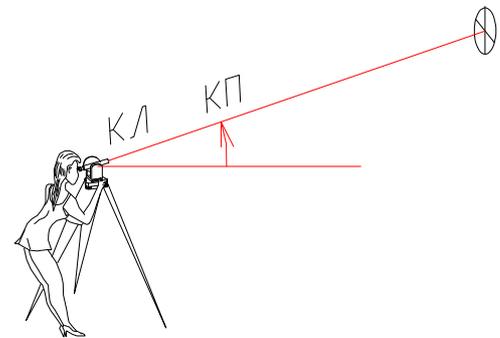


Рис. 18 - Проверка места нуля вертикального круга

Таблица 5 - Определение значения место нуля вертикального круга

Точка установки теодолита	Точка визирования	Отсчет по вертикальному кругу ° ′	Место нуля вертикального круга
<i>В КЛ</i>	<i>А</i>	<i>3 12.0</i>	$MO = (3^{\circ}12' - 3^{\circ}14') / 2 = -1'$
<i>В КП</i>	<i>А</i>	<i>3 14.0</i>	

Условие считается выполненным, если значения место нуля, определенные на различные объекты, близко к нулю и равны между собой в пределах двойной точности инструмента ($1'$). Чтобы выполнить данное требование, вычисляется «правильный» отчет, соответствующий отсчету на точку *А* при нулевом значении места нуля вертикального круга

$$V = \frac{V^{ЛЕВ} - V^{ПРАВ}}{2} \quad (4)$$

Вычисленный отсчет *V*, устанавливается на вертикальном круге, контролируя положение пузырька уровня, и, наблюдая объект наведения (точку *А*), вращением вертикальных винтов сетки нитей совмещается центр сетки нитей с точкой *А*.

2.1.3 Измерение горизонтальных углов

Задание

Измерить горизонтальный угол между марками согласно рис. 19.

Приборы и материалы

- 1) Теодолит Т30.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Измерение горизонтальных углов входит в состав комплекса работ по прокладке теодолитного хода.

Порядок выполнения работы

Составляется схема измерений.

Устанавливается теодолит над точкой *О* и приводится в рабочее положение.

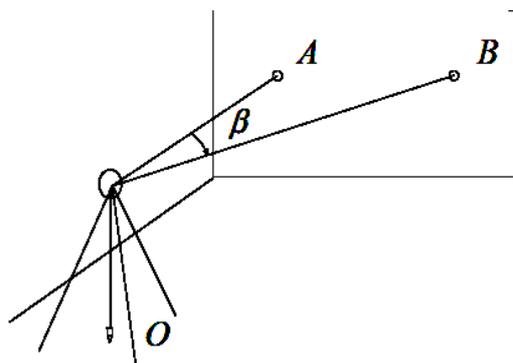


Рис. 19 - Схема измерений

При положении *КЛ* наводится труба теодолита на левую точку, (на рис. 19 точка *А*) и берется отсчет O_A^I по горизонтальному кругу.

Наводится труба теодолита на правую точку, (точка *В*) и берется отсчет O_B^I по горизонтальному кругу.

Вычисляется измеренный угол β^I

$$\beta^I = O_A^I - O_B^I. \quad (5)$$

Открепляется лимб, разворачивается труба на $10^{\circ} - 15^{\circ}$ и лимб закрепляется.

Аналогично выполняются измерения при *КП*, получив отсчеты O_A^{II} , O_B^{II} и вычисляется угол

$$\beta^{II} = O_A^{II} - O_B^{II}. \quad (6)$$

Если разность измеренных углов $|\beta^{II} - \beta^I| \leq |1'|$, то вычисляется среднее значение измеренного угла

$$\beta = \frac{\beta_{Л} + \beta_{П}}{2}, \quad (7)$$

в противном случае произвести повторные измерения.

Результаты измерений записываются в журнал, форма которого приведена в табл.6.

Отчетные материалы

- схема измерений;
- журнал измерений горизонтальных углов.

Таблица 6 - Журнал измерений горизонтальных углов

Тчк уст теодолита	Точка визирования	Отсчет по гориз. кругу, ° '	Измеренный угол, ° '	Средний угол, ° '
	<i>B</i>	30 23.5		
<i>О КЛ</i>			11 11.0	
	<i>A</i>	9 12.5		11 11.2
	<i>B</i>	64 01.0		
<i>О КП</i>			11 11.5	
	<i>A</i>	52 50.5		

2.1.4 Измерение вертикальных углов и дальномерных расстояний

Задание

Измерить вертикальные углы на точки *A*, *B*, *C* и дальномерное расстояние от точки установки теодолита до рейки согласно схемы, приведенной на рис. 18.

Приборы и материалы

- 1) Теодолит Т30.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Измерение вертикальных углов необходимо для определения высотного положения объектов. Данная задача в комплексе измерений горизонтальных углов и дальномерных расстояний является одним из основных элементов тахеометрической съемки.

Порядок выполнения работы

Составляется схема измерений.

Устанавливается теодолит над точкой *O* и приводится в рабочее положение.

При круге лево наводится труба теодолита на измеряемую точку *A* и, контролируя положение уровня при алидаде вертикального круга или при его отсутствии при лимбе горизонтального круга, производится

отсчетывание по вертикальному кругу, отсчет $V^{ЛЕВ}$.

Устанавливается труба теодолита в положение круг право и аналогично наводится труба теодолита на измеряемую точку, контролируя положение уровня при алидаде вертикального круга или при его отсутствии при лимбе горизонтального круга, производится отсчетывание по вертикальному кругу, отсчет $V^{ПРАВ}$.

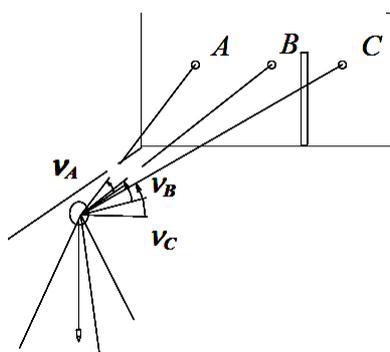


Рис. 20 - Схема измерений вертикальных углов и дальномерных расстояний

Вычисляется значение место нуля вертикального круга

$$MO = \frac{V_{ЛЕВ} + V_{ПРАВ}}{2} \quad (8)$$

Если лимб имеет оцифровку от 0° до 360° , то отсчет при круге право вычисляют как дополнение к 360° или 180° .

Контролируется значение место нуля, оно не должно отличаться более чем на $1-2'$ от значения, полученного при поверках теодолита.

Вычисляется значение вертикального угла

$$\nu = KL - MO \quad (9)$$

Аналогично выполняются измерения на другие точки.

Для измерения дальномерных расстояний теодолит наводится на нивелирную рейку. Производится отсчитывание по верхней дальномерной нити, отсчет $O_{ВЕРХ}$ и нижней нити – $O_{НИЗ}$, рис. 21.

На рис. 21 $O_{ВЕРХ} = 1125$, а $O_{НИЗ} = 1235$.

Измеряемое расстояние определяется по формуле:

$$D = 100(O_{НИЗ} - O_{ВЕРХ}), \quad (10)$$

где $O_{НИЗ}$, $O_{ВЕРХ}$ - соответственно, отсчеты по нижней и верхней дальномерным нитям;

При $O_{ВЕРХ} = 1025$, а $O_{НИЗ} = 1136$ получим $100 \times (1136 - 1025) = 100 \times 110 = 11000 \text{ мм} = 11.0 \text{ м}$.

Результаты измерений записываются в журнал, форма которого приведена в табл. 7.

Таблица 7 - Журнал измерения вертикальных углов

Точка установки теодолита	Точка визирования	Отсчет по вертикальному кругу $^\circ \prime$	Место нуля вертикального круга	Угол наклона, $^\circ \prime$	Отсчеты по дальномерным нитям	Дальномерное расстояние
О КЛ	А	3 12.0	2	3 14.0	1024	8.9
О КП	А	3 14.0			1113	
О КЛ	В	3 50.0	1.8	3 48.2	1024	11.2
О КП	В	3 53.5			1136	
О КЛ	С	4 50.0	1.8	4 48.2	1024	11.2
О КП	С	4 53.5			1136	

Отчетные материалы

- схема измерений.
- журнал результатов измерений.

2.1.5 Работа на тахеометрической станции

Задание

Выполнить тахеометрическую съемку фрагмента аудитории, рис. 22, используя в качестве обоснования точку, установки теодолита (точка А) и визирную марку на стене аудитории (точка В). Отметку точки А

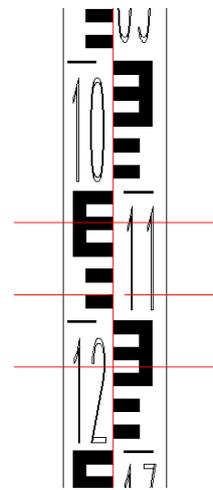


Рис. 21 – Измерение дальномерных расстояний

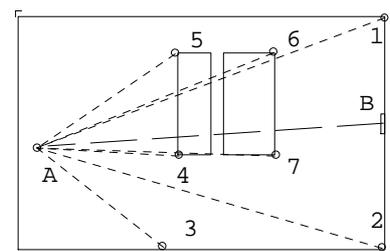


Рис. 22 - Схема фрагмента аудитории

принять равной отметке репера *Rp1* домашнего расчетно графического задания.

Приборы и материалы

- 1) Теодолит Т30.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Тахеометрическая съемка является одним из наиболее распространенных способов съемки, основной особенностью которой является высокая мобильность и оперативность в получении топографических планов. Плановое положение снимаемой точки определяется методом полярных координат, при котором определяется полярный угол β и дальномерное расстояние D . Для определения отметок снимаемых точек используется тригонометрическое нивелирование. Отметка контурной точки I (рис.20), H_i определяется по формуле:

$$H = H_A + Stgv + i - V, \quad (11)$$

где H_A - отметка исходной точки A ;

S - горизонтальная проекция расстояния от точки A до снимаемой точки;

v - вертикальный угол;

i - высота инструмента;

V - высота визирования.

Так как в процессе съемки расстояние до снимаемой точки определяется нитяным дальномером, то для вычисления горизонтальной проекции расстояния необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$S = D \cos v, \quad (12)$$

где D - дальномерное расстояние;

v - угол наклона.

Таким образом, в процессе съемки определяются следующие параметры:

i - высота инструмента;

V - высота визирования;

v - вертикальный угол;

β - горизонтальный угол на снимаемую точку;

D - дальномерное расстояние.

Если в процессе съемки наводить трубу теодолита на отсчет равный высоте инструмента, т.е. $i = V$, то формула (10) будет иметь вид

$$H = H_A + Stgv.$$

Порядок выполнения работы

Составляется абрис съемки.

Устанавливается теодолит над точкой, центрируется и приводится в рабочее положение.

Измеряется высота инструмента i , рис. 23.

Определяется значение место нуля вертикального круга, наводя трубу теодолита на точку B .

Измеряется дальномерное расстояние D на ориентирную точку B .

Проверяется горизонтирование лимба и при необходимости корректируется его положение.

При круге лево разворачивается труба теодолита таким образом, чтобы отсчет по лимбу горизонтального круга был равен 0° .

Открепляется лимб и наводится труба на ориентирную точку B . Данный этап называется ориентированием лимба теодолита. Далее начинается этап непосредственно съемки.

Согласно абрису съемки, устанавливается рейка на снимаемую точку и теодолитом определяется на эту точку дальномерное расстояние D_i . Наводится труба теодолита непосредственно на центр контура (или на центр рейки, если рейка установлена по центру контура) и берется отсчет β_i по горизонтальному кругу, равный горизонтальному углу между опорным направлением и направлением на снимаемую точку.

