

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
С.А. Махновский  
22 сентября 2016 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ  
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ**

**по учебной дисциплине  
ОП.08. ОСНОВЫ ГЕОДЕЗИИ**

**для подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
44.02.06 Профессиональное обучение (по отраслям)  
«Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»  
(углубленной подготовки)**

Магнитогорск, 2016

**ОДОБРЕНО:**

Предметно-цикловой комиссией  
Строительство и эксплуатация  
зданий и сооружений  
Председатель Чашемова В.Д.  
Протокол № 1 от 07.09.2016 г.

Методической комиссией МпК  
Протокол №1 от 22.09.2016 г.

**Составитель:**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный  
колледж Тамара Владимировна Калугина

Методические указания по самостоятельной работе разработаны на  
основе рабочей программы учебной дисциплины «Основы геодезии»

## СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
ВИДЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ .....	7
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	90

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К современному специалисту общество предъявляет широкий перечень требований, среди которых важное значение имеет наличие определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через организацию самостоятельной работы. Процесс самостоятельной работы позволяет проявиться индивидуальным способностям личности. Только через самостоятельную работу обучающийся может стать высококвалифицированным компетентным специалистом, способным к постоянному профессиональному росту.

Задачи самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирование умений поиска информации в различных источниках;
- развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании проектной работы, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам и последующего освоения программы подготовки специалистов среднего звена.

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий и предполагает активную роль обучающегося в ее планировании, осуществлении и контроле.

Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами обучающихся в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по учебной дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме, с представлением изделия или продукта творческой деятельности.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы могут быть использованы проверка выполненной работы преподавателем, тестирование, контрольные работы, защита лабораторных работ, консультации, зачеты, экзамен.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- уровень освоения учебного материала (предметных результатов);
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность универсальных учебных действий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

### ***Общие критерии оценки самостоятельной работы***

Самостоятельная работа студентов оценивается согласно следующим критериям:

Оценка «5» выставляется студенту, если:

- содержание работы соответствует заданной тематике, студент показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- работа выполнена точно в срок, указанный преподавателем.

Оценка «4» выставляется студенту, если:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- студент допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе;
- в оформлении работы допущены неточности;
- объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;
- работа сдана в срок, указанный преподавателем, или позже, но не более чем на 1-2 дня.

Оценка «3» выставляется студенту, если:

- содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;
- работа оформлена с ошибками в оформлении;
- объем работы значительно меньше заданного;
- работа сдана с опозданием в сроках на 5-6 дней.

Оценка «2» выставляется студенту, если:

- не раскрыта основная тема работы;
- оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;
- объем работы не соответствует заданному;
- работа сдана с опозданием в сроках больше чем 7 дней.

# ВИДЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ

## 1. Типовые расчеты / решение упражнений

### Раздел 1. Топографические карты, планы и чертежи

#### Тема 1.3. Линейные измерения.

Задание: Подготовка к контрольной работе, решение задач по разделу 1.

Цель:

- закрепление теоретических знаний;
- углубление ранее изученного материала;
- выработка умений и навыков по применению формул;
- выработка умений и навыков по составлению алгоритма типовых заданий;

- применение полученных знаний на практике;
- выработка умений пользоваться нормативно-справочной литературой.

Рекомендации по выполнению задания:

- выработка умений и навыков по применению формул согласно алгоритму выполнения решения задач.

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма решения задания;
- точность расчетов;
- полнота оформленного решения;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность);

**Решение задач на зависимость между ориентированными углами линий, по передаче дирекционного угла.**

#### 1 вариант

**I. Определить по карте углы ориентирования трёх линий:**  $\alpha_{гп}$ ,  $\alpha_{го}$ ,  $\alpha_{пг}$ ,  $\alpha_{ог}$ ,  $\alpha_{гг}$ ,  $\alpha_{пг}$ ,  $\alpha_{го}$ ,  $\alpha_{пг}$ ,  $\alpha_{го}$ ; **рассчитать**  $A_m$  и  $\gamma_m$  для этих линий.

#### II. Решить задачи

1. Дано:  $\gamma_m = 31^\circ 42'$ ;  $C_3$ ,  $\gamma = 3^\circ 22'$ ,  $\delta = -7^\circ 02'$ ; Найти:  $A_m$ ,  $\alpha_{гп}$

2. Дано:  $A_m = 298^\circ 42' 42''$ ,  $\gamma = 4^\circ 22'$ ,  $\delta = -8^\circ 02'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma D$   
 3. Дано:  $\alpha = 198^\circ 02' 32''$ ,  $\gamma = -4^\circ 22'$ ,  $\delta = 8^\circ 02'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $A_M$   
 4. Дано:  $A_\Gamma = 158^\circ 30' 07''$ ,  $\gamma = 3^\circ 25'$ ,  $\delta = -8^\circ 02'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_M$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma \Gamma$   
 РГР «Определение углов ориентирования линий по карте, решение задач»

## 2 вариант

**I. Определить по карте углы ориентирования трёх линий:**  $A_\Gamma$  п,  $A_\Gamma$  о,  $\alpha$  п,  $\alpha$  о,  $\Gamma \Gamma$  п,  $\Gamma \Gamma$  о,  $\Gamma \alpha$  п,  $\Gamma \alpha$  о; **рассчитать**  $A_M$  и  $\Gamma M$  для этих линий.

## II. Решить задачи

1. Дано:  $\Gamma M = 15^\circ 42'$ : СВ,  $\gamma = 4^\circ 30'$ ,  $\delta = -3^\circ 02'$ ; Найти:  $A_M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $\alpha$   
 2. Дано:  $A_M = 28^\circ 42' 42''$ ,  $\gamma = -1^\circ 22'$ ,  $\delta = -3^\circ 02'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma D$   
 3. Дано:  $\alpha = 198^\circ 02' 32''$ ,  $\gamma = -4^\circ 22'$ ,  $\delta = 8^\circ 02'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $A_M$   
 4. Дано:  $A_\Gamma = 58^\circ 30' 07''$ ,  $\gamma = 3^\circ 45'$ ,  $\delta = -6^\circ 02'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_M$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma \Gamma$

## 3 вариант

**I. Определить по карте углы ориентирования трёх линий:**  $A_\Gamma$  п,  $A_\Gamma$  о,  $\alpha$  п,  $\alpha$  о,  $\Gamma \Gamma$  п,  $\Gamma \Gamma$  о,  $\Gamma \alpha$  п,  $\Gamma \alpha$  о; **рассчитать**  $A_M$  и  $\Gamma M$  для этих линий.

## II. Решить задачи

1. Дано:  $\Gamma M = 10^\circ 42'$ : ЮВ,  $\gamma = 2^\circ 02'$ ,  $\delta = 6^\circ 02'$ ; Найти:  $A_M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $\alpha$   
 2. Дано:  $A_M = 348^\circ 04' 39''$ ,  $\gamma = -2^\circ 22'$ ,  $\delta = -8^\circ 38'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma D$   
 3. Дано:  $\alpha = 23^\circ 44' 45''$ ,  $\gamma = -2^\circ 32'$ ,  $\delta = -7^\circ 47'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $A_M$   
 4. Дано:  $A_\Gamma = 107^\circ 30'$ ,  $\gamma = 2^\circ 22'$ ,  $\delta = -7^\circ 42'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_M$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma \Gamma$

## 4 вариант

**I. Определить по карте углы ориентирования трёх линий:**  $A_\Gamma$  п,  $A_\Gamma$  о,  $\alpha$  п,  $\alpha$  о,  $\Gamma \Gamma$  п,  $\Gamma \Gamma$  о,  $\Gamma \alpha$  п,  $\Gamma \alpha$  о; **рассчитать**  $A_M$  и  $\Gamma M$  для этих линий.

## II. Решить задачи

1. Дано:  $\Gamma M = 18^\circ 42'$ : СЗ,  $\gamma = 1^\circ 02'$ ,  $\delta = 6^\circ 02'$ ; Найти:  $A_M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $\alpha$   
 2. Дано:  $A_M = 212^\circ 04'$ ,  $\gamma = 2^\circ 22'$ ,  $\delta = -8^\circ 38'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma D$   
 3. Дано:  $\alpha = 273^\circ 44' 45''$ ,  $\gamma = 2^\circ 32'$ ,  $\delta = 7^\circ 47'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $A_M$   
 4. Дано:  $A_\Gamma = 17^\circ 53'$ ,  $\gamma = 2^\circ 22'$ ,  $\delta = 7^\circ 42'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_M$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma \Gamma$

## 5 вариант

**I. Определить по карте углы ориентирования трёх линий:**  $A_\Gamma$  п,  $A_\Gamma$  о,  $\alpha$  п,  $\alpha$  о,  $\Gamma \Gamma$  п,  $\Gamma \Gamma$  о,  $\Gamma \alpha$  п,  $\Gamma \alpha$  о; **рассчитать**  $A_M$  и  $\Gamma M$  для этих линий.

## II. Решить задачи

1. Дано:  $\Gamma M = 31^\circ 42'$ : ЮЗ,  $\gamma = 3^\circ 22'$ ,  $\delta = -7^\circ 02'$ ; Найти:  $A_M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $\alpha$   
 2. Дано:  $A_M = 198^\circ 42' 42''$ ,  $\gamma = -3^\circ 22'$ ,  $\delta = 6^\circ 02'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma D$   
 3. Дано:  $\alpha = 68^\circ 02' 32''$ ,  $\gamma = 4^\circ 22'$ ,  $\delta = 8^\circ 02'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_\Gamma$ ,  $A_M$   
 4. Дано:  $A_\Gamma = 158^\circ 30' 07''$ ,  $\gamma = 2^\circ 15'$ ,  $\delta = -8^\circ 02'$ ; Найти:  $\Gamma M$ ,  $A_M$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma \Gamma$

## 6 вариант



**I. Определить по карте углы ориентирования трёх линий:** А г п ,А г о , а п ,а о ,г г п , г г о ,г а п ,г а о ;**рассчитать** А м и г м для этих линий.

**II. Решить задачи**

1. Дано:  $г м = 24^{\circ}40'$  :ЮЗ,  $\gamma = -2^{\circ}20'$ ,  $\delta = -7^{\circ}02'$ ;Найти: А м ,А г ,а
2. Дано: А м =  $78^{\circ}42'42''$ ,  $\gamma = 4^{\circ}22'$ ,  $\delta = -5^{\circ}02'$ ;Найти: г м ,А г ,а,г д
3. Дано:  $\alpha = 19^{\circ}02'32''$ ,  $\gamma = 4^{\circ}22'$ ,  $\delta = 8^{\circ}02'$ ;Найти: г м ,А г ,А м
4. Дано: А г =  $196^{\circ}30'07''$ ,  $\gamma = -2^{\circ}20'$ ,  $\delta = 8^{\circ}02'$ ;Найти: г м ,А м , а , г г

**7 вариант**

**I. Определить по карте углы ориентирования трёх линий:** А г п ,А г о , а п ,а о ,г г п ,г г о ,г а п ,г а о ;**рассчитать** А м и г м для этих линий.

**II. Решить задачи**

1. Дано:  $г м = 31^{\circ}42'$  :СЗ,  $\gamma = -3^{\circ}22'$ ,  $\delta = -7^{\circ}02'$ ;Найти: А м ,А г ,а
2. Дано: А м =  $298^{\circ}42'42''$ ,  $\gamma = 4^{\circ}22'$ ,  $\delta = -8^{\circ}02'$ ;Найти: г м ,А г ,а,г д
3. Дано:  $\alpha = 198^{\circ}02'32''$ ,  $\gamma = 4^{\circ}22'$ ,  $\delta = 8^{\circ}02'$ ;Найти: г м ,А г ,А м
4. Дано: А г =  $158^{\circ}30'07''$ ,  $\gamma = 3^{\circ}25'$ ,  $\delta = -8^{\circ}02'$ ;Найти: г м ,А м , а , г г

**8 вариант**

**I. Определить по карте углы ориентирования трёх линий:** А г п ,А г о , а п ,а о ,г г п ,г г о ,г а п ,г а о ;**рассчитать** А м и г м для этих линий.

**II. Решить задачи**

1. Дано:  $г м = 18^{\circ}42'$  :СЗ,  $\gamma = -1^{\circ}02'$ ,  $\delta = 6^{\circ}02'$ ;Найти: А м ,А г ,а
2. Дано: А м =  $212^{\circ}04'$ ,  $\gamma = 2^{\circ}02'$ ,  $\delta = -8^{\circ}38'$ ;Найти: г м ,А г ,а,г д
3. Дано:  $\alpha = 273^{\circ}44'45''$ ,  $\gamma = 2^{\circ}32'$ ,  $\delta = 7^{\circ}47'$ ;Найти: г м ,А г ,А м
4. Дано: А г =  $17^{\circ}53'$ ,  $\gamma = 2^{\circ}22'$ ,  $\delta = 7^{\circ}42'$ ;Найти: г м ,А м , а , г г

**9 вариант**

**I. Определить по карте углы ориентирования трёх линий:** А г п ,А г о , а п ,а о ,г г п ,г г о ,г а п ,г а о ;**рассчитать** А м и г м для этих линий.

**II. Решить задачи**

1. Дано:  $г м = 10^{\circ}42'$  :ЮВ,  $\gamma = 2^{\circ}02'$ ,  $\delta = 6^{\circ}02'$ ;Найти: А м ,А г ,а
2. Дано: А м =  $348^{\circ}04'39''$ ,  $\gamma = -2^{\circ}02'$ ,  $\delta = -8^{\circ}38'$ ;Найти: г м ,А г ,а,г д
3. Дано:  $\alpha = 23^{\circ}44'45''$ ,  $\gamma = -2^{\circ}32'$ ,  $\delta = -7^{\circ}47'$ ;Найти: г м ,А г ,А м
4. Дано: А г =  $107^{\circ}53'$ ,  $\gamma = 2^{\circ}22'$ ,  $\delta = -7^{\circ}42'$ ;Найти: г м ,А м , а , г г

**10 вариант**

**I. Определить по карте углы ориентирования трёх линий:** А г п ,А г о , а п ,а о ,г г п ,г г о ,г а п ,г а о ;**рассчитать** А м и г м для этих линий.