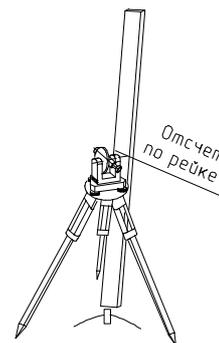


Рис. 23 - Измерение высоты инструмента

Наводится горизонтальная нить трубы, на отсчет равный высоте инструмента и, контролируя положение цилиндрического уровня, снимается отсчет O'_i по вертикальному кругу.

Устанавливается рейка на последующие съемочные точки и аналогично определяется дальномерные расстояния, отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам.

Работа на станции завершается контрольным наведением трубы теодолита на ориентирную точку B и контролем ориентирования лимба теодолита; отклонение отчета от нуля по горизонтальному кругу при наведении трубы на ориентирную точку не должно превышать $2'$.

Результаты измерений записываются в журнал тахеометрической съемки, форма которого приведена в табл. 8.

Таблица 8 - Журнал тахеометрической съемки

Станция № А $H=102.00$ $i=1.45$ $MO=1'$

№ тчк	Дальномерное расстояние, м	Отсчет по горизонт. кругу o'	Отсчет по вертикал. кругу o'	МО, '	Вертик. угол, o'	Горизон. проекция расстояния, м	h м	H м	Примечание
B	11.10	00.00	л 8 30.0 п 8 32.0	1	+8 31	11.10			Точка B
1	10.90	354 24	+0 15	1	+0 16	10.90	+0.05	102.05	уг аудит
2	10.87	5 11	+0 18	1	+0 19	10.87'	+0.06	102.06	уг аудит
3	6.12	7 56	+0 17	1	+0 18	6.12	+0.03	102.03	стена
4	5.60	0 20	+5 50	1	+5 51	5.60	+0.57	102.57	сид парты
5	5.95	353 21	+5 48	1	+5 49	5.92	+0.60	102.60	сид парты
6	9.01	1 20	+8 42	1	+3 43	9.01	+1.38	103.38	верх парты
7	9.12	357 05	+8 38	1	+8 39	9.00	+1.37	103.37	верх парты
8	8.20	352 20	+0 24	1	+0 25	8.20	+0.06	102.06	стена
B	11.10	0 01		1					точка B

Обрабатываются результаты съемки и на листе ватмана составляется план фрагмента аудитории в масштабе 1:100.

Отчетные материалы

- абрис тахеометрической съемки;
- журнал тахеометрической съемки;
- план тахеометрической съемки.

2.2 Лабораторные работы по теме : " Устройство нивелира и работа с ним"

2.2.1 Устройство нивелира

Задание

Изучить устройство нивелира, нарисовать его схему, выполнить пробные измерения.

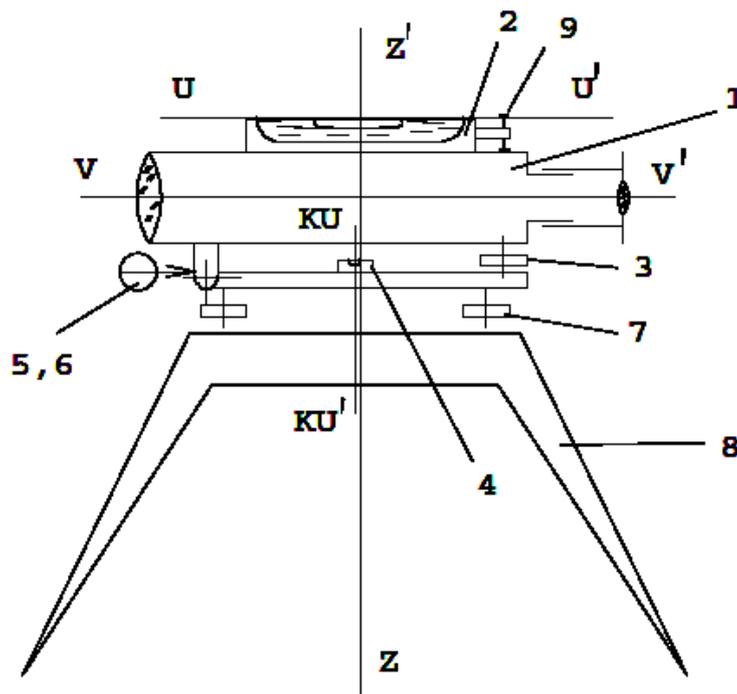
Приборы и материалы

- 1) Нивелир НЗ.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

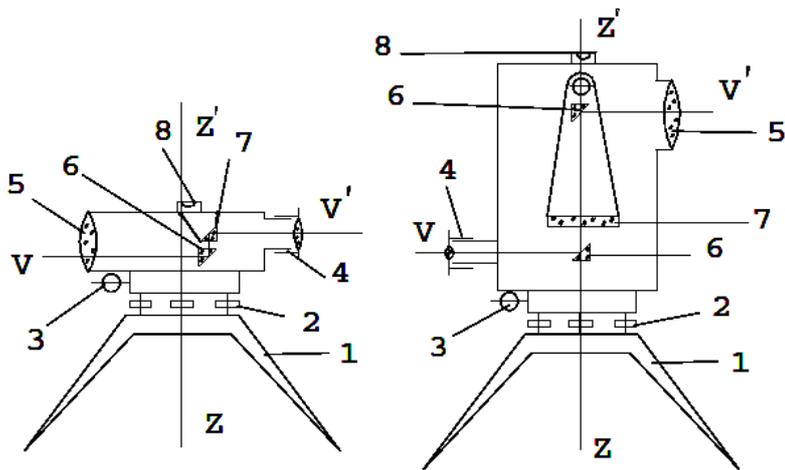
Нивелир оптический геодезический прибор, предназначенный для измерений превышений. Применяются уровенные нивелиры, рис.24, и нивелиры с компенсатором, рис.25.

Нивелиры с компенсатором автоматически устанавливают визирную ось в горизонтальное положение.



1 - зрительная труба; 2 - цилиндрический уровень; UU' - ось цилиндрического уровня; 3 - элевационный винт; 4 - круглый уровень; 5,6 - закрепительный и наводящий винты трубы; 7- подъемные винты; 8 - штатив. 9 – юстировочные винты цилиндрического уровня; VV' - визирная ось трубы; ZZ' – вертикальная ось вращения трубы нивелира; $KUKU'$ - ось круглого уровня.

Рис. 24 - Устройство уровенного нивелира

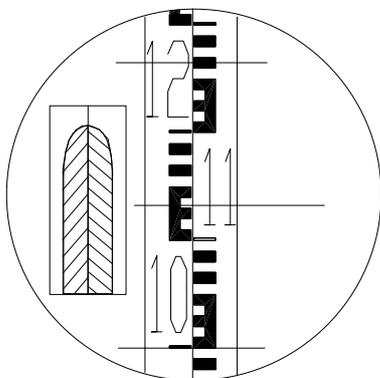


1 – штатив; 2- подъемные виты; 3 – наводящий винт трубы; 4 - окуляр; 5 – объектив; 6 - призма; 7 – компенсатор; 8 – круглый уровень

Рис. 25 - Схемы нивелиров с компенсатором

Нивелиры классифицируются по точности и по техническим особенностям. В зависимости от точности измерений нивелиры бывают: высокоточные *Н05*, *Н1*, *Н2*. (точность измерений превышений 05-2 мм/км), точные *Н3* (3мм/км) и технические *Н10* (10 мм/км).

Исходя из технических особенностей, в настоящее время применяются нивелиры: урoвеньные, с компенсатором (последняя буква в марке нивелира "К"), и с лимбом горизонтального круга (Л).



Отсчет по рейке равен 1130

Рис. 26 - Поле зрения урoвеньных нивелиров.

и, наблюдая в трубу за положением пузырька уровня, рис.24а, 24б, совмещаются концы пузырька уровня таким образом, чтобы верхняя их часть образовывала сплошную дугу, рис.28а.

Берутся отсчеты $O_A^Ч$, O_A^K по черной и красной сторонам рейки.

Поле зрения урoвеньного нивелира, при наведении его на рейку, показано на рис.26.

Порядок выполнения работы

Изучается устройство нивелира и составляется его схема.

Устанавливается нивелир на штатив, приводится в рабочее положение, выбирается в аудитории две точки *A* и *B*, согласно рис.27.

Устанавливается рейка на точку *A* черной стороной к наблюдателю.

Наводится труба нивелира на рейку, вращая элевационный винт

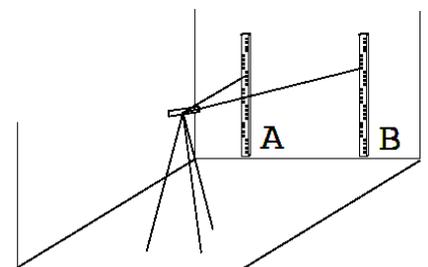


Рис. 27 - Схема измерений

Вычисляется разность отсчетов $O_A^Ч$ O_A^K , она не должна отличаться более чем на 5мм от значения постоянной рейки.

Устанавливается рейка в точку B и аналогично берутся отсчеты $O_B^Ч$, O_B^K по черной и красной сторонам рейки, контролируя разность пяткок.

Результаты измерений записываются в журнал, форма которого приведена в табл. 9.

Отчетные материалы

- схема нивелира;
- схема измерений.
- журнал измерений.

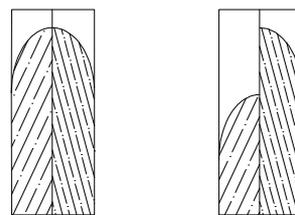


Рис.28 - Положение пузырьков уровня

Таблица 9 - Пробные измерения нивелиром

№ стан	№тчк	Отсчеты по рейкам		Превышения
		Задний	Передний	
	<i>A</i>	1025	1092	0067
		5510	5878	0068
	<i>B</i>	4785	4786	

2.2.2 Поверки нивелира

Задание

Ознакомиться с поверками нивелира и выполнить поверку его главного условия.

Приборы и материалы

- 1) Нивелир НЗ.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Поверки нивелира комплекс действий, направленный на контроль и обеспечение механических, оптических и геометрических условий.

Поверки механических и оптических условий полностью аналогичны поверкам этих же условий теодолита (см. п.2.1.2).

Основным геометрическим условием нивелира, определяющим его существо, является горизонтальность линии визирования. Это условие называется «Главным условием нивелира», существо которого вытекает из следующего. Превышение, определяемое нивелиром, рис. 29, равно разности отсчетов по рейкам, установленным на измеряемых точках. Если линия визирования горизонтальна, то превышение h равно

$$h = a - b, \quad (13)$$

где a и b отсчеты по рейкам.

Однако, вследствие ряда причин, иногда визирная ось не будет горизонтальной. В этом случае отсчеты по рейкам не равны a и b , а равны, соответственно $a + \Delta a$, $b + \Delta b$, т.е. в измеряемое превышение вносится погрешность равная $\Delta h = \Delta a - \Delta b$.

Задачей проверки главного условия нивелира является определение погрешности Δh за счет не горизонтальности линии визирования. Принцип выполнения данной проверки вытекает из рис.29.

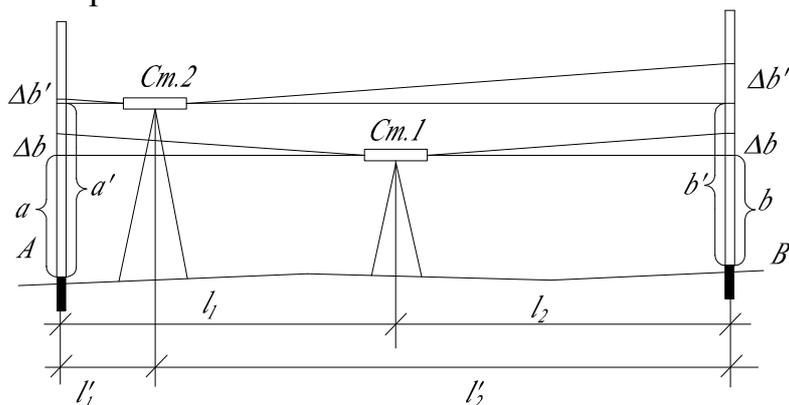


Рис. 29 - Проверка главного условия нивелира

Если нивелир между точками A и B установлен строго посередине (станция 1), т.е. $l_1 = l_2$, то величины $\Delta a = \Delta b$, следовательно превышение h свободно от исследуемой погрешности. Установив нивелир у одной из точек, например у точке A (станция 2), получим разные величины погрешностей Δa и Δb , следовательно будет и погрешность превышения Δh . При этом погрешность Δa будет стремиться к нулю, так как расстояние l'_1 на много меньше расстояния l'_2 . В этом случае погрешность Δb полностью войдет в измеряемое превышение.

Данное свойство позволяет даже не поверенным нивелиром осуществлять его самопроверку.

Порядок выполнения работы

Составляется схема измерений.

В лаборатории намечаются две точки A и B .

Устанавливается нивелир так, чтобы расстояния между нивелиром и точками A и B были одинаковыми.

Устанавливается рейка в точку A и берутся отсчеты a_u и a_k , контролируя разность пятков, т.е. вычисляя разность $a_k - a_u$.

Устанавливается рейка в точку B и берутся отсчеты b_u и b_k , контролируя разность пятков, т.е. вычисляя разность $b_u - b_k$.

Вычисляется превышение h , равное

$$h_u = a_u - b_u; h_k = a_k - b_k, \quad (14)$$

если $|h_u - h_k| < /5/$ мм, то вычисляется их среднее значение

$$h = 0.5(h_u + h_k)$$

Устанавливается нивелир на минимальном расстоянии от одной из точек и аналогично измерить превышение, получив величину h' .

Условие считается выполненным если разность $|h - h'| < /5/$ мм; в противном случае выполняется юстировка.

Юстировка выполняется следующим образом. При установке нивелира у одной из точек (станция 2, рис. 29) вычисляется отсчет на дальнюю рейку, равный $X = a' - h$, где a' - отсчет по ближней рейке; h - превышение, измеренное с середины. Для уровненных нивелиров, вычисленный отсчет X устанавливается по рейке, вращая элевационный винт; при этом пузырек цилиндрического

уровня сойдет с нуля пункта. Вращая юстировочный винт уровня, приводится пузырек уровня в нуль пункт. В нивелирах с компенсатором, вращением юстировочных винтов сетки нитей (или вращением специального винта) устанавливается по рейке вычисленный отсчет X .

Результаты измерений записываются в журнал, форма которого приведена в табл. 10.

Таблица 10 - Журнал проверок главного условия нивелира

№ станц	№ точек	Отсчеты по рейкам		Превышения	
		Задние	Передние	Вычисленные	Средние
<i>Нивелир на середине</i>					
	A	1245	1232	0007	
I		6027	6017	0010	0008
	B	4782	4785		
	A	0906	0896	0010	
II		5691	5680	0011	0010
	B	4785	4784		

Так как $h_1 h_2 < /5 \text{ мм}/$, то условие выполнено.

Отчетные материалы

- схема измерений;
- журнал измерений.

2.2.3 Измерение превышений, определение отметок точек

Задание

От исходного репера $Rp1$ определить отметки следующих точек: 1 - точка пола, 2 - сиденье, 3 - верх стола, рис.30.

Исходные данные

Репер $Rp1$ (произвольная точка пола), его отметка принимается по номеру студенческого билета

$$H_{Rp1} = N(\text{м}) + n (\text{см}),$$

где N номер студенческого билета; n число букв в фамилии студента.

Приборы и материалы

- 1) Нивелир НЗ.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Данная задача применяется при топографических съемках, в строительстве, при выполнении специальных работ, требующих определения высотного положения объектов.

Порядок выполнения работы

Составляется схема измерений.

Намечается в аудитории точки репера $Rp1$, 1, 2, 3, согласно рис. 30, 31.

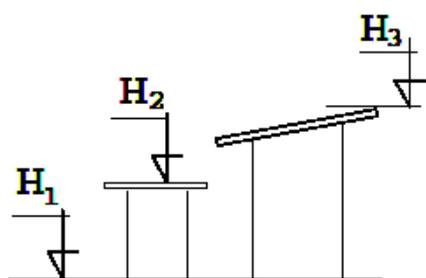


Рис. 30 - Схема нивелирных точек

Устанавливается нивелир на станцию I и приводится в рабочее положение.

Устанавливается рейка на $Rp1$ и берутся отсчеты $a_{Rp}^Ч$, $a_{Rp}^К$ по черной и красной стороне рейки, контролируя разность пятков.

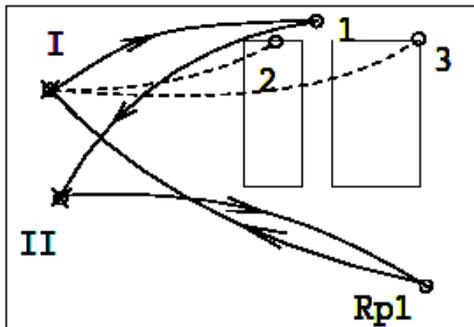


Рис. 31 - Схема размещения точек нивелирования

Устанавливается рейка на точку 1 и также берутся отсчеты $b_1^Ч$, $b_1^К$ по черной и красной сторонам рейки, контролируя разность пятков.

Последовательно устанавливается рейку на точках 2 и 3 и производятся отсчеты c_i только по черной стороне.

Вычисляется превышения h по черной и красной сторонам рейки

$$h = a - b.$$

Проверяется превышения на соответствие допуску и если разность превышений, полученных по черной и красной сторонам рейки не превысила 5 мм, то переставляется нивелир на II станцию, приводится в рабочее положение; в противном случае измерения повторяются.

Устанавливается рейка на точку 1 и берутся отсчеты $a_1^Ч$, $a_1^К$ по черной и красной сторонам рейки, контролируя разность пятков.

Устанавливается рейка на точку репера $Rp 1$, и также берутся отсчеты $b_{Rp}^Ч$, $b_{Rp}^К$ по черной и красной сторонам рейки, контролируя разность пятков.

Вычисляются превышения на второй станции

$$h = a - b.$$

Производится постраничный контроль результатов вычислений. Для этого вычисляется: сумма задних отсчетов (Σa), и сумма передних отсчетов (Σb), сумма вычисленных превышений ($\Sigma h_{выч}$) и сумма средних превышений ($\Sigma h_{сред}$). Контроль: $\Sigma h_{выч} = \Sigma a - \Sigma b$; $\Sigma h_{выч} = 2 \Sigma h_{сред}$.

Вычисляется невязка в превышениях

$$f_h = \Sigma h_{выч} \quad (15)$$

Допуск: $f_{h доп} = 10\sqrt{n}$, где n число станций.

Если полученная невязка f_h превышает установленный допуск, измерения повторяются.

Вычисляются поправки в превышения, $\delta_h = f_h/n$, и исправленные превышения

$$h_{испр} = h_{изм} + \delta_h, \quad (16)$$

Контроль: $\Sigma h_{выч} = 0$.

Вычисляются отметки связующих точек (точка 1)

$$H_1 = H_{Rp1} + h_{испр}. \quad (17)$$

Для станции I по отметкам задней и передней точек вычисляется отметка горизонта инструмента

$$H_{ГИ} = \frac{(H_A + a) + (H_B + b)}{2}. \quad (18)$$

Вычисляются отметки промежуточных точек

$$H_c = H_{ГИ} - c_i \quad (19)$$

где c_i - отсчет по рейке на промежуточной точке.

Результаты измерений и вычислений записываются в журнал, форма которого приведена в табл. 11.

Таблица 11 - Журнал нивелирования

№ станц	№№ точек	Отсчеты по рейкам			Превышение			Отметки	
		задний	передн.	про-меж.	вы-числ.	средн.	испр.	ГИ	точек
	<i>Rp1</i>	1620	1645		0025	+1		121.160	120.540
1		642	6429		0027	0026	0025	121.160	
	1	4782	4784					121.160	120.515
	2			0680					121.480
	3			0110					122.050
	1	1595	1572		+0023	+1			120.515
2		6380	6355		+025	+0024	+0025		
	<i>Rp</i>	4785	4783						120.540
Конт-роль		15997	16001 4		4	2	0000		

$$f_h = 2\text{мм}, f_{h\text{ доп}} = 10 \sqrt{2} = 14\text{мм}$$

Отчетные материалы

- схема измерений;
- журнал измерений.

2.2.4 Нивелирование поверхности

Задание

Определить отметки контрольных точек, расположенных на столах; согласно рис. 32.

Приборы и материалы

- 1) Нивелир НЗ.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Данная задача применяется при выполнении вертикальной планировки и контроле высотного положения поверхностей

Исходные данные

Репер *Rp1* (произвольная точка пола), его отметка определяется по номеру студенческого билета $H_{Rp1} = N(\text{м}) + n(\text{см})$, где N номер студенческого билета n число букв в фамилии студента.

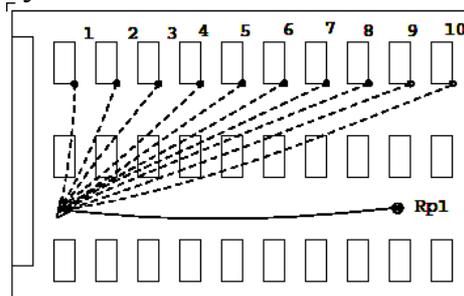


Рис. 32 - Схема размещения контрольных точек

Порядок выполнения работы

Составляется схема измерений, наметив контрольные точки и выбрав место размещения репера *Rp1*.

Устанавливается нивелир, таким образом, чтобы расстояние от ближайшей контрольной точки было более 3 м.

Устанавливается рейка на *Rp1* и берутся отсчеты $a_{ч}$, $a_{к}$ по черной и красной сторонам рейки, контролируя разность пятков.

Последовательно устанавливается рейка на все контрольные точки, производятся отсчеты c_i по черной стороне рейки.

Повторно устанавливается рейка на *Rp1*, берутся отсчеты $b_{ч}$, $b_{к}$ по черной и красной сторонам рейки, контролируя разность пятков.

Вычисляется горизонт инструмента

$$H_{ГИ} = \frac{(H_A + a) + (H_B + b)}{2} \quad (20)$$

Вычисляется отметка H_i контрольных точек

$$H_i = H_{Rp} - c_i \quad (21)$$

где c_i - отсчет по рейке в контрольных точках.

Результаты измерений и вычислений записываются в журнал, форма которого приведена в табл. 12.

Таблица 12 - Журнал нивелирования поверхности

№ станц	№ точек	Отсчеты по рейкам			Превышение			Отметки	
		задний	перед.	пром	вычис.	средн	испр.	ГИ	точек
	<i>Rp1</i>	1620	1621		0001			121.160	120.540
<i>I</i>		642	6403		0001	0001	0000	121.161	
	<i>Rp1</i>	4782	4782					121.160	120.540
	<i>1</i>			0660					120.500
	<i>2</i>			0640					120.520
	<i>3</i>			0634					120.526
	<i>4</i>			0654					120.506
	<i>5</i>			0648					120.512
	<i>6</i>			0657					120.503
	<i>7</i>			0661					120.499
	<i>8</i>			0659					120.501
	<i>9</i>			0642					120.518
	<i>10</i>			0647					120.513

$$f_h = 1 \text{ мм}, f_h^{дон} = 10\sqrt{I} = 10 \text{ мм}$$

Отчетные материалы

- схема измерений;
- журнал измерений.