**II. Решить задачи**

1. Дано:  $г м = 64^{\circ}42'$  :ЮВ,  $\gamma = 2^{\circ}02'$ ,  $\delta = 6^{\circ}02'$ ;Найти: А м ,А г ,а

2. Дано:  $A_m = 238^\circ 04' 39''$ ,  $\gamma = -2^\circ 02'$ ,  $\delta = -6^\circ 38'$ ; Найти:  $\Gamma_m$ ,  $A_\Gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma_d$   
 3. Дано:  $\alpha = 23^\circ 44' 45''$ ,  $\gamma = -2^\circ 32'$ ,  $\delta = 7^\circ 47'$ ; Найти:  $\Gamma_m$ ,  $A_\Gamma$ ,  $A_m$   
 4. Дано:  $A_\Gamma = 17^\circ 31'$ ,  $\gamma = 2^\circ 22'$ ,  $\delta = -7^\circ 42'$ ; Найти:  $\Gamma_m$ ,  $A_m$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma_d$

**Решение задач на масштабы. Перевод численного в именованный.**

**Определение длин отрезков на плане в мерах длины на местности.**

**Краткие теоретические сведения**

Масштаб - это отношение длины линии на карте, плане (чертеже)  $S_p$  к длине горизонтального приложения соответствующей линии в натуре (на местности)  $S_m$ .

Численный масштаб -  $1/M$ , правильная дробь, у которой числитель равен 1, а знаменатель  $M$  показывает во сколько раз уменьшены линии местности по сравнению с планом.

Например, масштаб 1:10000 означает, что все линии местности уменьшены в 10000 раз, т.е. 1 см плана соответствует 10000 см на местности

или 1 см плана = 100 м на местности,

или 1 мм плана = 10 м на местности.

Следовательно, зная длину отрезка  $S_p$  плана по формуле  $S_m = S_p * M$  можно вычислить длину линии на местности или по формуле  $S_p = S_m : M$  определить длину отрезка на плане.

Например, длина линии на местности 252 м; масштаб плана 1:10000. Тогда длина линии на плане  $B_p = 252 \text{ м} : 10000 = 0,0252 \text{ м} = 25,2 \text{ мм}$ .

И обратно, длина отрезка на плане равна 8,5 мм; масштаб плана 1:5000. Требуется определить длину линии местности. Она будет  $8,5 \text{ мм} * 5000 = 42,5 \text{ м}$ .

**Задача №1** Вычислите длину линии на местности  $S_m$ , для данных, приведенных в таблице 1. Результаты запишите в соответствующую графу таблицы 1.

Таблица 1

Масштаб карты	Длина отрезка на карте, мм	Длина линии на местности $S_m, M$	Масштаб карты	Длина отрезка на плане, мм	Длина линии на местности, м
1:10000	62,5		1:1000		
1:25000	20,2		1:500		
1:5000	12,5		1:2000		
1:50000	6,2		1:5000		

Таблица 2

Масштаб карты	Длина отрезка на карте, мм	Длина линии на местности Sm, М	Масштаб карты	Длина отрезка на плане, мм	Длина линии на местности, м
1:2000		80,4	1:50000		
1:5000		380,5	1:1000		
1:10000		536	1:500		
1:25000		625	1:2000		

Часто в геодезической практике приходится определять масштабы аэроснимков. Для этого измеряют длину отрезка на аэроснимке и длину горизонтального проложения этой линии на местности. Затем, используя определение масштаба, вычисляют масштаб.

Например, длина отрезка на аэроснимке 2,21 см.; длина горизонтального проложения этой линии на местности 428,6 м.

Тогда, согласно определению:

$$\frac{1}{M} = \frac{S_p}{S_m} = \frac{2,21}{428,6} = \frac{2,21}{42860} = \frac{1}{42860 \cdot 2,21} = \frac{1}{19393,6} \approx \frac{1}{19394}$$

**Задача №2** Определите масштабы аэроснимков, по данным приведенным в таблице 3. результаты записать в соответствующую графу таблицы 3

Таблица 3

№п/п	Длина горизонтального приложения местности м	Длина отрезка на аэроснимке	Отношение соответствующих единиц	Масштаб аэроснимка
1	625 м	62,5 мм	62,5 мм /625000мм	1:10000
2	525 м	5,25 см		
3	125,5 м	2,51 см		
4	62,2 м	31,1 см		

Точность масштаба

Длины линий на местности, соответствующие 0,1 мм карты (плана) называется точностью масштаба -  $t_m$ . Это величина, характеризующая точность определения длин линий по карте (плану). Например, точность масштаба 1:25000 равна 2,5 м.

Расчет можно вести следующим образом:

в 1 см - 250м;

в 1 мм - 25 м;

в 0,1 мм-2,5 м  
или  $t_0 = 0,1 \text{ мм} * 25000 = 2,5 \text{ м}$ .

Задача №3

а) Определите точность масштабов:

1:10000  $t_m =$

1:50000  $t_m =$

1:1000  $t_m =$

1:500  $t_m =$

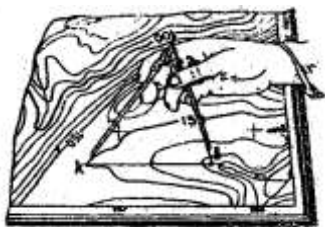
б) Точность масштаба карты (плана) равна:

$t_{m1} = 0,5 \text{ м}; t_2 = 0,05 \text{ М}; t_3 =$  \_\_\_\_\_ ;  $t_4 =$  \_\_\_\_\_ ;

Определите масштаб карты (плана).

$1/M_1 =$  \_\_\_\_\_ ;  $1/M_2 =$  \_\_\_\_\_ ;  $1/M_3 =$  \_\_\_\_\_ ;  $1/M_4 =$  \_\_\_\_\_ ;

**Задача №4** На карте масштаба 1:10000 (рис. 1) показан раствор измерителя, равный расстоянию между двумя точками карты KL. Используя приведенный ниже график линейного масштаба (рис.2), определите длины горизонтальных приложений линий местности для всех вариантов.



**Задача 5** На графике поперечного масштаба (рис.3) с основанием равным 2 см., утолщенными линиями с номерами, обозначен раствор измерителя, равный расстоянию между двумя точками карты

Рисунок 3

Определите длины горизонтальных проложений линий местности для следующих вариантов:

I вариант, масштаб 1:10000	II вариант, масштаб
$S_1 =$	$S_1 =$
$S_2 =$	$S_2 =$
$S_5 =$	$S_5 =$
$S =$	$S =$
III вариант, масштаб 1:2000	IV вариант, масштаб 1:
$S_1 =$	$S_1 =$
$S_2 =$	$S_2 =$

$S_5 =$	$S_5 =$
$S =$	$S =$

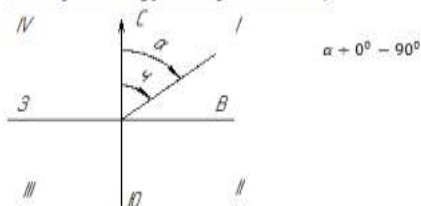
Указание: в начале определите расстояния на местности (в соответствующем масштабе) для отрезков 0-2; а1в1; а2в2; а3в3.

Задача №6 Постройте диаграмму масштаба 1:2000 на чертежной бумаге с основанием 2,5 см; число делений по основанию и по высоте принять равным 10 ( $n=m=10$ ). Подпишите деления по основанию и высоте (через одно). Диаграмму приклеить, на оставленное ниже место. Масштаб 1:2000

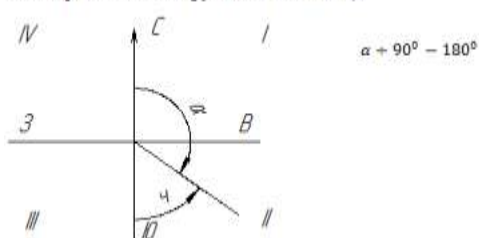
1 Решить типовые задачи.

### Краткие теоретические сведения:

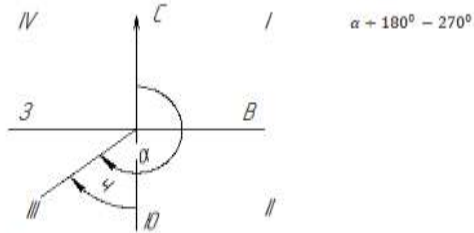
I четверть  $\alpha = \square$  (румб северо-восточный)



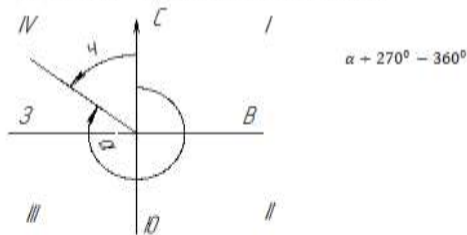
II четверть  $\alpha = 180^\circ - \square$  (румб юго-восточный)



III четверть  $\alpha - \square - 180^\circ$  (румб юго-западный)



IV четверть  $\alpha = 360^\circ - \square$  (румб северо-западный)



Для данного примера:

$$\alpha_{1-2} = \square_{1-2} = \text{СВ:} 12^\circ 30'$$

$$\alpha_{2-3} = 180^\circ - \square_{2-3} = 180^\circ 00' - 97^\circ 15' = \text{ЮВ:} 82^\circ 45'$$

$$\alpha_{3-4} = \square_{3-4} - 180^\circ = 188^\circ 57' - 180^\circ 00' = \text{ЮЗ:} 8^\circ 57'$$

$$\alpha_{4-1} = 360^\circ - \square_{4-1} = 360^\circ 00' - 283^\circ 42' = \text{СЗ:} 76^\circ 18'$$

## Определение прямоугольных координат точек

**Задание №.1** Определить прямоугольные координаты всех вершин полигона, заданных на учебной топографической карте масштаба 1:10000 (1:25000).

Указания к выполнению.

Прямоугольные координаты точек определяют относительно километровой координатной сетки, представляющих собой систему линий, параллельных координатным осям зоны, образующих систему квадратов. Выходы линий координатной сетки (сторон квадратов) подписаны в рамке карты в километрах.

Порядок определения координат точки рассмотрим на конкретном примере. В данном случае это точка 1 (см. рис.7).

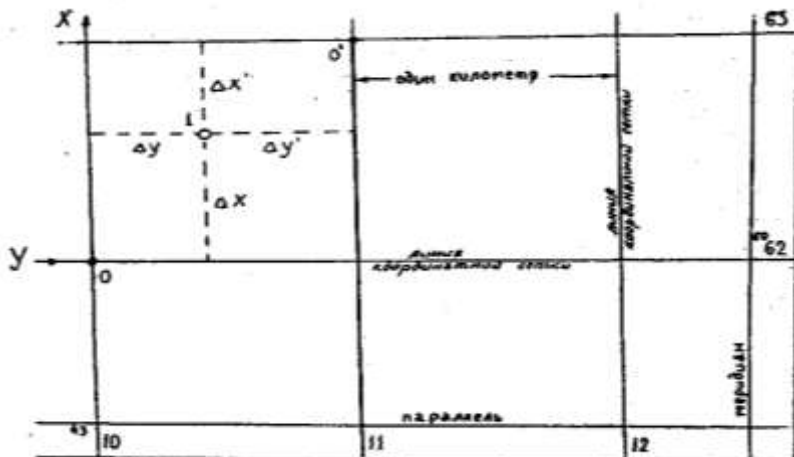


Рисунок 7

Координаты точки 1 ( $x_1, y_1$ ) могут быть определены по формуле  
 $x_1 = x_0 + \Delta x$   
 $y_1 = y_0 + \Delta y$ , где  $x_0, y_0$  координаты вершины квадрата, которые определяются по подписям выходов координатной сетки (в данном случае  $x_0 = 6062\text{км}$ ;  $y_0 = 4310\text{км}$ )

или по формуле:

$$x_1 = x_0 + \Delta x';$$

$$y_1 = y_0 + \Delta y'.$$

В данном примере прямоугольные координаты т. 1 равны

$$x_1 = 6062\text{км} + 720\text{м} = 6065720\text{м};$$

$$y_1 = 4310\text{км} + 501\text{м} = 4310501\text{м}.$$

или

$$x_1 = 6063\text{км} - 280\text{м} = 6065720\text{м};$$

$$y_1 = 4311\text{км} - 499\text{м} = 4310501\text{м}.$$

При определении Вами координат точек, делайте схематический чертеж, иллюстрирующий положение точки относительно координатных осей.

Таблица 4 Схематический чертеж

Т.№1	$x_0 =$ $y_0 =$ $\Delta x =$ $\Delta y =$ $x_1 =$ $y_1 =$
т.№2	$x_0 =$ $y_0 =$ $\Delta x =$ $\Delta y =$ $x_2 =$ $y_2 =$
т.№3	$x_0 =$ $y_0 =$ $\Delta x =$ $\Delta y =$ $x_3 =$ $y_3 =$
т.№4.	$x_0 =$ $y_0 =$ $\Delta x =$ $\Delta y =$ $x_4 =$ $y_4 =$

Обратная геодезическая задача

Задание №2 По координатам вершин определить длины и дирекционные углы сторон полигона. Указания к выполнению: формулы для вычисления

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{y_k - y_n}{x_k - x_n}, S' = \frac{y_k - y_n}{\sin \alpha_i} = \frac{\Delta y_i}{\sin \alpha_i}, S'' = \frac{\Delta x_i}{\cos \alpha_i},$$

$$S''' = \sqrt{(y_k - y_n)^2 + (x_k - x_n)^2} = \sqrt{\Delta y_i^2 + \Delta x_i^2}.$$

Вычисления вести в схеме для решения обратной геодезической задачи (таблица 5).