2.3 Лабораторные работы по теме: "Инструментальное решение геодезических задач в строительстве"

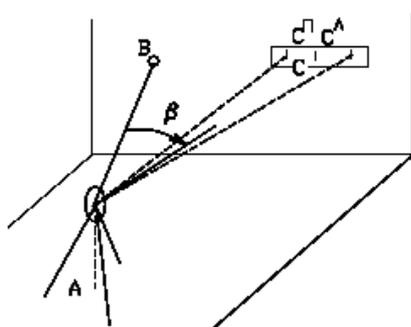


Рис. 33 - Вынос проектного угла

2.3.1 Вынос проектного угла

Задание

От исходного направления AB выполнить разбивку проектного угла β способом приемов.

Комментарий

Данная задача применяется при выполнении разбивочных работ в строительстве.

Исходные данные

Угол β задает преподаватель.

Приборы и материалы

- 1) Нивелир НЗ.
- 2) Отчетная тетрадь.

Порядок выполнения работы

Согласно рис. 33 составляется схема измерений. Устанавливается теодолит в точку A , приводится в рабочее положение. При круге лево наводится труба теодолита на опорную точку B и берется отсчет $O_B^{ЛЕВ}$ по горизонтальному кругу.

Вычисляется проектный отсчет $O_C^{ЛЕВ}$ равный

$$O_C^{ЛЕВ} = O_B^{ЛЕВ} + \beta. \quad (22)$$

Устанавливается вычисленный отсчет $O_C^{ЛЕВ}$ на лимбе горизонтального круга и по полученному направлению закрепляется точка C' (в условиях лаборатории направление закрепляется вертикальной риской, выполненной карандашом на доске или на специальном экране. Категорически запрещается делать метки на стенах и панелях).

Открепляется лимб и разворачивается труба теодолита на небольшой угол, (примерно 15°), затем лимб закрепляется.

Переводится труба через зенит и аналогично первому полуприему, выполняется измерение при круге право, получив отсчет $O_B^{ПРАВ}$, вычислив проектный отсчет $O_C^{ПРАВ}$ и закрепив проектную точку C'' .

Закрепляется на доске среднюю точку между точками C' и C'' , которая и будет искомой точкой C .

Измеряется полученный угол способом приемов.

Результаты измерений записываются в журнал, форма которого приведена в табл. 13.

Таблица 13 - Вынос проектного угла

Точка установки теодолита	Точка визирования	Отсчет по горизонтальному кругу	Горизонтальный угол	Средний угол
		Вынос проектного угла		
	B	120 25.0		
A кл			19 36.5	
	C	140 01.5		

Продолжение таблицы 13

Тчка ус-тан. теодол	Точка ви-зирова-ния	Отсчет по гори-зонтальному кругу	Горизонтальный угол	Средний угол
	<i>B</i>	12 41.5		
<i>Акп</i>			<u>19 36.5</u>	
	<i>C</i>	32 18.0		
<i>Измерение вынесенного угла</i>				
	<i>B</i>	257 36.5		
<i>Акп</i>			19 37.5	
	<i>C</i>	237 59.0		
	<i>B</i>	11 02.5		19 37.0
<i>Акп</i>			19 36.5	
	<i>C</i>	301 26.0		

Отчетные материалы

- схема измерений;
- журнал измерений;
- искомая вынесенная на экран или доску точка.

2.3.2 Вынос проектной отметки

Задание

От исходного репера R_{p1} выполнить разбивку проектной точки C на торце стола, имеющую проектную отметку H_C ; произвести контрольные измерения.

Комментарий

Данная задача применяется при выполнении разбивочных и монтажных работ.

Приборы и материалы

- 1) Нивелир НЗ.
- 2) Отчетная тетрадь.

Исходные данные

H_{Rp1} (берется из предыдущих задач), $H_C = H_{Rp1} + 0.560\text{м}$.

Порядок выполнения работы

На основе рис. 34 составляется схема измерений.

Намечается на полу точка репера.

Устанавливается нивелир, приводится в рабочее положение.

Устанавливается рейка на точку репера и берутся отсчеты $a_{Rp}^ч$, $a_{Rp}^к$ по черной и красной сторонам рейки, контролируя разность пяток.

Вычисляются отметки горизонта инструмента

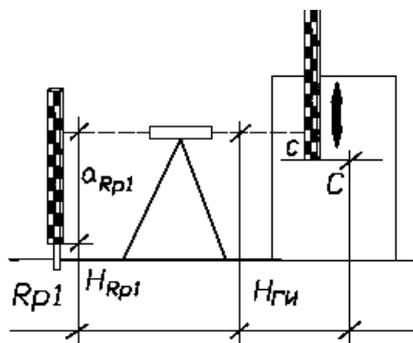


Рис. 34 - Вынос проектной отметки

$$\begin{aligned}
 H_{ГИ}^Ч &= H_{Rp} + a_{Rp}^Ч; \\
 H_{ГИ}^К &= H_{Rp} + a_{Rp}^К.
 \end{aligned}
 \tag{23}$$

Контроль $H_{ГИ}^К - H_{ГИ}^Ч = p$,

где p – постоянная рейки, допуск ± 5 мм.

Вычисляются проектные отсчеты $c^Ч$ и $c^К$

$$\begin{aligned}
 c^Ч &= H_C + H_{ГИ}^Ч; \\
 c^К &= H_C + H_{ГИ}^К.
 \end{aligned}
 \tag{24}$$

Контроль $c^Ч - c^К = p$,

где p – постоянная рейки, допуск ± 5 мм.

Приставив рейку к торцу стола, рис.35, и перемещая ее по вертикали, предварительно наведя на нее нивелир, добиваются, чтобы отсчеты по рейке были равны вычисленным проектным отсчетам $c^К$ и $c^Ч$ (следовательно, данная операция выполняется дважды по черной и красной сторонам рейки). По пятке рейки прочерчивается линия. Окончательной линией, характеризующей искомую точку с заданной отметкой, будет линия, проведенная посередине между линиями, полученными по черной и красной сторонам рейки.

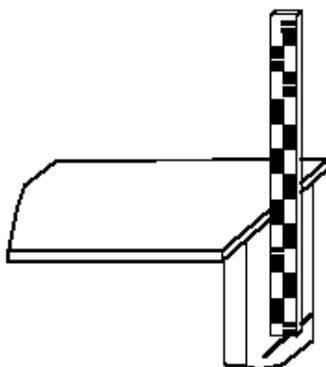


Рис. 35 - Схема установки рейки при выносе проектной отметки

Производятся нивелирование полученной точки, выполнив измерения по черной и красной сторонам рейки.

Результаты измерений и вычислений записываются в журнал, форма которого приведена в табл. 14.

Таблица 14 - Вынос проектной отметки

№ станц.	№ точек	Отсчеты по рейкам			Превышение			Отметки	
		задний	передн.	про-меж.	вы-числ.	средн	испр.	ГИ	точек
	<i>Rp1</i>	1210	0650					121660	120.450
1		5995	5435					126445	
	<i>C</i>	4785	4785					4785	121.010
		<i>Контрольные измерения</i>							
	<i>Rp1</i>	1352	0794		+0558				120.450
2		6133	5577		+0556	+0557			
	<i>C</i>	4781	4783						121.007

Отчетные материалы

- схема измерений;
- журнал измерений;
- точка, вынесенная на проектную отметку.

2.3.3 Вынос линии заданного уклона

Задание

Вынести на торцах столов линию с уклоном равным i способами горизонтального и наклонного лучей.

Приборы и материалы

- 1) Нивелир НЗ.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Данная задача применяется при выполнении вертикальной планировки поверхности и при специальных монтажных работах.

Исходные данные

Проектный уклон $i = 0.015$. Начальная точка берется произвольно на торце первого стола на расстоянии порядка 0.3м от пола.

Порядок выполнения работы

Способ горизонтального луча

Согласно схемы, приведенной на рис. 36, намечается на торцах столов контрольные точки (6-8 точек).

Составляется схема измерений.

Устанавливается нивелир на расстоянии не менее 3 м от ближайшей контрольной точки.

Измеряются расстояния l_i между точками.

Устанавливается рейка на точку 1 и берется отсчет a_1 по черной стороне рейки.

Вычисляются проектные отсчеты a_j для каждой контрольной точки, используя приведенные формулы:

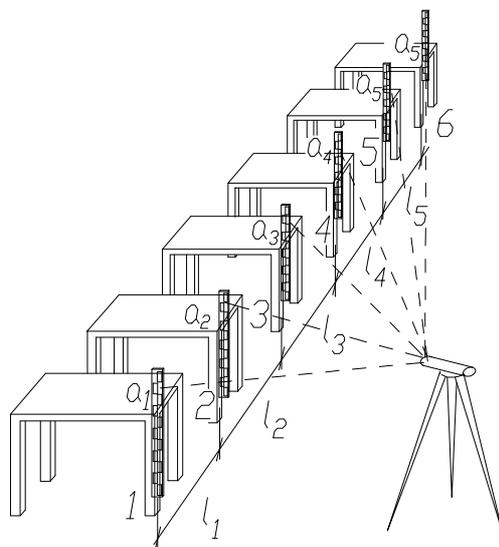


Рис.36 - Схема выноса линии заданного уклона способом горизонтального луча

$$h_j = l_{ji} ; \quad (25)$$

$$a_j = a_{j1} + h_j. \quad (26)$$

Последовательно устанавливая рейку на каждую контрольную точку, наведя на нее трубу нивелира и перемещая рейку по вертикали, добиваются, чтобы отсчет по рейке был равен вычисленному проектному отсчету a_j , по пятке рейки проводится линия, которая и будет частью искомой проектной линии.

Способ наклонного луча

Устанавливается нивелир над точкой 1, рис. 37.

Измеряется расстояние a по вертикали от точки 1 до визирной оси нивелира.

Устанавливается рейка на последнюю контрольную точку.

Вращая подъемные винты нивелира, наводится труба нивелира на рейку, устанавливается отсчет равный величине a .

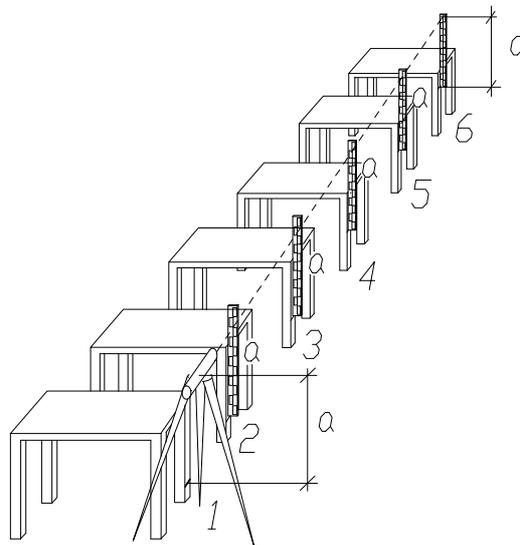


Рис. 37 - Схема разбивки линии заданного уклона способом наклонного луча

Последовательно, устанавливая рейку на каждую контрольную точку и перемещая ее по вертикали, добиваются, чтобы отсчет по рейке был равен величине a , на торце стола по пятке рейки проводится линия.

Измеряется величины d_i расхождений между метками, полученными при первой и второй установках нивелира.

Выполняется оценка точности работы, сравнив результаты двух способов

$$m = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n-1}}, \quad (27)$$

где d - расстояние между метками, полученными при двух способах измерений;

n - число точек.

Результаты измерений и вычислений записываются в журнал, форма которого приведена в табл. 15.

Таблица 15 - Расчет проектных отсчетов для выноса линии заданного уклона

№ тчк	Расстояния	Проектный уклон	Превышение	Отсчеты по рейке	d_i	d_i^2
1				1210	0	
	3000	0.015	+0045			
2				1165	2	4
	3000	0.015	+0045			
3				1120	4	16
	3000	0.015	+0045			
4				1075	1	1
	3000	0.015	+0045			
5				1030	3	9
	3000	0.015	+0045			
6				0985	0	

$$\Sigma = 30$$

$$m = \sqrt{\frac{30}{8-1}} = 2.1 \text{ мм}$$

Отсчетные материалы

- схема измерений;
- журнал измерений;
- вынесенная линия заданного уклона.

2.3.4 Определение прямолинейности

Задание

Определить прямолинейность ряда столов.

Комментарий

Данная задача применяется при выполнении исполнительных съемок, монтаже оборудования, съемке подкрановых путей и др.

Приборы и материалы

- 1) Теодолит Т30.
- 2) Отчетная тетрадь.

Порядок выполнения работы

Намечаются контрольные точки и составляется схема измерений, согласно рис. 38.

Устанавливается теодолит на расстоянии порядка 0.6 - 1.0 м от контрольной точки 1.

Измеряется расстояние a_1 от теодолита до первой контрольной точки.

Устанавливается горизонтально рейка на последнюю контрольную точку, рис. 38.

Наводится труба теодолита на рейку на отсчет равный a_1

Вращая трубу теодолита только в вертикальной плоскости последовательно устанавливая рейку на каждую контрольную точку, берутся отсчеты a_i на каждой контрольной точке.

Вычисляются величины Δ_i , отклонений от прямой линии

$$\Delta_i = a_1 - a_i \quad (28).$$

Составляется схема отклонений (используя схему измерений).

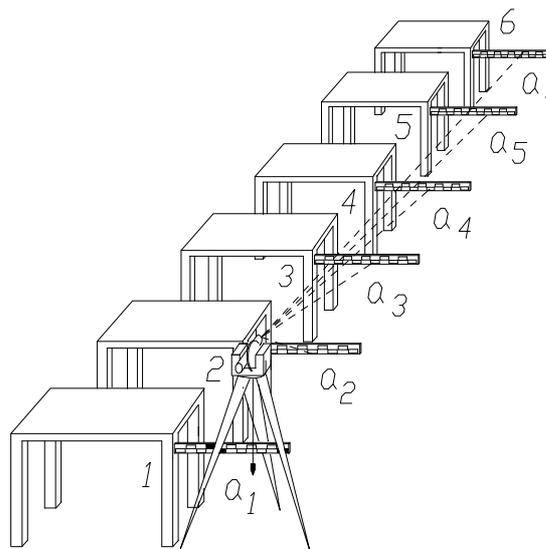


Рис. 38 - Схема измерений прямолинейности

Результаты измерений и вычислений записываются в журнал, форма которого приведена в табл. 16.

Таблица 16 - Результаты измерения прямолинейности

№ тчк	Расстояния	Отсчеты по рейке	Отклонения от прямой	Схема отклонений
1		0680	0	
	3000			
2		0695	15	
	3000			
3		0700	20	
	3000			
4		0635	45	
	3000			
5		0672	2	
	3000			
6		0680	0	

Отчетные материалы

- схема измерений;
- журнал измерений.

2.3.5 Определение высоты сооружений

Задание

Определить высоту аудитории при помощи теодолита.

Приборы и материалы

- 1) Теодолит Т30.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Данная задача применяется при выполнении исполнительных съемок, при передаче отметок на высокие сооружения, когда традиционные методы геометрического нивелирования не эффективны.

Порядок выполнения работы

Составляется схема измерений. Устанавливается теодолит на расстоянии порядка 8м от стены аудитории, рис, 39.

Намечается вверх и вниз стены две четкие точки *A* и *B*.

Устанавливается рейка на точку *B* и измеряется теодолитом дальномерное расстояние *S*.

При двух положениях теодолита (*КЛ* и *КП*) измеряются вертикальные углы на точки *A* и *B*, контролируя значения место нуля вертикального круга. Если разность значений место нуля, полученных при измерениях на точки *A* и *B* превышает *1'* измерения повторяются.

Вычисляется высоту стены

$$H = S \operatorname{tg}(v_A - v_B), \quad (29)$$

где *S* – дальномерное расстояние;

v_A, v_B – соответственно вертикальные углы на точки *A* и *B*.

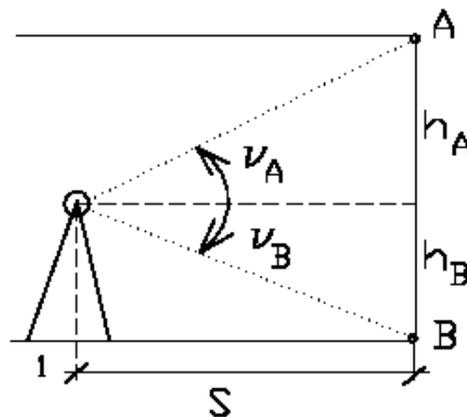


Рис. 39 - Определение высоты сооружения

Результаты измерений и вычислений записываются в журнал, форма которого приведена в табл. 17.

Таблица 17 - Определение высоты сооружения

Тчк. устан. теодолит	Точка визиров	Расстояние	Отсчет по вертикальн кругу	МО	Угол на-клона	Тангенс угла на-клона	Высота, м
1	А кл	10.20	+ 9 09	+ 1	+ 9 08	0.1608	1.64
1	А кп	10.20	9 07				
1	В кл	10.20	8 08	+ 1	8 09	0.1432	1.64
1	В кп	10.20	+ 8 10				
						0.3040	3.10/3.10

Отчетные материалы

- схема измерений;
- журнал измерений.

3 ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

3.1 Изучение топографических карт и условных знаков

Задание

Изучить структуру топографических карт, зарисовать в рабочей тетради зарамочное оформление карт, обратив внимание на координатные сетки.

Изучить условные знаки.

По заданному преподавателем маршруту составить схему; указав на ней: структуру рельефа; пересекаемые объекты, объекты, расположенные на расстоянии 1см в масштабе карты; привести на схеме числовые характеристики топографических объектов.

Приборы и материалы

- 1) Топографическая карта.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Топографические карты являются одним из наиболее емких источников информации, которая используется для решения технических и экономических задач при проектировании и строительстве объектов. По топографическим картам можно получить следующую информацию:

- 1) пространственное положение и размеры объектов;
- 2) площади угодий;
- 3) объемы земляных масс;
- 4) расходы и другие технические параметры водоемов;
- 5) технические характеристики инженерных сооружений;
- 6) экологические характеристики;
- 7) транспортные, жилищные характеристики;
- 8) административные характеристики и прочее;

Дополнительно имеется возможность получить целый ряд косвенных параметров, например, уклоны, водосборные площади, объемы леса, сельскохозяйственные параметры, степень воздействия объектов на окружающую среду, санитарные условия и много других параметров социального, экономического, технического, военного характера. Современный инженер должен уметь получать эту информацию.

Исходные данные

- топографическая карта масштаба 1:25000, выдаваемая преподавателем;
- маршрут на карте длиной порядка 10 - 15см в масштабе карты, выдаваемый преподавателем.

Порядок выполнения работы

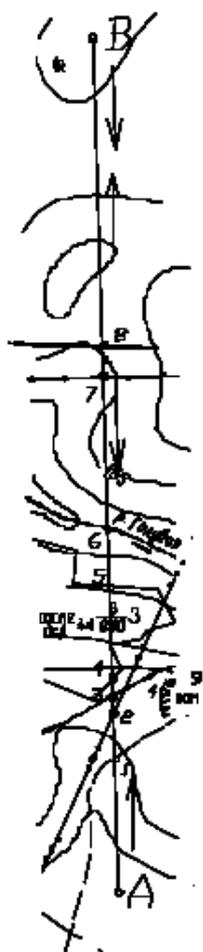
В рабочей тетради вычерчивается эскиз зарамочного оформления топографической карты, обратив особое внимание на географические и прямоугольные сетки координат, рис. 40.

На маршруте, заданном преподавателем, намечаются топографические объекты и их границы, изучается рельеф, числовые характеристики и условные знаки (при работе с картой не допускается чертить на ней карандашом или ручкой).

В рабочей тетради воспроизводится на глаз ось маршрута, приняв приблизительный масштаб, он наиболее часто может быть 1:2 или 1:1.

На линию маршрута с плана переносятся все элементы ситуации, стрелками показываются направления уклонов и перерисовываются горизонтали, рис. 41.

Нумеруются все элементы ситуации и дается им характеристика.



- 1 - полевая дорога;
- 2 - линия электропередачи;
- 3 - грунтовая дорога;
- 4 - 5 лес смешанный (сосна береза, ср. высота 5м, ср. диаметр 0.1м, среднее расстояние между деревьями 3м);
- 6 - р. Голубая;
- 7 - воздушная линия связи;
- 8 - грунтовая дорога;
- 9- каменный карьер глубиной 4м.

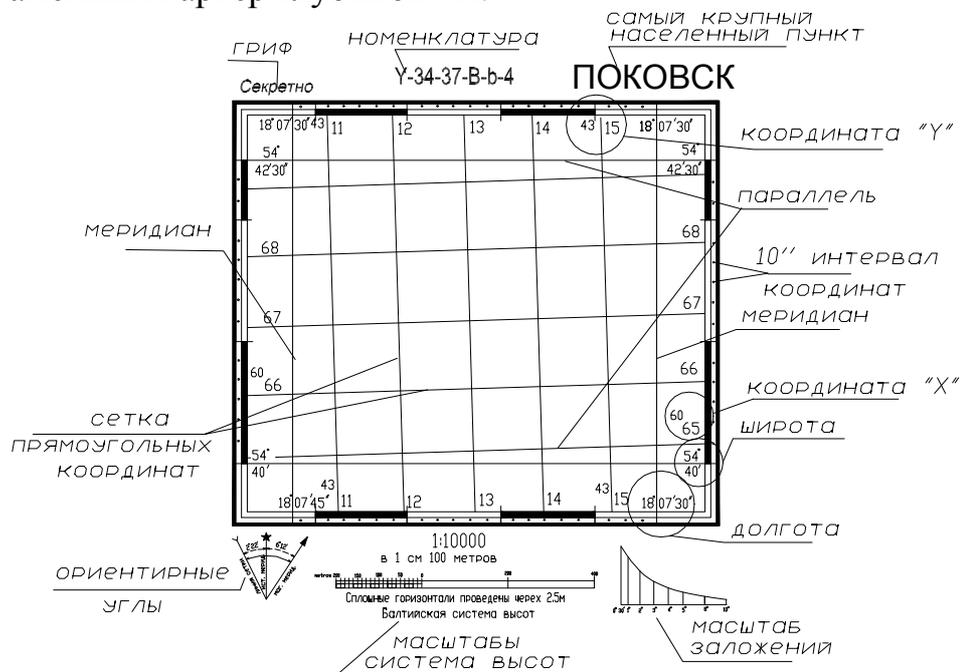


Рис. 41 -
Схема маршрута

Рис. 40 - Зарамочное оформление топографических карт
Отчетные материалы

- схема зарамочного оформления.
- схема маршрута.
- характеристика топографических объектов.

3.2 Определение площади участка полярным планиметром

Задание

Определить площадь участка при помощи полярного планиметра.

Приборы и материалы

- 1) Топографическая карта.
- 3) Полярный планиметр
- 3) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Данная задача применяется при решении задач на картах по определению водосборных площадей, объемов земляных масс и других задач, где требуется знание площади с точностью порядка 3% - 5%.

При помощи стержня и втулки 1 соединены два рычага полярный 4 и обводной 2, рис. 42.