Таблица 5 Схема для вычислений

Порядок решения	Обозначение величины	Значения величин			
		линия 1-2	линия 2-	линия	ли
1	$У_k$				
2	$У_n$				
3	$\Delta y$				
4	$x_k$				
5	$x_n$				
6	$\Delta x$				
7	$tg\alpha$				
8	знаки $\Delta x$ $\Delta y$				
9	$r$				
10	$\alpha$				
11	$\sin r$				
12	$S'$				
13	$\cos r$				
14	$S''$				
15	$\Delta x^2$				
16	$\Delta y^2$				
17	$\Delta x^2 + \Delta y^2$				
18	$S'''$				

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Перевести длину линии с местности на план и наоборот.
- 2 Перевести азимут линии в румб и наоборот.
- 3 Ввести в измеренную длину линии поправку за компарирование.
- 4 Ввести в измеренную длину линии поправку за наклон.

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма решения задания;
- точность расчетов;
- полнота оформленного решения;

- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность).

## **Раздел 2. Геодезические угловые измерения**

### **Тема 2.1. Устройство теодолита.**

Задание: Составить отчет по лабораторной работе № 1 и подготовиться к защите.

Согласно методическим указаниям по данной теме выполнить лабораторную работу

Цель:

- закрепление теоретических знаний;
- углубление ранее изученного материала;
- изучение устройства теодолита;
- выработка умений и навыков по составлению алгоритма типовых заданий;
- применение полученных знаний на практике;
- выработка умений пользоваться нормативно-справочной литературой;

Рекомендации по выполнению задания:

Выработка умений и навыков работы с теодолитом

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма выполнения задания;
- полнота и правильность оформленного отчета;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность);

#### **Краткие теоретические сведения:**

**Устройство теодолитов.** Принципиальная схема устройства теодолита показана на рис. 1. В отверстие подставки 2, опирающейся на три подъёмных винта 1, входит ось вращения лимба 3, в которую в свою очередь входит ось алидады 4.

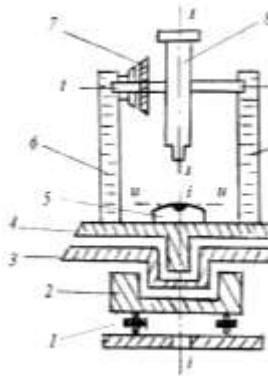


Рисунок 1. Схема устройства теодолита: *ii* – ось вращения алидады; *tt* – ось вращения трубы; *ss* – визирная ось трубы; *iii* – ось уровня алидады.

**Лимб** - это стеклянный круг, по скошенному краю которого нанесены деления с оцифровкой от 0 до 360° по часовой стрелке.

**Алидада** – верхняя часть прибора, расположенная соосно с лимбом. Алидада несет стойки 6, на которые опирается ось *tt* вращения зрительной трубы 8 с вертикальным кругом 7. Установка оси *ii* вращения алидады в отвесное положение выполняется тремя подъёмными винтами подставки по цилиндрическому уровню 5.

Вращающиеся части теодолита снабжены закрепительными винтами для их установки в неподвижное положение и наводящими винтами для плавного их вращения.

**Зрительная труба** служит для обеспечения точности наведения на визирные цели. Трубы бывают с прямым и обратным изображением.

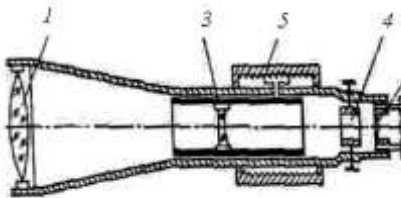


Рисунок 2. Зрительная труба

Оптическая система трубы (рис. 2) состоит из объектива 1, окуляра 2 и фокусирующей линзы 3, которую с помощью специального устройства – кремальеры 5, перемещают вдоль геометрической оси трубы. Между фокусирующей линзой и окуляром помещена сетка нитей 4 – деталь, несущая стеклянную пластину с нанесёнными на нее вертикальными и горизонтальными штрихами. При измерении углов перекрестие штрихов – центр сетки нитей, наводят на изображение визирной цели.

Сетка нитей имеет четыре исправительных винта, позволяющих перемещать ее в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Линия, проходящая через оптический центр объектива и перекрестие сетки нитей, называется *визирной осью*.

**Увеличением трубы** называется отношение угла, под которым изображение предмета видно в трубе, к углу, под которым предмет виден невооружённым глазом. Практически увеличение трубы равно отношению фокусного расстояния объектива к фокусному расстоянию окуляра. Трубы геодезических приборов имеют увеличение от  $15\times$  до  $50\times$  и более.

**Поле зрения трубы** называется пространство, видимое в трубу при её неподвижном положении. Обычно оно бывает от  $1$  до  $2^\circ$ .

Визированием называют наведение трубы на цель.

**Точность визирования** зависит от увеличения трубы и приближенно равна

$$t_v = \frac{60''}{v^x},$$

(1)

где  $v^x$  – увеличение зрительной трубы, а  $60''$  – средняя разрешающая способность глаза.

Для визирования трубу фокусируют “по глазу” и “по предмету”. При этом, глядя в трубу, вращением диоптрийного кольца окуляра добиваются чёткого изображения сетки нитей, а перемещением фокусирующей линзы  $З$  – чёткого изображения наблюдаемого предмета.

**Отсчётные устройства** служат для взятия отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам. Они снабжены отсчетными микроскопами. Различают микроскопы штриховые, шкаловые и микроскопы с оптическими микрометрами.

В штриховом микроскопе отсчет с точностью  $1'$  берут по положению нулевого штриха алидады  $a$  (рис. 3, а  $a$ ), интерполируя минуты на глаз.

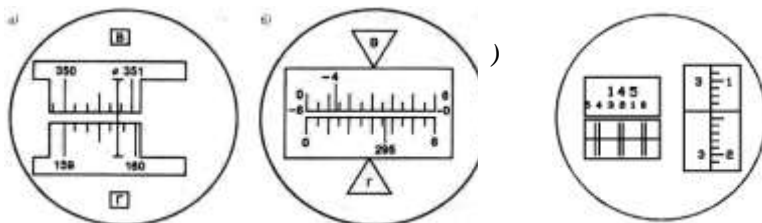


Рисунок 3. Поле зрения отсчётных микроскопов:

$a$  – штрихового (отсчёт по горизонтальному кругу  $159^{\circ}46'$ , по вертикальному  $350^{\circ}48'$ );  $b$  – шкалового (отсчёт по горизонтальному кругу  $295^{\circ}36'$ , по вертикальному  $-4^{\circ}47'$ );

$v$  – оптического микрометра (отсчет  $145^{\circ}23'14''$ ).

**Шкаловый микроскоп** имеет две шкалы, совмещённые с лимбами вертикального и горизонтального кругов (рис. 3, б). Отсчёты берут по градусным штрихам лимбов. Шкала вертикального круга теодолита 2Т30 имеет два ряда подписей. Если перед градусным делением отсутствует знак, отсчёт делают так же, как и по горизонтальному кругу. Если перед цифрой градусов стоит минус, то минуты считают по шкале от -0 до -6 (справа налево).

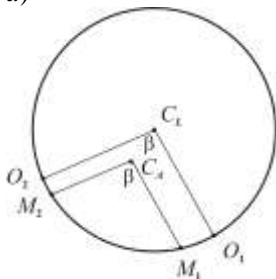
Точные теодолиты снабжены микроскопами с оптическим микрометром (рис. 3, в). Градусы отсчитывают по основной шкале после совмещения верхнего и нижнего изображений штрихов горизонтального (или вертикального) круга, а минуты и секунды читают по шкале микрометра.

**Эксцентриситет алидады.** Несовпадение оси вращения алидады  $C_A$  (рис. 4) с центром лимба  $C_L$  называется эксцентриситетом алидады и является причиной систематических погрешностей при измерении углов. Так, при повороте алидады на угол  $\beta$  (рис. 3, а) вместо верной разности отсчетов по лимбу  $O_2 - O_1$  из-за эксцентриситета алидады будет получена разность  $M_2 - M_1$ .

При отсутствии эксцентриситета поворот алидады на  $180^{\circ}$

(см. рис. 4, б) вызывает изменение отсчета на  $180^{\circ}$ . А при наличии эксцентриситета отсчеты до и после поворота различаются не ровно на  $180^{\circ}$ , так как содержат одинаковые погрешности эксцентриситета  $\varepsilon$ , но с разным знаком. Так на рис. 4.6 б отсчет  $M_1$  больше верного отсчета  $O$  на угол  $\varepsilon$ , а отсчет  $M_2$  меньше верного отсчета на угол  $\varepsilon$ .

а)



б)

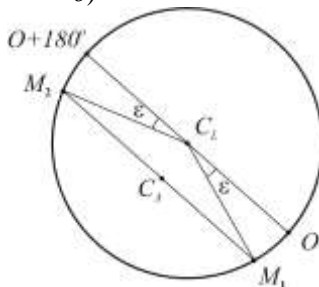


Рисунок 4. Эксцентриситет алидады:  $a$  – влияние на результат измерения угла;  $b$  – исключение влияния;  $C_L$  – центр лимба;  $C_A$  – ось вращения алидады.

Для исключения погрешности эксцентриситета горизонтальные углы измеряют при двух положениях вертикального круга – круг слева и круг справа. При этом отсчётное устройство обеспечивает взятие отсчетов на противоположащих частях лимба. Среднее из результатов, полученных при круге слева и круге справа, свободно от ошибки эксцентриситета.

Высокоточные теодолиты имеют двухсторонние отсчетные устройства, обеспечивающие одновременное взятие отсчетов по противоположным частям лимба.

**Уровни** служат для приведения осей и плоскостей приборов в горизонтальное или вертикальное положение. По конструкции они бывают цилиндрические и круглые.



Рисунок 5. Цилиндрический уровень:

$a$  – общий вид;  $b$  – цена деления уровня.

**Цилиндрический уровень** (рис. 5) состоит из стеклянной ампулы, верхняя внутренняя поверхность которой отшлифована по дуге окружности определённого радиуса. При изготовлении уровня её заполняют горячим эфиром или спиртом и запаивают. При охлаждении в ампуле образуется небольшое пространство, заполненное парами жидкости и называемое пузырьком уровня. Ампула помещается в металлическую оправу, снабжённую исправительными винтами для регулировки положения уровня (на рис. 5,  $a$  – винт  $M$ ). На внешней поверхности ампулы нанесена шкала со штрихами через 2 мм. Точка в середине шкалы называется нуль-пунктом уровня. Касательная к внутренней поверхности ампулы в нуль-пункте называется осью уровня. Пузырёк уровня занимает в ампуле наивысшее положение, поэтому, когда его концы расположены симметрично относительно нуль-пункта, ось уровня горизонтальна.

Центральный угол  $\tau$  (рис. 5, б), соответствующий одному делению шкалы, называется ценой деления уровня. Цена деления уровня, выраженная в секундах, определяется по формуле

$$\tau = \frac{l}{R} \rho, \quad (2)$$

где  $l$  – длина деления шкалы;  $R$  – радиус внутренней поверхности ампулы;  $\rho$  – число секунд в радиане. В разных типах теодолита цена деления цилиндрического уровня бывает от 15" до 60".

**У круглого уровня** (рис. 6) внутренняя поверхность верхней стеклянной части ампулы имеет сферическую поверхность. Шкала уровня имеет вид окружностей с общим центром, который служит нуль-пунктом.

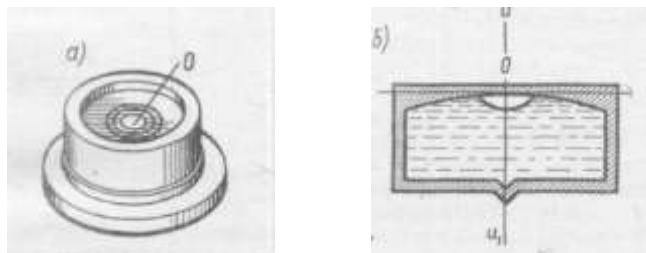


Рисунок 6. Круглый уровень:  
а – вид сверху; б –разрез и ось уровня

Нормаль к внутренней сферической поверхности ампулы в нуль-пункте называется осью круглого уровня. При расположении пузырька уровня в нуль-пункте ось уровня занимает отвесное положение. Цена деления круглого уровня бывает в пределах 3 – 15'. Круглые уровни служат для предварительной установки прибора в рабочее положение.

**Разновидности теодолитов.** В зависимости от точности теодолиты подразделяют на высокоточные (Т1), точные (Т2, Т5) и технические (Т15, Т30, Т60). Цифрами здесь указана точность измерения горизонтального угла одним приемом в лабораторных условиях, выраженная в секундах.

#### **Различаются теодолиты и по конструкции.**

Так, для измерения вертикальных углов точные теодолиты снабжены уровнем при вертикальном круге. У технических теодолитов такого уровня нет, его роль выполняет уровень при алидаде горизонтального круга. Есть теодолиты, в которых уровень при

вертикальном круге заменен автоматическим компенсатором углов наклона (теодолиты Т5К, Т15К).

Теодолиты бывают с трубами прямого и обратного изображения. В первом случае в шифр теодолита добавляют букву П (Т5КП, Т15КП, Т15МКП). Маркшейдерские теодолиты (Т30М, Т15М), предназначенные для подземных работ, где возможно наличие взрывоопасного газа метана, изготавливают в специальном исполнении.

Электронные теодолиты (например, Т5Э) обеспечивают автоматическое считывание отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам. Угломерная часть электронного теодолита представляет собой растровый датчик накопительного типа. Датчиком угла служит стеклянный круг с нанесенным на него штрих-кодом. Сигнал, прочитанный фотоприемником, поступает в электронную часть датчика угла, обрабатывается и выводится в градусной мере на дисплей и в память прибора. Наличие двухосевого компенсатора обеспечивает автоматический ввод поправок за наклон в отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам.

Электронный теодолит является важной частью современного универсального прибора – электронного тахеометра.

**Теодолит** – геодезический прибор для измерения на местности горизонтальных и вертикальных углов посредством оптических систем, лимбов и отсчетных устройств.

Основными частями теодолита являются: лимб, алидада, зрительная труба, уровни, вертикальный круг, трегер, штатив.

**Лимб** – угломерный круг с делением от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ .

Цена деления лимба – величина центрального угла, опирающегося на дугу, соответствующую наименьшему делению лимба.

**Алидада** – подвижная часть теодолита, несущая систему отсчитывания по лимбу.

**Зрительная труба** – служит для визирования на наблюдаемые предметы, крепится на подставках алидадной части инструмента.