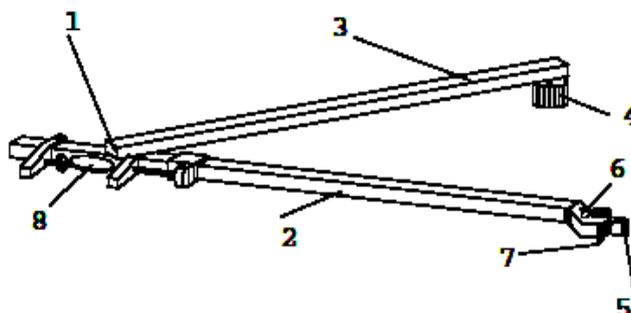


Рис. 42 - Полярный планиметр

Обводной рычаг имеет: рукоятку 5, лупу 6 и обводной индекс 7. Отсчет осуществляется при помощи отчетного устройства 8. Полюсом планиметра является игла, закрепленная в нижней части груза 4. Площадь участка, рис. 43, определяется по формуле

$$F = K(O_K - O_H), \quad (30)$$

где O_H, O_K - отсчеты по отчетному устройству планиметра в точке A в начале и в конце обвода обводным рычагом измеряемого контура;

K - цена деления планиметра.

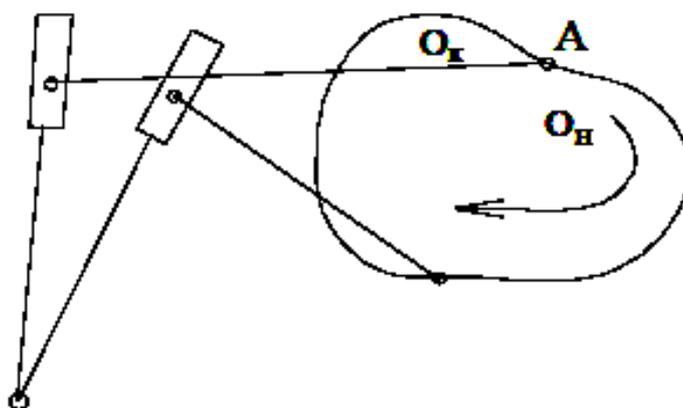


Рис. 43 - Измерение площади полярным планиметром

Для определения цены деления планиметром измеряется участок с известной площадью, например, площадь квадрата координатной сетки, значение цены деления планиметра будет равно:

$$K = \frac{F_0}{O'_K - O'_H}, \quad (31)$$

где F_0 площадь квадрата координатной сетки;

O'_H, O'_K отсчеты по отчетному устройству планиметра в начале и в конце обвода периметра квадрата координатной сетки.

Отсчетное устройство планиметра, рис. 44, состоит из трех составных частей: циферблат, барабан и нониус. Циферблат оцифрован от 0 до 9, цена деления 1. Отсчетным индексом является специальная заостренная металлическая пластина. Барабан оцифрован от 0 до 9, цена деления барабана 0.1. Отсчетным индексом барабана является 0 нониуса. Нониус имеет десять делений, которые пронумерованы от 0 до 10.

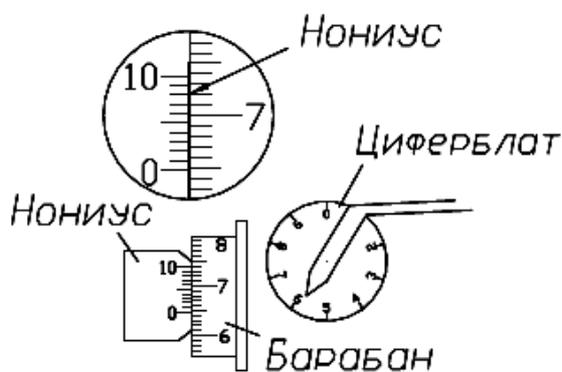


Рис. 44 - Отсчетные устройства планиметра

Отсчет по планиметру состоит из четырех знаков. Первый знак отсчитывается по циферблату. Согласно рис. 44 отсчет по циферблату равен 5.8, где цифра «5» точная, цифра «8» приближенная. Приближенная вторая цифра уточняется по барабану. Отсчет по барабану, относительно нуля нониуса, равен 64 и 8 последняя цифра взята на глаз. Эта цифра

уточняется по нониусу, определив какое деление нониуса совпадет с делением барабана. На рис. 44 это 8 деление. Таким образом, общий отсчет равен 5648. При взятии отсчетов следует учесть, что при переходе барабана через отчет 999 к общему отсчету прибавляется один разряд. Например, если первый отсчет был 8782, после перемещения отсчетного индекса барабан прошел величину 999, то отсчет будет равен, например, 10312, а не 0312, как это показывают отсчетные устройства.

Порядок выполнения работы

Измерения выполняются в два этапа. На первом этапе определяется цена деления планиметра, на втором непосредственно площадь участка.

На плане выбирается квадрат координатной сетки, ближайший к измеряемому участку, и намечается на контуре данного квадрата начальную точку *A*.

На контуре измеряемого участка намечается начальная точка, например точку *B*.

Устанавливается планиметр таким образом, чтобы его обводной индекс мог пройти по контурам таррировочной координатной сетки и по контуру измеряемого участка, рис. 45.

Совмещается обводной индекс с точкой *A* и производится отсчитывание по отсчетному устройству, отсчет ($O^A_{НАЧ}$).

Аккуратно проводится обводной индекс по периметру квадрата и совмещается он опять с точкой *A*. Производится отсчитывание по отсчетному устройству, отсчет ($O^A_{КОН}$).

Приподнимается отсчетная часть планиметра, не изменяя положение полюса, проворачивается барабан, изменив его отсчет, и повторно выполняется

измерения по периметру квадрата, получив отсчеты $(O^A_{НАЧ})''$ и $(O^A_{КОН})''$.

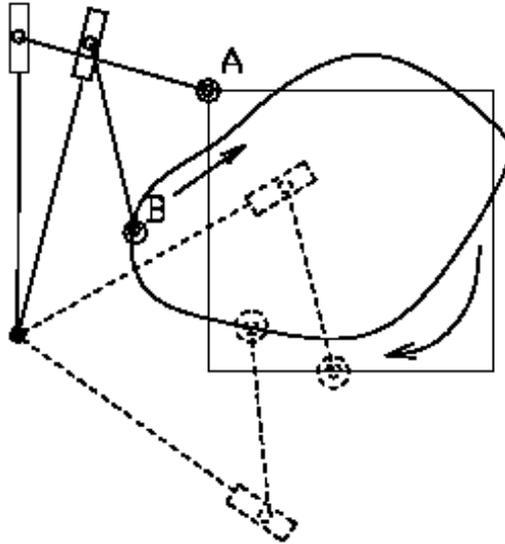


Рис. 45 - Измерение площади

Вычисляются разности

$$\begin{aligned}\Delta A' &= (O^A_{КОН})' - (O^A_{НАЧ})'; \\ \Delta A'' &= (O^A_{КОН})'' - (O^A_{НАЧ})''.\end{aligned}$$

Контролируются полученные разности по приведенному допуску

$$\left| \frac{\Delta A' - \Delta A''}{\Delta A' + \Delta A''} \right| \leq \frac{1}{500}, \quad (32)$$

если условие выполнено, то вычисляется средняя разность отсчетов

$$\Delta A = \frac{\Delta A' + \Delta A''}{2}. \quad (33)$$

В противном случае измерения повторяются.

Аналогично выполняются измерения по измеряемому контуру, получив две пары отсчетов $(O^B_{НАЧ})'$, $(O^B_{КОН})'$ и $(O^B_{НАЧ})''$, $(O^B_{КОН})''$, вычисляются разности

$$\begin{aligned}\Delta B' &= (O^B_{КОН})' - (O^B_{НАЧ})'; \\ \Delta B'' &= (O^B_{КОН})'' - (O^B_{НАЧ})''.\end{aligned}$$

Контролируются полученные разности по приведенному допуску

$$\left| \frac{\Delta B' - \Delta B''}{\Delta B' + \Delta B''} \right| \leq \frac{1}{500}, \quad (34)$$

если условие выполнено, то вычисляется средняя разность отсчетов

$$\Delta B = \frac{\Delta B' + \Delta B''}{2}. \quad (35)$$

В противном случае измерения повторяются.

Вычисляется цена деления планиметра

$$K = \frac{F_0}{\Delta A}, \quad (36)$$

где F_0 - площадь таррировочного квадрата (квадрата координатной сетки);

ΔA - средняя разность отсчетов при тарировке планиметра.

Вычисляется площадь участка

$$F = K \Delta B, \quad (37)$$

где K - цена деления планиметра;

ΔB - средняя разность отсчетов при непосредственном измерении площади участка.

Результаты измерений и вычислений записываются в таблицу, форма которой приведена в табл. 18.

Таблица 18 - Журнал измерения площади планиметром

№ изм	Отсчеты по планиметру		Разность отсчетов	Средняя разность	Отн. погрешн.	Цена деления	Площадь
	начальный	конечный					
<i>Определение цены деления планиметра</i>							
1	0369	9764	9395	9384	1/816	1.0656	10000
2	1289	8083	9372				
			$\Delta = 23$				
<i>Определение площади</i>							
3	2312	10023	7711	7720	1/908	1.0656	8226
	1465	9193	7728				
			$\Delta = 17$				

Отчетные материалы

- план с участком, с измеряемой площадью;
- журнал измерения площади.

3.3 Аналитическое определение площади участка

Задание

Определить площадь участка по координатам углов его границ.

Приборы и материалы

- 1) Топографическая карта.
- 3) Калькулятор
- 3) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Аналитический способ определения площадей применяется при решении вопросов, связанных с учетом и выделением границ землепользований. Данный способ реализуется в ЭВМ в функциях определения площадей.

Аналитическое вычисление площади осуществляется по формуле:

$$F = \frac{1}{2} \sum X_i (Y_{i-1} - Y_{i+1}) = \frac{1}{2} \sum Y_i (X_{i+1} - X_{i-1}), \quad (38)$$

где X_i, Y_i - текущие координаты.

Порядок выполнения работы

Составляется расчетная схема, образец которой приведен на рис. 46.

На плане намечаются углы площадки, и определяются графически координаты ее углов.

Определенные по плану координаты вписываются в расчетную схему.

Вписываются координаты углов участка в расчетную таблицу, форма которой приведена в табл. 19 и вычисляется площадь.

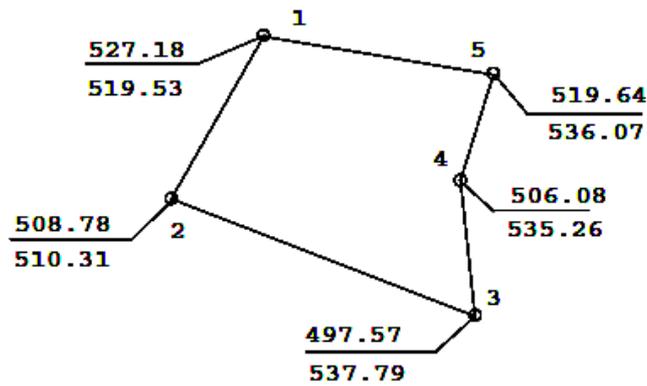


Рис. 46 - Расчетная схема вычисления площади

Таблица 19 - Аналитический расчет площади

№ точки	Координаты, м		Разность координат, м			
	X_i	Y_i	$X_{i-1} - X_{i+1}$	$Y_{i-1} - Y_{i+1}$	$X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1})$	$X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1})$
1	527.18	519.53				
2	508.78	510.31	29.61	18.26	15110.279	9290.323
3	497.57	537.79	2.70	24.95	1452.033	12414.371
4	506.08	535.26	22.07	1.72	11813.188	870.458
5	519.64	536.07	21.10	15.73	11311.077	8173.937
1	527.18	519.53	10.86	25.76	5642.096	13580.156

$$\Sigma = \frac{919.857}{459.928} \quad \frac{919.857}{459.928}$$

Как видно из табл. 18, процесс вычисления площади аналитическим методом требует определенных затрат, значительно ускорить вычисление возможно применяя ЭВМ, блок-схема программы для вычисления площади приведена на рис.47.