**Уровни** – служат для приведения осей инструмента в горизонтальное или вертикальное положение. Бывают цилиндрические и круглые, состоят из ампулы, оправы и регулировочного приспособления.

**Нуль-пункт уровня** – точка в середине шкалы ампулы.

**Система осей теодолита** – обеспечивает вращение алидадной части вокруг вертикальной оси.

**Вертикальный круг** – служит для измерения вертикальных углов.

**Трегер** – подставка с тремя подъемными винтами.

**Винты** – крепежные и микрометрические (наводящие). Служат для фиксации отдельных частей теодолита: трубы, алидады, лимба.



**Сетка нитей** – взаимно перпендикулярные штрихи, нанесенные на стеклянную пластинку.

**Биссектор** – две вертикальные близко расположенные параллельные линии сетки нитей.

**Штатив** – приспособление в виде треноги для крепления теодолита в процессе работы. Укомплектован нитяным отвесом и станovým винтом.

**Исследование теодолита** – это комплекс действий с целью установления качества изготовления и сборки как отдельных частей, так и всего инструмента в целом и правильности их взаимодействия.

**Проверки теодолита** – это комплекс действий по проверке соответствующих геометрических и оптико-механических условий. Выполняются в определенной последовательности.

**Юстировка теодолита** – это исправление инструмента посредством юстировочных (исправительных) винтов.

**Основные оси теодолита:**

1. Визирная ось ( $VV'$ ) – мнимая линия, соединяющая перекрестие сетки нитей и оптический центр объектива.

2. Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга ( $UU'$ ) – это касательная к дуге продольного сечения внутренней поверхности ампулы в нуль-пункте.

3. Ось вращения алидады горизонтального круга ( $ZZ'$ ) – основная ось, около которой осуществляется поворот прибора в горизонтальной плоскости.

4. Ось вращения зрительной трубы теодолита ( $HH'$ ) – мнимая линия, вокруг которой происходит вращение зрительной трубы.

Расположение основных осей теодолита приведено на рис. 7.

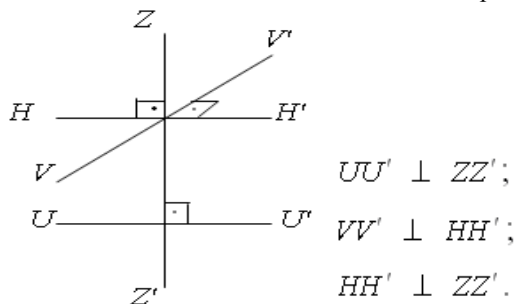


Рисунок 7. Схематическое расположение основных осей теодолита  
Геометрические условия основных осей теодолита

**Коллимационная плоскость** – плоскость, образуемая визирной осью зрительной трубы при вращении ее вокруг горизонтальной оси.

**Коллимационная ошибка (с)** – угол между фактическим и теоретическим положением визирной оси, которую вычисляют по формуле

$$c = \frac{КП - КЛ \pm 180^\circ}{2},$$

(3)

где КЛ, КП – отсчеты по горизонтальному кругу на хорошо видимую, четко очерченную цель при двух положениях вертикального круга.

Основное условие вертикального круга теодолита заключается в том, чтобы визирная ось зрительной трубы была параллельна оси цилиндрического уровня при алидаде вертикального круга, когда отсчет на этом круге равен нулю.

Место нуля (МО) – угол, образованный не параллельностью визирной оси и оси уровня при алидаде вертикального круга. Вычисляют по формуле для теодолита 2Т30

$$МО = \frac{КЛ + КП}{2},$$

(4)

где КЛ, КП – отсчеты по вертикальному кругу на хорошо видимую, четко очерченную цель при двух положениях вертикального круга.

Угол наклона ( $v$ ) – угол между горизонтальной плоскостью и направлением визирной линии трубы.

Угол наклона ( $v$ ) для теодолита 2Т30 вычисляют по формулам

$$v = КЛ - МО; \tag{5}$$

$$v = МО - КП, \tag{6}$$

где МО – значение места нуля. Если  $МО \leq 2t$ , где  $t$  – точность инструмента, то  $v = КЛ$ ;

КЛ, КП – отсчеты по вертикальному кругу.

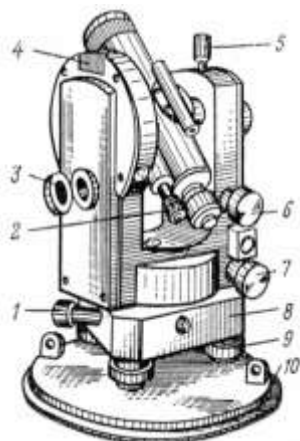


Рисунок 8. Теодолит Т30:  
 1 – наводящий (микрометричный) винт горизонтального круга;  
 2 – окуляр микроскопа;  
 3 – зеркало подсветки;  
 4 – посадочный паз для буссоли;  
 5 – закрепительный винт зрительной трубы;  
 6 – наводящий (микрометричный) винт зрительной трубы;  
 7 – наводящий (микрометричный) винт алидады;  
 8 – трегер (подставка);  
 9 – подъемный винт;  
 10 – крышка.

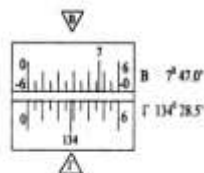
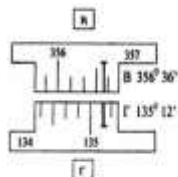


Рисунок 9. Поле зрения микроскопа теодолита 2Т30.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Дать характеристику теодолиту.
- 2 Изучить устройство теодолита.
- 3 Определить цену деления шкалы.
- 4 Навести зрительную трубу на точки и взять отсчеты.

**Ход работы:**

1. Отстегните ремень, стягивающий ножки штатива, и отрегулируйте их длину.
2. Поставьте штатив над точкой так, чтобы плоскость его головки расположилась горизонтально, а высота соответствовала росту наблюдателя.
3. Закрепите теодолит на штативе и подвесьте на крючок станového винта отвес.
4. Откройте замки футляра, оттянув пружины – фиксаторы и, повернув рукоятки замков по направлению стрелок, снимите футляр.

5. Отрегулируйте длину нити отвеса, перемещением планки вдоль нити.

6. Перемещением теодолита по плоскости головки штатива совместите острие отвеса с точкой местности и закрепите теодолит станковым винтом.

7. Подъёмными винтами подставки установите уровень в «нуль – пункт».

8. Наведите зрительную трубу с помощью визира на заданную точку, закрепите лимб, алидаду и зрительную трубу.

9. При необходимости наведите резкость сетки нитей диоптрийным кольцом, и резкость на точку кремальерой.

10. Для точного наведения точки на крест сетки нитей воспользуйтесь наводящими винтами.

11. Снимите отсчёт по микроскопу.

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма выполнения задания;
- полнота и правильность оформленного отчета;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность).

## **Тема 2.2. Поверки теодолита**

Задание: Составить отчет по лабораторной работе № 2 и подготовиться к защите.

Согласно методическим указаниям по данной теме выполнить лабораторную работу

Цель:

- закрепление теоретических знаний;
- углубление ранее изученного материала;
- выработка умений и навыков выполнения проверок теодолита;
- выработка умений и навыков по составлению алгоритма типовых заданий;
- применение полученных знаний на практике;
- выработка умений пользоваться нормативно-справочной литературой;

Рекомендации по выполнению задания:

Выработка умений и навыков при выполнении проверок теодолита

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма выполнения задания;
- точность измерений;
- полнота и правильность оформленного отчета;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность);

### **Тема 2.3 Измерение углов**

Задание: Составить отчет по лабораторной работе № 3 и подготовиться к защите.

Цель:

- закрепление теоретических знаний;
- углубление ранее изученного материала;
- выработка умений и навыков по измерению углов;
- выработка умений и навыков по составлению алгоритма типовых заданий;

- применение полученных знаний на практике;

- выработка умений пользоваться нормативно-справочной литературой;

Рекомендации по выполнению задания:

Выработка умений и навыков по измерению углов различного типа

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма выполнения задания;
- точность измерений;
- полнота и правильность оформленного отчета;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность);

**Задание:**

1 Измерять горизонтальный угол по индивидуальным заданиям.

2 Измерять магнитный азимут по индивидуальным заданиям.

3 Измерять вертикальные углы по индивидуальным заданиям.

**Порядок выполнения работы:**

1 Измерение горизонтального угла по индивидуальным заданиям.

2 Измерение магнитного азимута по индивидуальным заданиям.

3 Измерение вертикальных углов по индивидуальным заданиям.

### **Форма представления результата:**

Предоставить отчет по работе в тетради для лабораторных работ с расчетом вертикальных углов повышения и понижения.

## **Раздел 3. Понятие о геодезических съемках**

### **Тема 3.1. Общие сведения. Камеральные работы при проложении теодолитного хода**

Задание: Выполнить вычисление координат точек замкнутого теодолитного хода, используя данные исполнительной съемки по индивидуальным заданиям.

Цель:

- закрепление теоретических знаний;
- углубление ранее изученного материала;
- выработка умений и навыков по применению формул;
- выработка умений и навыков по составлению алгоритма типовых заданий;
- применение полученных знаний на практике;
- выработка умений пользоваться нормативно-справочной литературой;

Рекомендации по выполнению задания:

Выработка умений и навыков по применению формул согласно алгоритму выполнения практической работы

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма решения задания;
- точность расчетов;
- полнота оформленного решения;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность);

#### **Порядок выполнения работы:**

- 1 Угловая невязка.
- 2 Вычисление дирекционных углов.
- 3 Перевод дирекционных углов в румбы.
- 4 Вычисление приращений координат.
- 5 Определение линейных невязок.
- 6 Вычисление исправленных приращений координат.
- 7 Определение координат точек.

Вычисление координат точек замкнутого теодолитного хода, построение плана по координатам в масштабе 1:1000.

Плановая привязка здания 42x18 м.

*Примечания.*

1. На строительной площадке привязка теодолитного хода производится к пунктам полигонометрических сетей, после чего определяются координаты этих точек.

2. При решении задачи необходимо воспользоваться рекомендуемым списком литературы.

**Исходные данные**

1. Дирекционный угол  $D_{1-2}$  вычисляется по формуле:

$$\alpha_{1-2} = \frac{\text{№ шифра}}{10},$$

где числитель – три последних цифры шифра.

*Например*, студент имеет номер шифра 125, тогда

$$\alpha_{1-2} = \frac{125}{10} = 12,5 = 12^{\circ}30'$$

2. Внутренние измеренные углы полигона равны:

$$\beta_1 = 91^{\circ}12'$$

$$\beta_2 = 95^{\circ}15,5'$$

$$\beta_3 = 88^{\circ}18,5'$$

$$\beta_4 = 85^{\circ}15,5'$$

$$\sum \beta_{\text{изм}} = 360^{\circ}01,5'$$

3. Горизонтальные проложения линий равны:

$$d_{1-2} = 98.30 \text{ м,}$$

$$d_{2-3} = 102.00 \text{ м,}$$

$$d_{3-4} = 110.00 \text{ м,}$$

$$d_{4-1} = 108.30 \text{ м}$$

4. Координаты начальной точки 1 теодолитного хода равны:

$$X_1 = 0,00 \text{ м,} \quad y_1 = 0,00 \text{ м.}$$

**Этапы решения.**

– Произвести увязку измеренных внутренних углов теодолитного хода с определенной фактической  $\square_{\beta}$  и допустимой  $[\square_{\beta}]$  угловых невязок.

– По исправленным углам и дирекционному углу  $\square_{1-2}$  вычислить последующие дирекционные углы и румбы сторон полигона.

– Вычислить приращение координат ( $\square_{x_{1-2}}$   $\square_{y_{1-2}}$  и т.д.).

– Определить линейные невязки в приращениях координат.

– Определить абсолютную невязку  $\square_{\text{абс}}$ .

– Определить относительную невязку  $\square_{\text{отн}}$  и сравнить ее с допустимой.

– По заданным координатам исходной точки (x, y) вычислить координаты последующих точек теодолитного хода.

– Построить по координатам план теодолитного хода в масштабе 1:1000 (на ватмане или миллиметровой бумаге).

– Запроектировать здание 42x18 м и привязать его два угла к точкам теодолитного хода полярным способом.

– Определить разбивочные данные линейные ( $S_1, S_2$ ) и угловые ( $\beta_1, \beta_2$ ) графическим способом.

### **Решение задач**

– Выписать в ведомость вычисление координат исходные данные (см. приложение 1);

А) измеренные углы ( $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ ) в графу 2.

Б) начальный дирекционный угол  $D_{1-2}$  – в графу 4;

В) горизонтальные проложения сторон полигона  $d_{1-2}, d_{2-3}, d_{3-4}, d_{4-1}$  – в графу 6;

Г) координаты начальной точки  $x_1$  и  $y_1$  – в графы 11 и 12.

– Производим увязку измеренных углов полигона.

Для замкнутого полигона теоретически сумма углов вычисляется по формуле  $\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ(n-2)$ , где  $n$  – число углов в полигоне. В примере  $n=4$ , следовательно,  $\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ(4-2) = 360^\circ 00'$ . Но так как при измерении углов допускались некоторые погрешности, то фактически сумма  $\sum \beta_{\text{изм}} \neq \sum \beta_{\text{теор}}$ , а разница между  $\sum \beta_{\text{изм}}$  и  $\sum \beta_{\text{теор}}$  называется угловой невязкой.

Для данного примера:

$$\square_{\text{факт}} = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}} = 360^\circ 01,5' - 360^\circ 00' = +1,5'$$

Сравним полученную угловую невязку с допустимой, т.е.:  $\square_{\text{факт}} \leq [\square_{\beta}]$ , где  $[\square_{\beta}] = \pm 1' \sqrt{n}$ , где  $n$  – число вершин полигона. В данном случае  $n = 4$ , следовательно  $[\square_{\beta}] = \pm 1' \sqrt{4} = \pm 2' 00''$

Теперь следует сравнить полученную угловую невязку с допустимой:

$$\square_{\text{факт}} = \pm 1,5', [\square_{\beta}] = \pm 2'$$

Так как фактическая невязка получилась меньше допустимой, то это означает, что углы измерены верно.

Затем полученную угловую невязку следует распределить на измеренные углы с противоположным знаком так, чтобы ликвидировать десятые доли минут, при этом целые минуты разбрасываются на те вершины, которые заключены между наиболее короткими сторонами.

Вычисленные значения исправленных углов вписывают в графу 3.

$\sum \beta_{\text{испр}}$  должно быть равно 0.

– По исходному дирекционному углу  $\square_{1-2}$  равному для данного примера  $12^\circ 30'$ , вычисляют дирекционные углы последующих линий, пользуясь формулой:

$$D_n = D_{n-1} + 180^\circ - \beta_n \text{ т.е.}$$



$$D_{2-3} = D_{1-2} + 180^0 - \beta_2$$

$$D_{3-4} = D_{2-3} + 180^0 - \beta_3$$

$$D_{4-1} = D_{3-4} + 180^0 - \beta_4$$

Затем, для контроля вычислим  $\square_{4-1} = \square_{3-4} + 180^0 - \beta_1$

Если полученный при этом дирекционный угол будет равен исходному, то вычисление выполнено правильно.

Пример расчет дирекционных углов

рассматриваемого варианта задачи

$$D_{1-2} = +12^030'$$

$$\underline{180^000'}$$

$$-192^030'$$

$$\underline{95^015'} - \beta_2$$

$$D_{2-3} = +97^015'$$

$$\underline{180^000'}$$

$$-277^015'$$

$$\underline{88^018'} - \beta_3$$

$$D_{3-4} = +188^057'$$

$$\underline{180^000'}$$

$$-368^057'$$

$$\underline{85^015'} - \beta_4$$

$$D_{4-1} = +283^042'$$

$$\underline{180^000'}$$

$$-463^042'$$

$$\underline{91^012'} - \beta_1$$

$$-372^030'$$

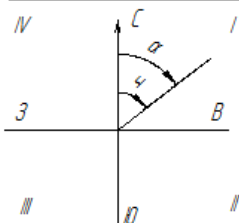
$$360^000'$$

$$D_{1-2} = +12^030' \text{ — исходный дирекционный угол.}$$

Вычисленные дирекционные углы записывают в графу 4 (приложение 1).

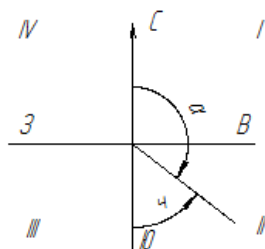
— Пользуясь формулами зависимости между дирекционными углами (азимутами) и румбами, вычисляем румбы линий:

I четверть  $\chi = D$  (румб северо-восточный)



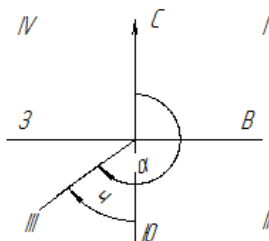
$$\alpha + 0^\circ - 90^\circ$$

II четверть  $\chi = 180^\circ - D$  (румб юго-восточный)



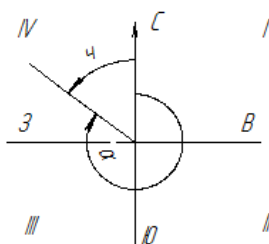
$$\alpha + 90^\circ - 180^\circ$$

III четверть  $\chi = D - 180^\circ$  (румб юго-западный)



$$\alpha + 180^\circ - 270^\circ$$

IV четверть  $\chi = 360^\circ - D$  (румб северо-западный)



$$\alpha + 270^\circ - 360^\circ$$

Для данного примера:

$$\chi_{1-2} = D_{1-2} = \text{св.} 12^\circ 30'$$

$$\begin{aligned} \alpha_{2-3} &= 180^\circ - D_{2-3} = 180^{00} - 97^015' = \text{юв}:82^045' \\ \alpha_{3-4} &= D_{3-4} - 180^\circ = 188^057' - 180^{00} = \text{юз}:8^057' \\ \alpha_{4-1} &= 360^\circ - D_{4-1} = 360^{00} - 283^042' = \text{сз}:76^018' \end{aligned}$$

Полученные румбы записываются в графу 5 (приложение 1).

– По дирекционным румбам и горизонтальным проложениям сторон полигона вычисляют приращение координат  $\Delta x$  и  $\Delta y$ , пользуясь формулами:

$$\Delta x = d \cos \alpha$$

$$\Delta y = d \sin \alpha,$$

где  $d$  – горизонтальное положение линий,  $\alpha$  – румб линий.

Полученные значения необходимо округлить до второго десятичного знака. Для вычисления приращений, кроме таблиц, можно пользоваться электрокалькуляторами, имеющими клавиши функций  $\sin$  и  $\cos$ . В этом случае необходимо производить преобразование минут в десятые доли градуса. Например,  $\Delta x = d \times \cos \alpha = 120 \times \cos 12^030' = 120 \times \cos 12.5^0$ .

Знаки приращений координат зависят от направления линий (т.е. от названия румбов) и определяются по следующей таблице:

Приращения	I четверть (св)	II четверть (юв)	III четверть (юз)	IV четверть (сз)
$\Delta x$	+	-	-	+
$\Delta y$	+	+	-	-

Для данного примера:

$$\Delta x_{1-2} = d_{1-2} \times \cos \alpha_{1-2} = 98,30 \times \cos 12^030' = 98,30 \times 0,976296 = 95,97$$

м

$$\Delta y_{1-2} = d_{1-2} \times \sin \alpha_{1-2} = 98,30 \times \sin 12^030' = 98,30 \times 0,216439 = 21,25$$

м

$$\Delta x_{2-3} = d_{2-3} \times \cos \alpha_{2-3} = 102,00 \times \cos 82^045' = 102,00 \times 0,126199 = 12,87 \text{ м}$$

$$\Delta y_{2-3} = d_{2-3} \times \sin \alpha_{2-3} = 102,00 \times \sin 82^045' = 102,00 \times 0,992005 = 101,18 \text{ м}$$

$$\Delta x_{3-4} = d_{3-4} \times \cos \alpha_{3-4} = 110,00 \times \cos 8^057' = 110,00 \times 0,987825 = 108,66 \text{ м}$$

$$\Delta y_{3-4} = d_{3-4} \times \sin \alpha_{3-4} = 110,00 \times \sin 8^057' = 110,00 \times 0,155572 = 17,12$$

м

$$\Delta x_{4-1} = d_{4-1} \times \cos \alpha_{4-1} = 108,30 \times \cos 76^018' = 108,30 \times 0,236838 = 25,65 \text{ м}$$

$$\Delta y_{4-1} = d_{4-1} \times \sin \alpha_{4-1} = 108,30 \times \sin 76^018' = 108,30 \times 0,9715491 = 105,22 \text{ м}$$

Вычисленные и округленные значения приращений координат с соответствующими знаками записать в графу 7 и 8 (приложение 1).

– Подсчитывают алгебраические суммы приращений:

$$\sum(+\square x), \sum(-\square x) \text{ и } \sum(+\square y), \sum(-\square y)$$

Теоретическая сумма приращений координат в замкнутом полигоне должна равняться нулю:

$$\sum(\square x) = 0,$$

$$\sum(\square y) = 0$$

Но так как при измерении углов и сторон полигона допускались некоторые погрешности, то сумма вычисленных приращений не будет равной 0, а разница между вычисленной суммой приращений и теоретической называется линейной невязкой, т.е.:

$$\sum(\square x) = \square x; \sum(\square y) = \square y$$

где  $\square x$  – линейная невязка по оси абсцисс

$\square y$  – линейная невязка по оси ординат

В данном случае имеем:

$$\square x = \sum(+\square x) + \sum(-\square x) = +121,62 - 121,53 = +0,09 \text{ м}$$

$$\square y = \sum(+\square y) + \sum(-\square y) = +122,43 - 122,34 = +0,09 \text{ м}$$

Полученные невязки записывают в приложение 1

– Определить абсолютную линейную невязку по формуле:

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{fx^2 + fy^2}$$

В данном примере имеем:

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{(+0,09)^2 + (+0,09)^2} = 0,13 \text{ м}$$

– Определить относительную невязку теодолитного хода по формуле:

$$f_{\text{отн}} = \frac{f_{\text{абс}}}{p},$$

где  $p$  – периметр замкнутого полигона  $p = d_{1-2} + d_{2-3} + d_{3-4} + d_{4-1}$

$$\text{В данном примере: } f_{\text{отн}} = \frac{0,13}{418,60} = \frac{1}{3220}$$

– Сравнивают полученную относительную невязку с допустимой

$$f_{\text{отн}} \leq [f],$$

$$\text{где } [f] = \frac{1}{2000} - \text{допустимая невязка. } \frac{1}{3220} \leq \frac{1}{2000}$$

Относительная невязка получилась меньше допустимой, что и требовалось.

– Вычисленные линейные невязки  $\square x$ ,  $\square y$  распределяем по приращениям с обратным знаком по формуле:

$$\Delta fx_{1-2} = \frac{fx}{p} d_{1-2}$$

$$\Delta fy_{1-2} = \frac{fy}{p} d_{1-2}$$

В данном примере:

$$\Delta f x_{1-2} = \frac{+0,09}{418,60} \times 98,30 = 0,0211345 = -0,02$$

$$\Delta f y_{1-2} = \frac{+0,09}{418,60} \times 98,30 = 0,0211345 = -0,02$$

Вычисленные невязки необходимо округлить до второго десятичного знака. Остальные невязки вычисляют аналогично и записывают над приращениями в графы 7 и 8 (приложение 1).

– Исправленные приращения  $\square x$  и  $\square y$  вычисляют по правилу: если знаки приращения и поправки одинаковые, то их складывают, если разные – вычитают. Вычисленные исправленные приращения записывают в графу 9 и 10 (приложение 1). Если сумма исправленных приращений в итоге равна нулю, то поправки вычислены верно.

– Вычисляем координаты точек теодолитного хода по формулам:

$$x_n = x_{n-1} \pm \square x, y_n = y_{n-1} \pm \square y$$

В данном примере:

$$x_2 = x_1 \pm \square x_{1-2} = 0,00 + (+95,95) = +95,95 \text{ м}$$

$$y_2 = y_1 \pm \square y_{1-2} = 0,00 + (+21,23) = +21,23 \text{ м}$$

$$x_3 = x_2 \pm \square x_{2-3} = +95,95 + (-12,90) = +83,05 \text{ м}$$

$$y_3 = y_2 \pm \square y_{2-3} = +21,23 + (+101,16) = +122,39 \text{ м}$$

$$x_4 = x_3 \pm \square x_{3-4} = +83,05 + (-108,68) = -25,63 \text{ м}$$

$$y_4 = y_3 \pm \square y_{3-4} = +122,39 + (-17,15) = -105,24 \text{ м}$$

Контроль:

$$x_1 = x_4 + \square x_{4-1} = -25,63 + (+25,63) = 0,00 \text{ м}$$

$$y_1 = y_4 + \square y_{4-1} = -105,24 + (+105,24) = 0,00 \text{ м}$$

Вычисленные координаты заносят в графу 11 и 12 (приложение 1)

Вычисление координат произведено верно, если в контрольном вычислении получается значения исходных координат (см. приложение 1).

Ведомость вычисления координат оформить тушью или в карандаше в соответствии с приложением 1 на листе бумаги 20х30 см.

– Пользуясь значением вычисленных координат, следует нанести плановые точки на план масштаба 1:1000. Для этого необходимо на ватмане или миллиметровой бумаге вычертить координатную сетку со сторонами квадрата 5 см и произвести соответствующую оцифровку на осях  $x$  и  $y$ .

Нанесенные на план точки необходимо соединить прямыми линиями и надписать значения румбов и горизонтальных проложений сторон полигона (см. приложение 2)

### Примечания.

1. Линии координатной сетки наносить тонкими линиями зеленой или синей тушью.

2. Толщина линий теодолитного хода должна быть 1-2 мм.

3. Диаметр плановых точек 1,5 мм.

– На план теодолитного хода в масштабе 1:1000 накладывается здание 42x18 м произвольно, две угловые точки которого привязываются к плановым точкам ближайшей стороны полигона полярным способом.

– Пользуясь поперечным масштабом, студент должен определить координаты углов здания и разбивочные данные  $S_1$ ,  $S_2$  и  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  графическим способом.

$x_A=+75,00$ м	$y_A=+40,00$ м
$x_D=+33,00$	$y_D=+40,00$
$S_1=28,13$ м	$S_2=51,86$ м
$\beta_1=49^0 07'$	$\beta_2=37^0 59'$

### Форма представления результата:

Предоставить заполненную ведомость вычисления координат.

### ВЕДОМОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ

$$\begin{aligned} \sum \beta_{\text{изм}} &= 360^0 01,15' & P &= 418,60; \\ \sum &= +121,62; \sum &= +122,43; \sum &= +121,58; \sum &= +122,39 \\ \sum \beta_{\text{теор}} &= 180^0 (n-2) = 360^0 00' & \sum &= - \\ 121,53; \sum &= -122,34; \sum &= +121,58; \sum &= -122,39 \\ \square \beta &= \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}} = +1,5' \\ \square x &= +0,09; \square y &= +0,09; \square x &= 0,00; \square y &= 0,00 \\ [\square \beta] &= \pm 1 \sqrt{n} = \pm 2' \\ \square_{\text{абс}} &= \sqrt{fx^2 + fy^2} = \sqrt{(+0,09)^2 + (+0,09)^2} = 0,13 \\ \square \beta &\leq [\square \beta] \\ f_{\text{отн}} &= \frac{f_{\text{абс}}}{P} = \frac{0,13}{418,60} = \frac{1}{3220} < \frac{1}{2000} \\ 1,5' &< 2' \end{aligned}$$

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма решения задания;
- точность расчетов;
- полнота оформленного решения;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность).

### **Тема 3.1. Общие сведения. Камеральные работы при проложении теодолитного хода.**

Задание: Подготовить Практическую работу № 3. Построить координатную сетку, оцифровать, нанести точки хода по координатам на план, определить графически координаты углов здания.