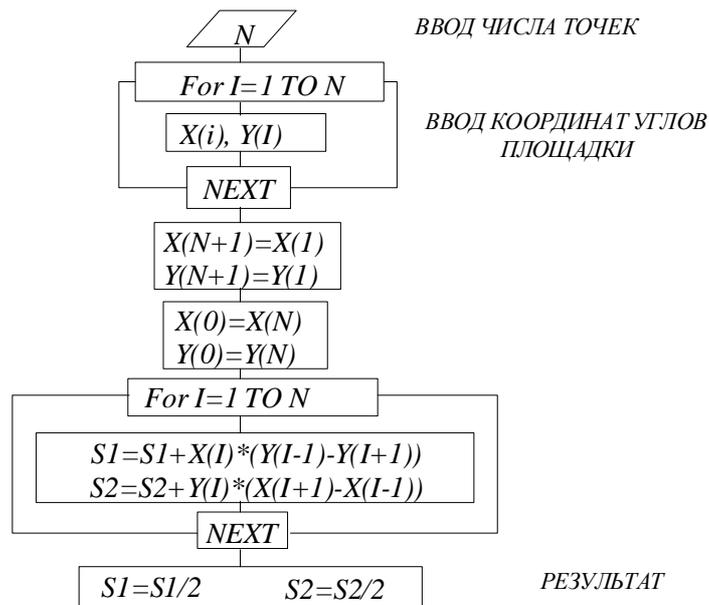


Рис.47 – Блок-схема программы вычисления площади

Отчетные материалы

- расчетная схема;
- ведомость расчета площади.

3.4 Подбор топографических материалов (номенклатура)

Задание

Составить схему разграфки планшетов крупномасштабных топографических планов масштабов 1:5000 1:500 участка земной поверхности населенного пункта N .

Исходные данные

Название населенного пункта, выдаваемое преподавателем. Топографическая карта масштаба 1:25000 с исходным населенным пунктом.

Приборы и материалы

- 1) Топографическая карта.
- 2) Отчетная тетрадь.

Комментарий

Одной из распространенных задач проектирования является подбор топографических карт разного масштаба и различных районов. Допустим, необходимо подобрать топографические карты для проектирования предприятия, расположенного в районе с. Молодовое Чугуевского рна Харьковской обл. По карте масштаба 1:1000000 определяются географические координаты φ_A , λ_A данного населенного пункта. По результатам определения координат имеем:

$$\varphi_A = 50^\circ 02' 26'', \lambda_A = 36^\circ 46' 09''.$$

Топографические карты, в зависимости от масштаба и изображаемого района имеют свой шифр (номенклатуру). Основой разграфки карт являются карты масштаба 1:1000000. Каждый лист карты этого масштаба имеет размер по долготе 6° , а по широте 4° , рис. 48.

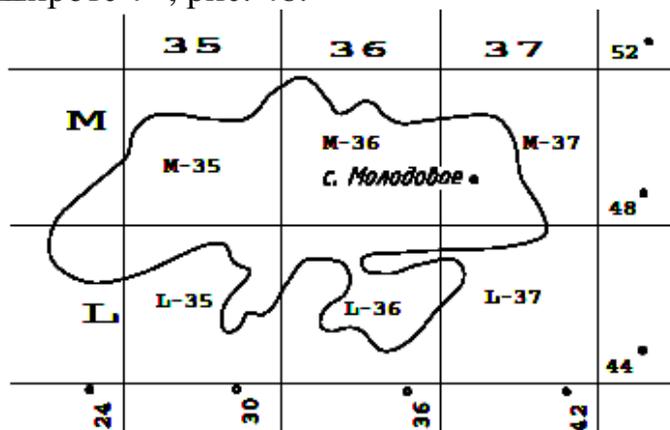


Рис. 48 - Разграфка листов карты масштаба 1:1000000

Шифр карты масштаба 1:1000000 образуется номерами колонн и индексами рядов. Колонны номеруются с запада на восток через 6° , начиная от 180° меридиана. Таким образом, номер колонны K может быть определен по формуле

$$K = 31 + \frac{\lambda_0}{6}, \quad (39)$$

где λ_0 - долгота ближайшего к заданной точке меридиана, долгота которого кратная 6° .

При $\lambda = 36^\circ 46'$, $\lambda_0 = 36^\circ$, получим $K = 37$.

Ряды обозначаются латинскими буквами, их счет ведется с экватора через 4° по широте. Порядковый номер индекса ряда вычисляется по формуле

$$R = \frac{\varphi}{4}, \quad (40)$$

где φ - значение широты искомой точки.

При $\varphi = 50^\circ 02'$, получим $R = 12$. Порядковому номеру 12 соответствует латинская буква *M*. Следовательно, лист топокарты масштаба 1:1000000 на котором расположен населенный пункт с. Молодовое будет иметь номенклатуру М-37.

В границах листа карты масштаба 1:1000000 размещаются четыре листа карты масштаба 1:500000, каждый лист которой обозначается заглавными буквами русского алфавита, рис.49.

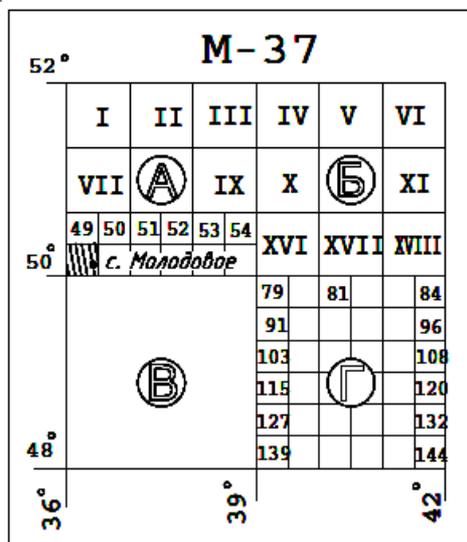


Рис. 49 - Разграфка листов карты масштабов 1:500000, 1:200000, 1:100000

Таким образом, с. Молодовое будет расположено на листе карты масштаба 1:500000, имеющей номенклатуру М-37-А.

Аналогично, в границах листа карты масштаба 1:1000000 размещаются 36 листов карт масштаба 1:200000 (обозначаются римскими цифрами) или 144 листа карт масштаба 1:100000 (обозначаются арабскими цифрами). Чтобы выяснить на каком листе карты находится заданный населенный пункт необходимо определить координаты границ листов. Размеры листов карт в угловой мере и их номенклатура приведены в табл.20.

Таблица 20 - Размеры рамок планшетов

Масштаб	Номенклатура	Размеры рамок, °, ', ''	
		по широте	по долготе
1:1000000	М-37	4°	6°
1:500000	М-37-А	2°	3°
1:200000	М-37-ХVIII	40'	60'

Продолжение таблицы 20

Масштаб	Номенклатура	Размеры рамок, °, ', "	
		по широте	по долготе
1:100000	М-37-62	20'	30'
1:50000	М-37-62-Г	10'	15'
1:25000	М-37-62-Г-а	5'	7'30"
1:10000	М-37-62-Г-а-3	2'30"	3'45"
1:5000	М-37-62(233)	1'15"	1'25.5"
1:2000	М-37-62(233-в)	25"	37.5"

Исходя из размеров рамок, приведенных в табл. 20, можно определить номенклатуру листов карт масштабов 1:500000, 1:200000, 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000, 1:5000, 1:2000.

Таким образом, при выполнении работ в районе с. Молодовое Чугуевского района Харьковской обл. с координатами $\varphi = 50^{\circ} 02' 26''$, $\lambda = 36^{\circ} 46' 09''$ можно указать значения номенклатуры листов крупномасштабных карт, табл.21.

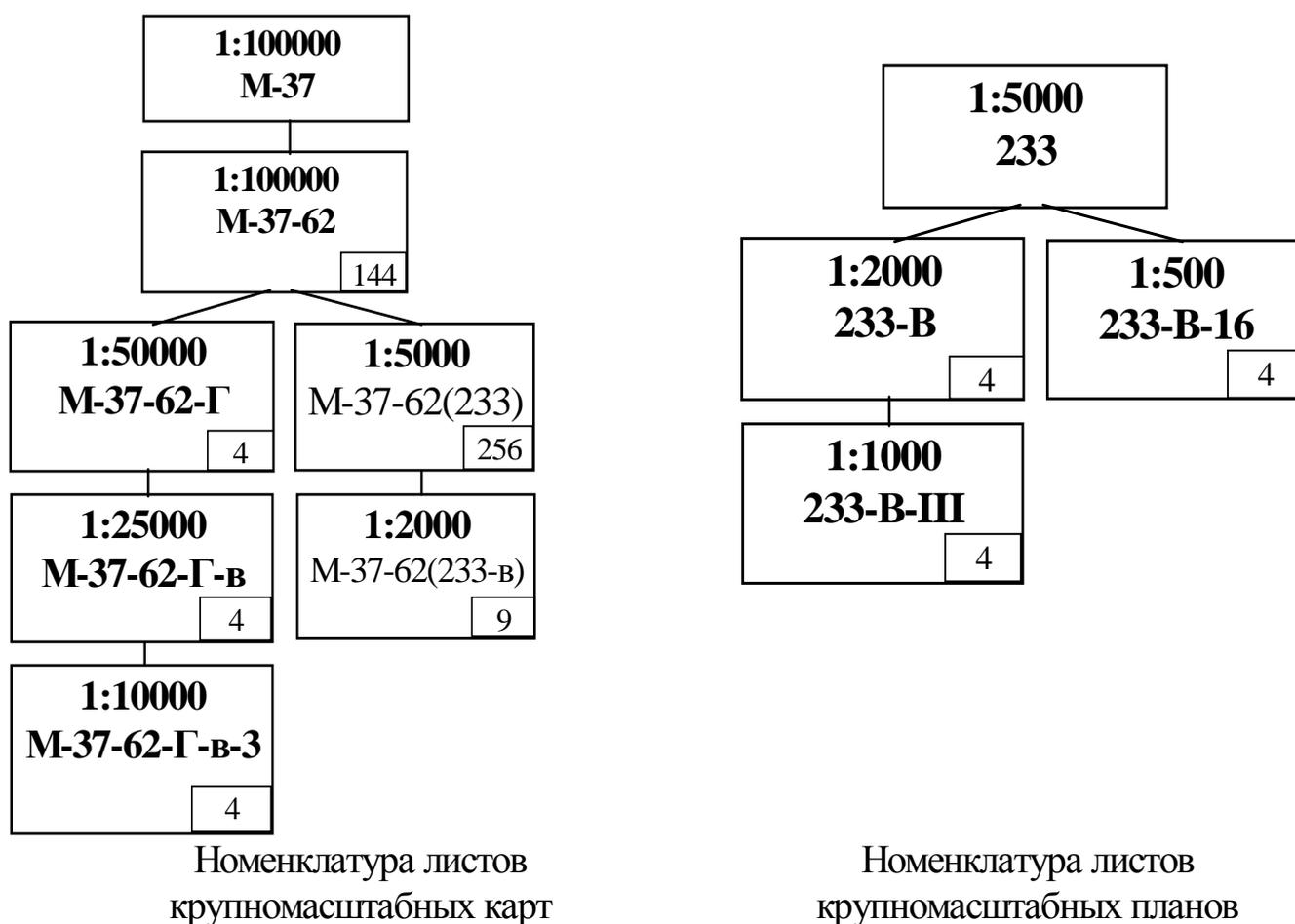


Рис. 50 - Номенклатура крупномасштабных топографических материалов

Таблица 21 - Таблица номенклатуры листов карт района с. Молодовое

<i>Масштабы</i>	<i>Номенклатура</i>
1:1000000	М-37
1:500000	М-37-А
1:200000	М-37-А-ХІІІ
1:100000	М-37-62
1:50000	М-37-62-Г
1:25000	М-37-62-Г-в
1:10000	М-37-62-Г-в-3
1:5000	М-37-62 (233)
1:2000	М-37-62 (233 в)

Порядок выполнения работы

Используя координаты населенного пункта и формулы (39) и (40), определяется номенклатура листа карты масштаба 1:1000000. Например, координаты населенного пункта $\varphi_B = 54^\circ 40' 20''$, $\lambda_B = 36^\circ 46' 09''$.