1. Текст задания:

Согласно методическим указаниям по данной теме выполнить практическую работу

Цель:

- закрепление теоретических знаний;
- углубление ранее изученного материала;
- выработка умений и навыков по применению формул;
- выработка умений и навыков по составлению алгоритма типовых заданий;
- применение полученных знаний на практике;
- выработка умений пользоваться нормативно-справочной литературой;

Рекомендации по выполнению задания:

Выработка умений и навыков по применению формул согласно алгоритму выполнения практической работы

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма решения задания;
- точность расчетов;
- полнота оформленного решения;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность);

### **Раздел 4. Геометрическое нивелирование Тема 4.1. Устройство и поверки нивелира**

Задание: Составление отчета по лабораторной работе № 4 и подготовка к защите.

Текст задания:

Согласно методическим указаниям по данной теме выполнить лабораторную работу

Цель:

- закрепление теоретических знаний;
- углубление ранее изученного материала;

- изучение устройства нивелира, выработка умений и навыков выполнения поверок нивелира;
- выработка умений и навыков по составлению алгоритма типовых заданий;
- применение полученных знаний на практике;
- выработка умений пользоваться нормативно-справочной литературой;

Рекомендации по выполнению задания:

Выработка умений и навыков работы с нивелиром

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма выполнения задания;
- полнота и правильность оформленного отчета;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность);

#### **Краткие теоретические сведения:**

*Нивелиры с уровнем при трубе снабжены точным цилиндрическим уровнем, приводимым для измерений вместе со зрительной трубой в горизонтальное положение вручную. Нивелирами с уровнем при трубе являются нивелиры российского производства Н-3, Н-05, 3Н5Л и др.*

**Нивелиры с компенсатором углов наклона** отличаются наличием устройства, автоматически приводящего визирную ось зрительной трубы в горизонтальное положение. Компенсатор работает в пределах 12 – 15', поэтому прибор предварительно устанавливают в рабочее положение по круглому уровню. Такими нивелирами являются Н-3К, 3Н2КЛ и др.

**Нивелиры с оптическим микрометром** (например, нивелир Н-05) имеют перед объективом стеклянную пластину, повороты которой вокруг ее горизонтальной оси смещают лучи света параллельно самим себе. Это позволяет наводить визирную ось точно на штрих рейки. Величина смещения измеряется оптическим микрометром, чем достигается высокая точность отсчета по рейке.

**Лазерные нивелиры** излучают видимый пучок света. Отсчет берется по световому пятну на рейке.

**Цифровые нивелиры** автоматически формируют отсчет по рейке, шкала которой представляет собой штриховой код. Снабжены компенсатором углов наклона. Отсчеты по рейкам регистрируются на магнитном носителе. Примером такого прибора является нивелир *SDL30M*, Япония.



По точности нивелиры делят на **высокоточные, точные и технические** в зависимости от величины средней квадратической погрешности  $m_h$  измерения превышения на 1 км двойного хода (табл. 3).

Таблица 3.

Типы нивелиров	Точность	Примеры нивелиров
Высокоточные	$m_h \leq 0,5$ мм	Н-05 (Россия), PL1 (Япония)
Точные	$m_h \leq 3$ мм	3Н2КЛ, Н-3, Н-3К (Россия), С300 (Япония), DSZ3 (Китай)
Технические	$m_h \leq 5$ мм	3Н5Л (Россия), АТ20D (Китай)

### Нивелир с уровнем при трубе

Нивелиром с уровнем при трубе является, например, нивелир Н-3. Его устройство показано на рис. 16.

Для выполнения измерений нивелир устанавливают на штативе и подъемными винтами 7 приводят в нульпункт пузырек круглого уровня 5. Пользуясь закрепительным 3 и наводящим 4 винтами, наводят зрительную трубу на рейку. Вращением диоптрийного кольца окуляра 10 фокусируют трубу “по глазу” и вращением головки фокусирующего винта 2 – “по предмету”. В поле зрения трубы будут видны штрихи сетки нитей, изображение нивелирной рейки и в отдельном окошке – изображения двух половинок цилиндрического уровня (рис. 16).

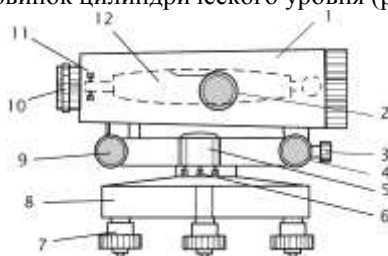


Рисунок 16. Устройство нивелира Н-3:

1 – зрительная труба; 2 – фокусирующий винт зрительной трубы; 3, 4 – закрепительный и наводящий винты; 5 – круглый уровень; 6 – исправительные винты круглого уровня; 7 – подъемные винты; 8 – подставка; 9 – элевационный винт; 10 – окуляр с диоптрийным кольцом для фокусировки трубы по глазу; 11 – исправительные винты цилиндрического уровня; 12 – цилиндрический уровень.

Вращая элевационный винт 9 (рис. 16), изменяющий наклон трубы 1 и цилиндрического уровня 12, приводят ось уровня в горизонтальное положение. Ось уровня горизонтальна, если его пузырек находится в

нульпункте, на что указывает совмещение концов изображений половинок уровня в поле зрения трубы (рис. 17). Отсчет берут по среднему штриху сетки нитей.

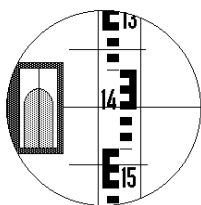


Рисунок 17. Поле зрения зрительной трубы нивелира: отсчет по рейке равен 1449 мм

### Проверки нивелира

Необходимая точность нивелирования может быть достигнута только в том случае, если обеспечено верное взаиморасположение основных осей нивелира. Для контроля предъявляемых к прибору требований в начале и периодически в ходе работ выполняют проверки нивелира. Основными проверками являются следующие.

**Проверка круглого уровня.** *Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения прибора.*

Подъемными винтами нивелира приводят пузырек круглого уровня в нуль-пункт. Поворачивают нивелир на  $180^\circ$  вокруг оси его вращения  $ii$  (рис. 18). Если после поворота пузырек остался в нуль-пункте, проверяемое условие выполнено – ось круглого уровня  $ee$  параллельна оси вращения прибора  $ii$ .

Если пузырек ушел из нуль-пункта, исправительными винтами 2 изменяют наклон уровня так, чтобы пузырек сместился в сторону нуль-пункта на половину отклонения. Для поворота исправительных винтов пользуются шпилькой.

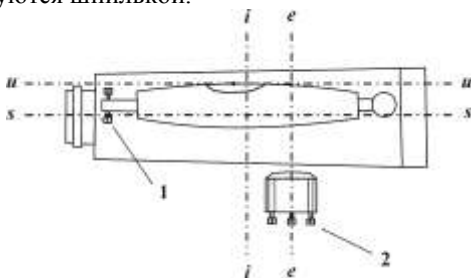


Рисунок 18. Оси и исправительные винты нивелира:  $ss$  – визирная ось зрительной трубы;  $ii$  – ось вращения прибора;  $iii$  – ось цилиндрического уровня;  $ee$  – ось круглого уровня; 1 – исправительные винты цилиндрического уровня; 2 – исправительные винты круглого уровня.

**Проверка цилиндрического уровня.** *Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси зрительной трубы.*

У высокоточных и точных нивелиров проекция на отвесную плоскость угла между осью цилиндрического уровня и визирной осью не должна превышать  $10''$ . Это означает, что при расстоянии до рейки  $d = 100$  м допустима ошибка в отсчете по рейке из-за непараллельности оси

уровня и визирной оси, не превышающая  $\frac{10''}{\rho} d = 5$  мм, где  $\rho =$

$206\,265''$  – число секунд в одном радиане.

Проверка выполняется путем измерения одного и того же превышения дважды – из середины и с неравными расстояниями до реек.

На расстоянии  $75 - 100$  м друг от друга закрепляют две точки, на которые устанавливают рейки (рис. 19). В середине, на равных расстояниях от реек устанавливают нивелир и, приводя пузырек цилиндрического уровня в нуль-пункт, берут отсчеты  $a$  и  $b$  по рейкам и вычисляют превышение:

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

Если визирная ось трубы не параллельна оси уровня и потому наклонена на угол  $i$ , то вместо верных отсчетов  $a$  и  $b$  будут прочтены отсчеты  $a_1$  и  $b_1$ . Вследствие равенства расстояний до реек ошибки в обоих отсчетах будут одинаковыми,  $\Delta a = \Delta b$ . Вычисленное при этом превышение будет равно:

$$h = a_1 - b_1 = (a + \Delta a) - (b + \Delta b) = a - b. \quad (14)$$

Следовательно, несмотря на ошибки отсчетов, вызванные непараллельностью оси уровня и визирной оси трубы, превышение, вычисленное по измерениям из середины – верное.

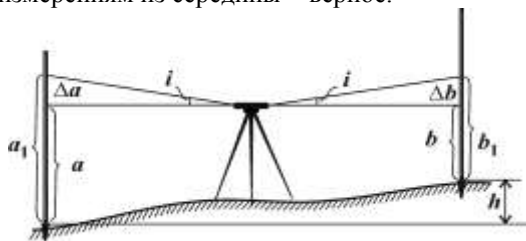


Рисунок 19. Проверка цилиндрического уровня. Измерения из середины

Нивелир переносят и устанавливают на расстоянии 2–3 м от одной из реек (рис. 20). Берут отсчет  $b_2$  по ближней рейке. Ввиду малости расстояния до рейки погрешность в отсчете  $b_2$ , вызванная наклоном луча визирования, мала. Поэтому отсчет  $b_2$  считают безошибочным.

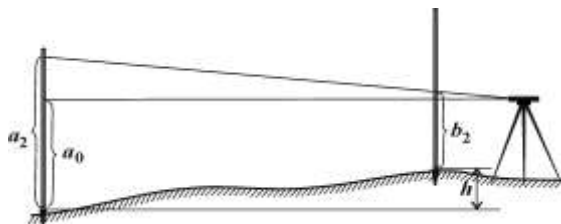


Рисунок 20. Проверка цилиндрического уровня. Измерения с неравными расстояниями до реек

Вычисляют отсчет, который должен быть на дальней рейке, если луч визирования горизонтален:  $a_0 = b_2 + h$ .

Наводят нивелир на дальнюю рейку и берут фактический отсчет  $a_2$ . Сравнивают вычисленный и фактический отсчеты.

Если вычисленный  $a_0$  и фактический  $a_2$  отсчеты различаются меньше, чем на 5 мм, то считают, что ось цилиндрического уровня  $uu$  параллельна визирной оси  $ss$ .

Если вычисленный и фактический отсчеты различаются больше, чем на 5 мм, то положение цилиндрического уровня необходимо исправить.

Для этого элевационным винтом наводят средний штрих сетки нитей на отсчет  $a_0$  по дальней рейке. При этом пузырек цилиндрического уровня уйдет из нуля-пункта. Вертикальными исправительными винтами приводят пузырек цилиндрического уровня в нуля-пункт, совмещая изображения концов половинок пузырька в поле зрения трубы.

У нивелиров с компенсатором углов наклона цилиндрического уровня нет, и при выполнении проверки добиваются выполнения следующего условия.

*Визирная ось зрительной трубы должна быть горизонтальна в пределах работы компенсатора.*

Проверка выполняется в том же порядке, как и проверка цилиндрического уровня. Но при этом различие вычисленного  $a_0$  и фактического  $a_2$  отсчетов указывает на негоризонтальность визирной оси трубы.

Для исправления снимают колпачок, закрывающий исправительные винты сетки нитей зрительной трубы, и с помощью вертикальных исправительных винтов, наводят среднюю нить сетки нитей на отсчет по дальней рейке, равный вычисленному отсчету  $a_0$ .

**Нивелирные рейки.** Для высокоточного нивелирования служат цельные трехметровые инварные рейки. На рейке крепится круглый уровень, используемый для установки рейки в вертикальное положение.

Для точного и технического нивелирования служат трехметровые цельные или складные деревянные рейки. На двух сторонах рейки нанесены шкалы с сантиметровыми делениями в виде шашек, на одной стороне – черных, на другой – красных. Установка таких реек в вертикальное положение выполняется по круглому уровню или на глаз.

При измерениях цифровыми нивелирами пользуются специальными рейками со шкалой в виде штрих-кода.

Поверки реек состоят в определении с помощью контрольной линейки длины метровых и дециметровых интервалов, определении разности нулей пары реек, проверке установки круглого уровня на рейке.

### **Порядок выполнения работы:**

- 1 Дать характеристику и изучить устройство нивелира.
- 2 Первая поверка нивелира.
- 3 Научиться наводить на рейку и брать отсчеты.
4. Получите инструмент.
5. Установите нивелир на штатив, закрепите его становым винтом нивелира.
6. Установите нивелир в рабочее положение, трижды меняя высоту инструмента.
7. Самостоятельно возьмите по рейке отсчеты с 4-х точек.
8. Проведите самоконтроль отсчетов.
9. Нарисуйте отсчет по черной и красной сторонам рейки.
10. Сделайте выводы.
11. Выполните три поверки нивелира.
12. По каждой поверке оформите в тетради порядок работы и вывод о выполнении условия.
13. Определите превышение с двух станций.
14. Оформите отчет в тетрадь.

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма выполнения задания;
- полнота и правильность оформленного отчета;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность).

## Тема 4.2. Производство технического нивелирования

Задание: Составить отчет по лабораторной работе № 5 и подготовиться к защите.

Текст задания:

Согласно методическим указаниям по данной теме выполнить лабораторную работу

Цель:

- закрепление теоретических знаний;
- углубление ранее изученного материала;
- выработка умений и навыков по проложению нивелирного хода;
- выработка умений и навыков по составлению алгоритма типовых заданий;
- применение полученных знаний на практике;
- выработка умений пользоваться нормативно-справочной литературой;

Рекомендации по выполнению задания:

Выработка умений и навыков по проложению нивелирного хода;

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма выполнения задания;
- точность расчетов;
- полнота и правильность оформленного отчета;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность);

### Краткие теоретические сведения

**Нивелированием** называется измерение превышений с целью определения высот точек. Путем нивелирования значения высот передают от исходных точек с известными высотами на точки, высоты которых надо определить.

В зависимости от применяемых приборов и методов различают следующие виды нивелирования.

**Геометрическое нивелирование** – метод определения превышений путем взятия отсчетов по вертикальным рейкам при горизонтальном луче визирования. Это – основной метод нивелирования. Методом геометрического нивелирования создана государственная нивелирная сеть, создаются инженерно-геодезические высотные сети различного назначения.

**Тригонометрическое нивелирование** – метод определения превышения путем измерения вертикального угла и расстояния. Метод

используют при создании высотного обоснования топографических съемок, а также при определении превышений и передаче высот на строительных площадках.

**Барометрическое нивелирование** основано на зависимости между высотой и атмосферным давлением. Для определения превышений измеряют атмосферное давление и температуру в точке с известной высотой и в точках, высоты которых определяют. По разностям давлений вычисляют превышения. Метод применяют при работах в труднодоступной местности, им пользуются геологи, геофизики. Точность измерений этим методом невысокая: на равнинной местности – 0,5 м, в горной – 1,5 м.

**Гидростатическое нивелирование** основано на свойстве жидкости в сообщающихся сосудах устанавливаться на одном уровне. Простейший гидростатический нивелир представляет собой два сосуда с делениями, соединенные шлангом. Систему заполняют дистиллированной водой. Точность метода очень высокая (0,1 мм), поэтому он применяется при монтаже и выверке конструкций по высоте, особенно при работе в стесненных условиях, при передаче отметок через водные преграды, для наблюдений за деформациями сооружений (плотин, мостов, ускорителей частиц и пр.).

**Определение превышений и высот точек с помощью спутниковых измерений.** Автономное определение высот точек аппаратурой ГЛОНАСС и *GPS* выполняется с точностью нескольких метров, а определение превышений между точками – с точностью 10 – 15 мм.

**Геометрическое нивелирование.** Геометрическое нивелирование выполняют, используя нивелир и нивелирные рейки. Нивелир – прибор, в котором визирный луч приводится в горизонтальное положение. Отсчеты берут по шкалам устанавливаемых вертикально нивелирных реек. Оцифровка шкал на рейках возрастает от пятки рейки вверх. Если на пятке рейки расположен ноль шкалы, то отсчет по рейке равен расстоянию от пятки до луча визирования.

Геометрическое нивелирование выполняют двумя способами – “из середины” и “вперед”.

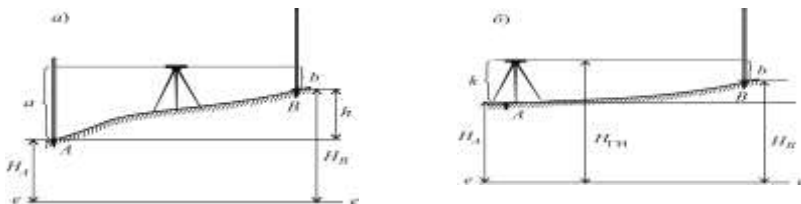


Рисунок 21. Нивелирование: *a* – из середины; *б* – вперед; *ee* – исходная уровенная поверхность.

**Нивелирование из середины** – основной способ. Для измерения превышения точки *B* над точкой *A* (рис. 21, *a*) нивелир устанавливают в середине между точками (как правило, на равных расстояниях) и приводят его визирную ось в горизонтальное положение. На точках *A* и *B* устанавливают нивелирные рейки. Берут отсчет *a* по задней рейке и отсчет *b* по передней рейке. Превышение вычисляют по формуле:

$$h = a - b \quad (15)$$

Обычно для контроля превышение измеряют дважды – по черным и красным сторонам реек. За окончательный результат принимают среднее.

Если известна высота  $H_A$  точки *A*, то высоту  $H_B$  точки *B* вычисляют по формуле:

$$H_B = H_A + h_{AB} \quad (16)$$

При *нивелировании вперед* (рис. 21, *б*) нивелир устанавливают над точкой *A* и измеряют (обычно с помощью рейки) высоту прибора *k*. В точке *B*, высоту которой требуется определить, устанавливают рейку. Приведя визирную ось нивелира в горизонтальное положение, берут отсчет *b* по черной стороне рейки. Вычислив превышение

$$h = k - b,$$

по формуле (15) находят высоту точки *B*.

На строительной площадке, где на земляных работах, укладке бетона или асфальта и пр. требуется с одной стоянки нивелира определить высоты многих точек, сначала вычисляют общую для всех точек высоту  $H_{ГИ}$  горизонта инструмента, то есть высоту визирной оси нивелира

$$H_{ГИ} = H_A + k,$$

а затем – высоты определяемых точек

$$H_1 = H_{ГИ} - b_1, \quad H_2 = H_{ГИ} - b_2, \quad \dots \quad (17)$$



где 1, 2, ... – номера определяемых точек.

Если точки  $A$  и  $B$ , расположены так, что измерить между ними превышение с одной установки нивелира невозможно, превышение измеряют по частям, то есть прокладывают **нивелирный ход** (рис. 22).



Рисунок 22. Нивелирный ход

Превышения вычисляют по формулам (см. рис. 21):

$$h_1 = a_1 - b_1;$$

$$h_2 = a_2 - b_2;$$

$$h_3 = a_3 - b_3;$$

Превышение между конечными точками хода  $A$  и  $B$  равно сумме вычисленных превышений

$$h_{AB} = h_1 + h_2 + h_3, \quad (18)$$

а высота точки  $B$  определится по формуле (17).

**Ход работы:**

Выполнение лабораторной работы по индивидуальным точкам.  
Оформление материала.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Нивелирование точек прямым и обратным ходом.
- 2 Обработка журнала нивелирования.

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма выполнения задания;
- точность расчетов;

- полнота и правильность оформленного отчета;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность).

### **Вопросы самоконтроля**

1. В чём отличие отсчёта по чёрной стороне рейки от отсчёта по красной стороне рейки?
2. Какое значение в геодезии имеет слово «станция»?
3. Для чего нивелируют точки местности?
4. Для каких целей необходимо выполнять обработку журнала технического нивелирования?
5. Что обозначают «вычисленные» и «средние» превышения?

## **Раздел 5. Геодезические работы при вертикальной планировке участка**

### **Тема 5.1. Рельеф местности и его изображение на планах и картах**

Задание: Завершение практической работы № 4 Выполнение построения плана в горизонталях аналитическим методом по индивидуальному заданию.

Текст задания:

Согласно методическим указаниям по данной теме выполнить практическую работу

Цель:

- закрепление теоретических знаний;
- углубление ранее изученного материала;
- выработка умений и навыков по применению формул;
- выработка умений и навыков по составлению алгоритма типовых заданий;
- применение полученных знаний на практике;
- выработка умений пользоваться нормативно-справочной литературой;

Рекомендации по выполнению задания:

Выработка умений и навыков по применению формул согласно алгоритму выполнения практической работы

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма решения задания;
- точность расчетов;

- полнота оформленного решения;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность);

### Способы построения горизонталей по отметкам точек.

Для проведения горизонталей на плане нужно нанести характерные точки, снятые на местности, и выписать их высоты. Те точки, между которыми земная поверхность не имеет переломов, т. е. имеет постоянный уклон, соединить линиями.

Далее на каждой линии интерполированием находят точки пересечения ее горизонталями и отмечают высоты этих горизонталей.

Соединив затем плавными кривыми линиями точки с одинаковыми высотами, получают изображение рельефа местности на плане.

Таким образом, задача построения горизонталей на плане в основном сводится к умению находить проекции точек пересечения горизонталей линий, отметки концов которых известны, при этом высота сечения рельефа должна быть уже установлена.

Эта задача называется интерполированием горизонталей, т. е. нахождением промежуточных значений высот горизонталей по отметкам точек.

Интерполирование можно производить аналитическим или графическим способом.

Аналитический способ. По известным высотам точек А и В и расстоянию  $d$  между ними (рисунок 3.6, а) необходимо найти величины расстояний  $d_1$  и  $d_2$  от точки А до точек  $M_0$  и  $N_0$  с отметками  $H_M$  и  $H_N$ , равными отметкам горизонталей.

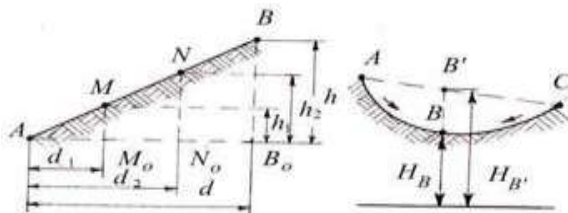


Рисунок 3.6 – Аналитический способ интерполирования

Из подобия треугольников  $ABB_0$ ,  $AMM_0$  и  $ANN_0$  находим:

$$d_1 = dh_1 / h; d_2 = dh_2 / h,$$

где  $h = H_B - H_A$ ;  $h_1 = H_M - H_A$ ;  $h_2 = H_N - H_A$ .

На плане откладывают отрезки  $d_1$  и  $d_2$  и получают точки  $M_0$  и  $N_0$ , у которых подписывают их отметки. Следует отметить, что

интерполирование горизонталей проводят только по линиям с равномерным скатом.

На рисунке 3.6, б показан случай неправильной интерполяции между точками А и С с неравномерным скатом местности. Как видно из рисунка, вместо действительного положения точки В будет получена точка В' и соответственно вместо  $H_B$  будет получена неверная высота  $H_{B'}$ .

**Графический способ.** Интерполирование этим способом выполняют с помощью миллиметровой или прозрачной бумаги.

При наличии миллиметровой бумаги ее прикладывают к линии плана АВ. По отметкам концов АВ строят профиль этой линии. Проектируя затем на линию плана точки пересечения линии профиля с линиями миллиметровой бумаги, принятыми за секущие плоскости, получают искомые точки М и N.

При наличии прозрачной бумаги (восковки, кальки), на ней предварительно наносят ряд равноотстоящих друг от друга параллельных линий, которым придают отметки секущих плоскостей. Восковку накладывают на план так, чтобы конечные точки линии плана заняли положение, соответствующее их отметкам между линиями восковки (рисунок 3.7). Далее точки пересечения линии плана с линиями восковки перекладывают на план. Это и будут искомые точки на плане.

### ***1. Виды и формы рельефа.***

Рельеф относится к самым существенным показателям свойств местности. Элементы рельефа представляют собой наиболее стойкие укрытия и ориентиры, что особенно важно учитывать в условиях применения ядерного оружия.

Плоские участки земной поверхности встречаются весьма редко даже на равнине. В основном же рельеф местности состоит из выпуклых (возвышенных) и вогнутых неровностей, самых различных по своей форме и размерам. Отдельные неровности земной поверхности иначе называют формами рельефа. Различают крупные формы поверхности суши, занимающие сравнительно обширные географические районы (например, горные хребты), и менее значительные по размерам неровности земной поверхности, представляющие элементарные формы рельефа, из которых он состоит.

Крупные формы рельефа в физической географии принято подразделять на два основных вида: горы (или горные области) и равнины. Эти основные формы в свою очередь подразделяют в зависимости от их высоты над уровнем моря на группы:

а) горы:

- низкие горы – 500 – 1000 м;
- средневысотные горы – 1000 – 2000 м;
- высокие горы – свыше 2000 м.

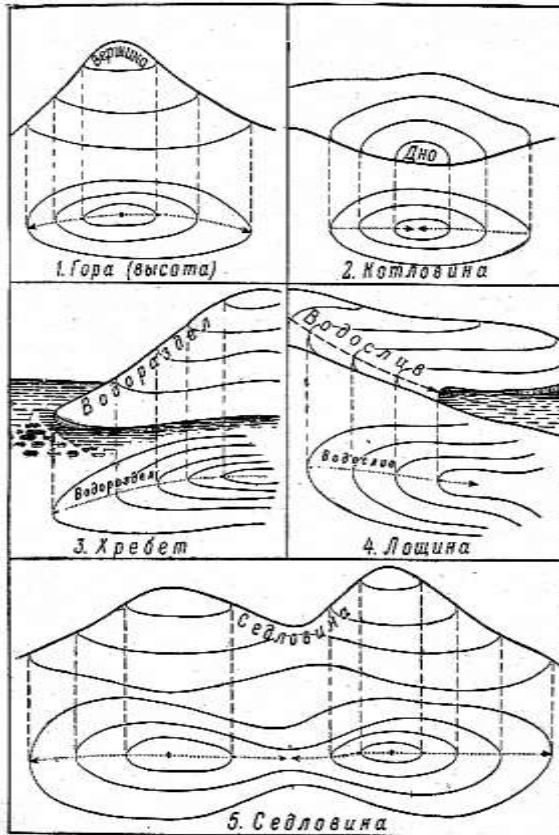
б) равнины:

- низменности – ниже 200 м;
- возвышенные равнины – 200 – 500 м;
- плоскогорья – свыше 500 м.

Элементарные формы рельефа весьма разнообразны. Однако все их можно свести к следующим пяти типовым формам:

1) Гора – значительное по высоте куполообразное или коническое возвышение с более или менее явно выраженным основанием – подошвой. Небольшая гора высотой меньше 200 м и крутизной ската меньше  $30^{\circ}$  называется холмом (высотой), а искусственный холм – курганом.

2) Котловина – замкнутая чашеобразная впадина. В некоторых котловинах дно заболочено или занято озером.



Элементарные формы рельефа.

3) Хребет – вытянутое в одном направлении возвышение. Линия соединения противоположных скатов хребта называется хребтовой линией или водоразделом. Эту линию часто называют также топографическим гребнем или просто гребнем.

Горный хребет – цепь гор, простирающаяся в одном направлении. Выступающие части горного хребта образуют вершины.

Вытянутые возвышения с очень пологими скатами, постепенно переходящим и в равнину,

называются увалами.

4) Лощина – вытянутое углубление, понижающееся в одном направлении (имеет скаты с четко выраженным верхним перегибом – бровкой).

Линию по дну, к которой направлены скаты лощины, называют водосливом, иногда она является ложем ручья. Лощины обычно хорошо задернованы, часто бывают заросшими кустарником или лесом; дно иногда заболочено.

Большие и широкие лощины с пологими скатами и слабо наклонным дном называются долинами. В горной местности встречаются узкие и глубокие лощины с почти отвесными, обрывистыми скатами, они называются ущельями.