Согласно формулы (39) номер колонны равен

$$K = 31 + \frac{\lambda_0}{6} = 31 + \frac{18}{6} = 34.$$

По формуле (40) определяется порядковый номер ряда

$$R = \frac{\varphi}{4} = \frac{54}{4} = 13.$$

Порядковому номеру 13 соответствует буква "М". Следовательно, номенклатура листа карты масштаба 1:1000000 будет М-34.

В границах листа карты масштаба 1:1000000 размещается 144 листа карты масштаба 1:100000. Для того чтобы определить номенклатуру листа масштаба 1:100000 из табл. 19 определяются размеры листа, они составили: по широте 20', по долготе 30' и составим схему листа масштаба 1:1000000, рис. 51, по которой определим номенклатуру листа масштаба 1:100000.

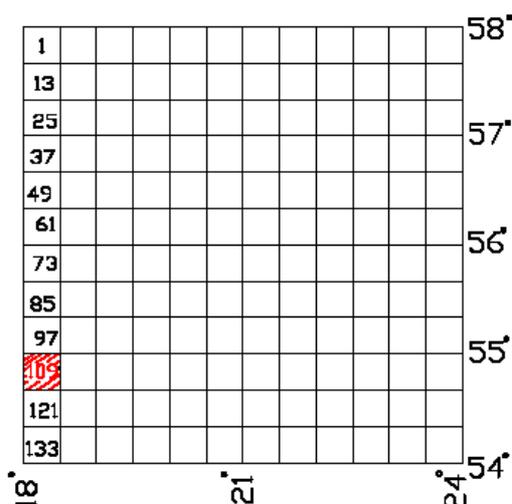


Рис. 51 - Схема листа масштаба 1:100000

Таким образом, номенклатура листа карты масштаба 1:100000 на которой расположен населенный пункт *N*, будет иметь вид: М-34-109.

Составляется схема размещения листов карт следующих масштабов: 1:50000, 1:25000, 1:10000 и определяется номенклатура листов масштабов 1:50000, 1:25000, 1:10000.

Как видно из рис. 52, населенный пункт *N* расположен на следующих листах карт:

- масштаб 1 : 50000 М-34-109-В;
- масштаб 1 : 25000 М-34-109-В-в;
- масштаб 1 : 10000 М34-109-В-4.

На основе схемы размещения листов карт масштабов 1:50000, 1:25000, 1:10000 составляется схема размещения листа карты масштаба 1:5000. Образец такой схемы приведен на рис.52.

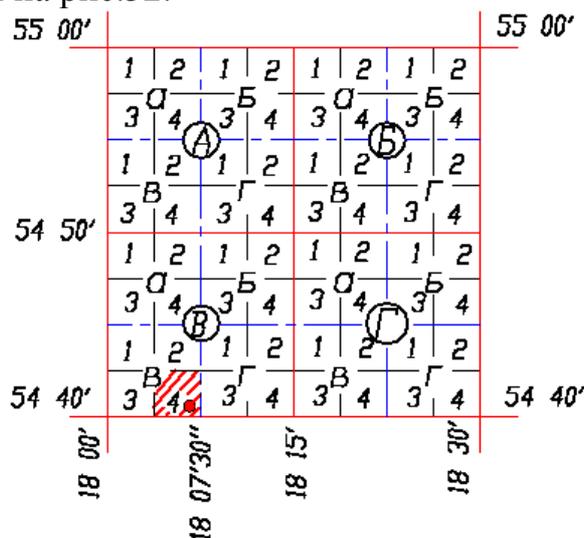


Рис. 52 - Схема размещения листов карт масштабов: 1:50000, 1:25000, 1:10000.

Определяется номенклатура листа карты масштаба 1:5000. Согласно приведенному рисунку, рис. 53, номенклатура листа карты масштаба 1:5000 на которой расположен населенный пункт *N* будет иметь вид:

М-34-109(245).

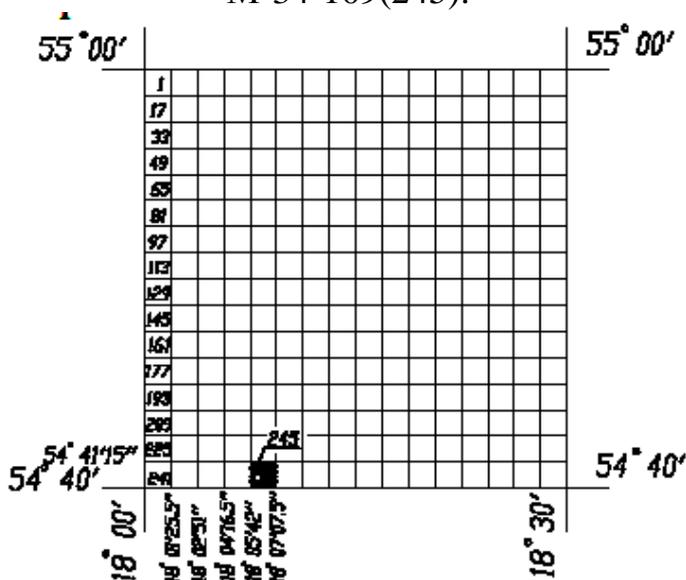


Рис. 53 - Схема размещения листа карты масштаба 1:5000

Составляется схема размещения листов карты масштабов 1:2000, 1:1000, 1:500, используя для этого схему размещения листа масштаба 1:5000.

На основе схемы размещения листов карт масштабов 1:2000, 1:1000, 1:500 пишется номенклатура листов карт (планов) масштабов 1:2000, 1:1000, 1:500 на которых размещен населенный пункт N.

Например, согласно рис. 54, населенный пункт расположен на следующих листах:

масштаб 1:2000 М-34-109(245-Г);
 масштаб 1:1000 М-34-109(245-Г-1);
 масштаб 1:500 М-34-109(245-Г5).

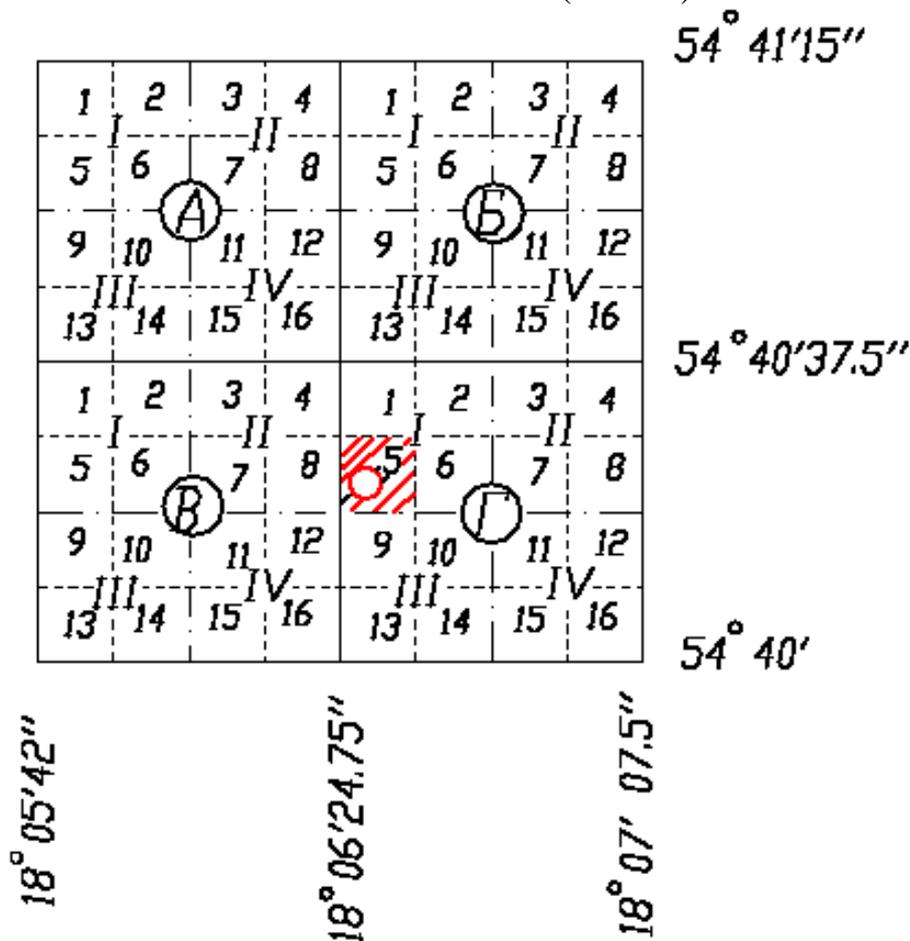


Рис. 54 - Схема размещения листов карт масштабов 1:2000, 1:1000 и 1:500

Отчетные материалы

- схемы размещения листов карт масштабов 1:100000; 1:50000, 1:25000, 1:10000, 1:2000, 1:1000 и 1:500;

- номенклатура листов карт масштабов 1:100000 и 1:500 на котором расположен населенный пункт N;

4 ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Все лабораторные и практические работы выполняются в специальной рабочей тетради [6]. Каждая работа должна быть представлена схемой и журналом результатов измерений. Другие записи, комментарии, промежуточные расчеты в тетрадь не заносятся. Схемы измерений должны выполняться чернилом, а в журналах разрешается писать карандашом, соблюдая требования п.п. 1.3 настоящего пособия. Объяснения к работам записываются в конспект по инженерной геодезии. Рабочая тетрадь вместе с отчетными материалами домашних расчетно графических работ сдается на кафедру инженерной геодезии в конце курса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. *Войтенко С. П. Інженерна геодезія: підручник// С.П. Войтенко. - К: Знання, 2009*
2. *Гайдай С.А., Защипась С.Я.и др.Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500./Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 2001.*
3. *Криворучко В. Т. Компьютерный учебно-методический комплекс по инженерной геодезии серия «Геодезия в архитектуре». Диск CD. - Харьков: ХНУСА, 2017*
4. *Криворучко В. Т. Методическое пособие по геодезической практики. - Харьков: ХНУСА, 2017*
5. *Криворучко В. Т. Инженерная геодезия. Серия «Геодезия в архитектуре»: Учебное пособие для студентов специальности «Архитектура и градостроительство». – Харьков: Изд-во ХНУСА, 2017. – 158 с*
6. *Криворучко В. Т. Отчетная тетрадь для лабораторных работ. - Харьков: ХНУСА, 2017*

Учебное издание

Компьютерный учебно-методический комплекс по инженерной геодезии. Серия «Геодезия в архитектуре». Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Геодезия» для студентов специальности «Архитектура и градостроительство» /Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, автор: Криворучко В. Т., - Х.: ХНУСА, 2017. - Харьков: кафедра геодезии ХНУСА 2017 г.

Автор: Криворучко Владимир Тимофеевич

Копирование и размножение без согласия автора запрещено

Ответственный за выпуск Т. А. Наливайко

Под редакцией автора

План 2017 поз
Электронное издание.

Подп. в печать

Зам. №

Бесплатно