К разновидностям лощин относятся также овраги и балки. Овраги – это большие глубокие промоины с крутыми незадернованными скатами. Их длина может достигать 5 – 10 км, глубина – до 30 м, ширина – до 50 м и более. Овраги имеют широкое распространение и встречаются в самых разнообразных условиях на равнинной и холмистой местности, на склонах гор и долин. Они образуются и из года в год увеличиваются под действием талой и дождевой воды в рыхлых и легкоразмываемых грунтах.

В предгорьях и на возвышенных каменистых равнинах иногда встречаются узкие, глубоко прорезанные реками расщелины с почти отвесными или ступенчатыми щеками – это каньоны. Их глубина может достигать нескольких десятков, а иногда и сотен метров.

5) Седловина – понижение на гребне хребта между двумя смежными вершинами; к ней с двух противоположных направлений, поперечных к хребту, подходят своими верховьями лощины. В горах дороги и тропы через хребты проходят по седловинам, которые называют перевалами.

Типовые формы рельефа могут иметь различное тактическое значение в зависимости от выполняемых задач, условий обстановки и характера местности. Однако в целом о них можно сказать следующее. Возвышения рельефа, поскольку с них лучше просматривается местность, наиболее удобны для организации с них наблюдения и ведения огня из стрелкового оружия. Особо важное значение в этом отношении имеют командные высоты и возвышенные участки, господствующие над окружающей местностью, с которых открывается наилучший обзор.

Лощины, балки, овраги выгодны в качестве укрытий и скрытых путей для преступников. Большое значение как укрытия имеют даже незначительные неровности (бугры, ямы, промоины, воронки от

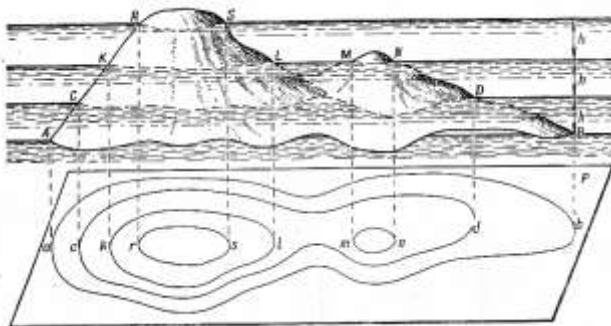
разрывов снарядов и мин). Они широко используются при перебежках и переползаниях под огнем противника.

Промоины и другие мелкие складки рельефа, в том числе канавы, придорожные кюветы, насыпи, выемки и т. п., могут служить некоторой защитой и от поражающего действия ядерного оружия. Однако наиболее надежными естественными противоядерными укрытиями для живой силы и техники являются высокие и крутые (более  $10^\circ$ ) скаты возвышенностей, обращенные в противоположную от эпицентра взрыва сторону, а также узкие, глубокие и извилистые лощины, овраги и балки, расположенные перпендикулярно или под углом к направлению распространения ударной волны.

## **2. Сущность изображения рельефа горизонталями на топографических картах.**

Топографическая карта должна давать трехмерное представление о местности, позволяя не только производить измерения в горизонтальной плоскости, но и определять положение различных точек и объектов местности по высоте. Чтобы отчетливо и полно представлять себе местность по карте, необходимо, прежде всего, хорошо разбираться в изображении на ней рельефа, т. е. уметь быстро и правильно определять по карте:

- виды неровностей земной поверхности, их взаимное положение и связь между собой;
- взаимное превышение и абсолютные высоты точек местности;
- формы, крутизну и протяженность скатов.



### **Сущность изображения рельефа горизонталями.**

На современных топографических картах рельеф изображается горизонталями, т.е. кривыми замкнутыми линиями. Каждая линия обозначает на карте горизонтальный контур соответствующей

неровности, все точки которого расположены на местности на одной и той же высоте над уровнем моря.

Чтобы лучше уяснить сущность изображения рельефа горизонталями, представим себе остров в виде горы, постепенно затопляемой водой. Допустим при этом, что уровень воды последовательно останавливается через одинаковые промежутки по высоте ( $h$ ). Каждому уровню воды, начиная с исходного уровня, будет соответствовать своя береговая линия в виде замкнутой кривой, все точки которой имеют одну и ту же высоту. Эти линии можно рассматривать и как следы сечения неровностей местности уровнями поверхностями, параллельными уровенной поверхности моря, от которой ведется счет высот. Исходя из этого, расстояние по высоте между смежными секущими поверхностями называется высотой сечения ( $h$ ).

Если все эти линии равных высот спроектировать отвесными линиями на основную, уровенную поверхность, т.е. на уровенную поверхность моря, и изобразить в заданном масштабе на карте, то получим на ней изображение горы в виде системы кривых линий. Это и будут горизонтали.

Из рассмотренного примера можно сделать следующие выводы:

1. Все точки данной горизонтали имеют одну и ту же высоту над уровнем моря. Высота этих точек отличается от высоты точек смежной горизонтали на высоту сечения. При данной высоте сечения, чем больше горизонталей на скате, тем он выше, а чем ближе горизонтали одна к другой, тем скат круче.

Следовательно, по числу горизонталей можно определять превышение одних точек местности над другими, а по расстоянию между горизонталями, т.е. по величине заложения судить о крутизне ската. Направление ската в каждой его точке перпендикулярно к горизонталям.

2. Начертание и все изгибы горизонталей на карте сохраняют подобие соответствующих им линий равных высот на местности. Следовательно, по начертанию горизонталей на карте можно судить о форме и взаимном расположении неровностей местности.

### ***2.1 Виды горизонталей на топографических картах.***

Высота сечения для изображения рельефа горизонталями зависит от масштаба, в котором составляется карта, и от характера рельефа. Чтобы изображение рельефа получалось более выразительным и наглядным, высота сечения на картах плоскоравнинных районов, отличающихся весьма пологими формами неровностей, берется в два раза меньше обычной, так называемой нормальной высоты сечения, а на картах высокогорных районов – наоборот, в два раза больше ее.

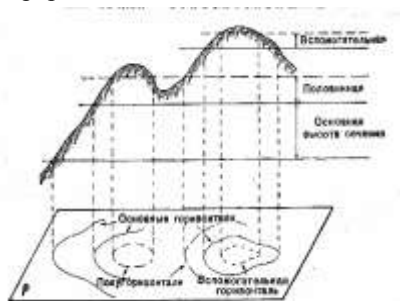
Нормальной высотой сечения, установленной для карт остальных районов, считается высота сечения, равная 0,02 величины масштаба



карты, т. е. 5 м для карты масштаба 1:25 000 (величина масштаба 250 м) и соответственно 10, 20 и 40 м для карт масштабов 1:50 000, 1:100 000 и 1:200 000.

Горизонтали на карте, соответствующие установленной для нее высоте сечения, проводятся сплошными линиями и называются основными, или сплошными горизонталями. Нередко бывает, что при данной высоте сечения важные подробности рельефа не выражаются на карте, так как находятся между секущими поверхностями. В этих случаях, помимо основных горизонталей, применяют половинные (полугоризонталю); которые проводятся на карте через половину основной высоты сечения. В отличие от основных горизонталей половинные горизонталю вычерчивают прерывистыми линиями.

В отдельных местах, где нужны подробности рельефа не выражаются основными и половинными горизонталями, проводят между ними еще вспомогательные горизонталю. Для облегчения счета горизонталей, при определении высот точек по карте все сплошные горизонталю, соответствующие пятикратной высоте сечения, вычерчивается утолщено (утолщённые горизонталю).



Изображение элементов рельефа на карте

Все горизонталю на картах для лучшей читаемости изображения рельефа печатаются коричневой краской. Основная высота сечения бывает всегда указана – под южной стороной рамки карты.

## 2.2 Особенности изображения рельефа горизонталями на картах масштабов 1: 500 000 и 1: 1 000 000.

Изображение рельефа горизонталями на картах мелкого масштаба получается недостаточно наглядным. Для устранения этого недостатка на картах масштабов 1:500000 и 1:1 000 000 изображение горного рельефа горизонталями дополняется отмывкой, т.е. оттенением скатов неровностей. Тени при этом накладывают серой краской, обычно на восточные и южные скаты.

	<p><b>Определить нельзя:</b> 1-ю видя форму рельефа определяю верши (по хребту или по ложине), 2-ую направление (гора или котловина); Чтобы определить это, надо знать направление понижения ската, которое определяется;</p>	
	<p><b>По указателям скатов</b> (концы штриха направлены всегда в сторону понижения)</p> <p style="text-align: center;">а</p>	
	<p><b>По отметкам горизонталей</b> (цифры стоят вверх обращены в сторону повышения ската)</p> <p style="text-align: center;">б</p>	
	<p><b>По отметкам высот</b> (поминки в сторону меньшей отметки)</p> <p style="text-align: center;">в</p>	
	<p><b>По расположению водоемов</b> (поминки всегда в сторону водоема)</p> <p style="text-align: center;">г</p>	

**Определение форм рельефа по** одинаково – как замкнутые горизонталы. Также схожи между собой изображения хребта и ложины. Отличить их можно лишь по направлению скатов. Поэтому важно научиться определять направление скатов неровностей.

Определение форм рельефа производится по:

а) указателям скатов – штрихам, расставленным на горизонталях по направлению понижения скатов;

б) отметкам горизонталей – цифровым подписям на горизонталях, показывающим их высоту над уровнем моря. Верх цифр всегда обращен в сторону повышения ската;

в) отметкам высот отдельных точек, указывающим высоту над уровнем моря наиболее характерных точек местности – вершин, гор холмов, высших точек водоразделов, наиболее низких точек долин и оврагов, урезов воды в водоемах, а также других точек, являющихся ориентирами.

На карте масштаба 1:500 000 изображение горного рельефа горизонталями дополняется не только отмывкой, но и послышной окраской высотных слоёв. Слои при этом покрываются коричневой краской различных тонов по принципу, чем выше, тем темнее.

### 3. Чтение рельефа по горизонталям и условным знакам.

Вид, взаимное положение и связь между собой неровностей рельефа легко распознаются по начертанию горизонталей и направлению скатов. Сравнивая изображения горы и котловины видно, что они выглядят на карте

Кроме этого, для быстрого чтения рельефа необходимо находить характерные линии и точки, соответствующие типовым формам рельефа:

- 1) вершина – самая высокая точка горы;
- 2) дно котловины – самая низкая точка котловины;
- 3) середина седловины – наиболее низкая точка между двумя высотами, от которой в две стороны местность повышается и в две – понижается;
- 4) водораздел – линия, проходящая по гребню хребта;
- 5) водослив – линия, проходящая по дну лощины и часто переходящая в русло ручья. По этим точкам и линиям удобно определять подъемы, спуски и свое место нахождения.

### ***3.1 Особенности изображения горизонталями равнинного и горного рельефа.***

Изображение рельефа горизонталями дает достаточно наглядное и полное представление о форме, размерах и взаимном расположении неровностей, позволяя сравнительно просто определять по карте их количественные характеристики. Даже беглое ознакомление на карте с густотой и начертанием горизонталей дает возможность сразу же судить об общем характере рельефа, системе расположения и взаимной связи его неровностей. Однако изображение горизонталями различных типов рельефа имеет свои особенности, которые необходимо учитывать при его детальном изучении по карте.

Наиболее наглядно представляется горизонталями рельеф с крупными, четко выраженными и плавными формами. Изображение же равнинного рельефа получается менее выразительным, так как горизонтали здесь проходят на значительном расстоянии одна от другой и не выражают многих подробностей, заключающихся между горизонталями основного сечения.

Поэтому на плоскоравнинных участках наряду с основными (сплошными) горизонталями проводят полугоризонталю, что улучшает читаемость и подробность изображения равнинного рельефа. При изучении по карте горного и сильнопересеченного рельефа, приходится иметь дело с очень густым расположением горизонталей. При большой крутизне скатов заложения местами бывают настолько малы, что провести здесь раздельно все горизонтали не представляется возможным.

Наименьшее заложение, допускающее раздельное вычерчивание горизонталей на карте, практически равно 0,25 мм. Крутизна ската, соответствующая такому заложению, называется предельной крутизной, выражаемой горизонталями. Она зависит от высоты сечения и масштаба карты. Для карт всех масштабов с нормальной высотой сечения предельная крутизна ската, выражаемая горизонталями, равна примерно 40°. Для карт, на которых высота сечения больше нормальной,

предельная крутизна равна около  $60^\circ$ , а для карт с высотой сечения менее нормальной она примерно равна  $20^\circ$ . При изображении на карте скатов, крутизна которых больше предельной, но менее  $65^\circ$ , горизонтали вычерчивают слитно одна с другой или же проводят их с разрядкой, оставляя между утолщенными горизонталями вместо четырех только две или три промежуточные горизонтали. Обрывистые же скаты крутизной более  $65^\circ$  (обрывы, скалы) изображают условными знаками.

### ***3.2 Изучение деталей рельефа, не выражающихся горизонталями.***

Многие подробности рельефа, имеющие большое значение, невозможно отобразить на картах, так же как обрывы и скалы, только горизонталями. Это касается главным образом объектов, отличающихся своеобразием своих форм и размещения (например, осыпей, пещер, подземных выработок и пр.) или же незначительных по своим размерам (курганов, ям, промоин, карстовых воронок и т. п.). Такие объекты, не выражающиеся горизонталями, показываются на картах специальными условными знаками.

Рассмотрим основные правила применения этих условных знаков на картах. Естественные образования рельефа (обрывы, скалы, осыпи и т. п.) изображаются на картах условными знаками коричневого цвета, как и горизонтали, а искусственные образования рельефа (насыпи, выемки, курганы и пр.) и скалы–останцы изображаются – знаками черного цвета. Цифры, подписанные рядом с условными знаками обрывов, оврагов, промоин, насыпей, выемок, курганов и ям, означают в метрах их высоту над подошвой или глубину. Если цифровая подпись у оврага или промоины дана в виде дроби, то числитель означает ширину, а знаменатель – глубину.

Обрывы и обрывистые берега оврагов, рек и озер высотой более 1 м на картах 1:25 000 и 1:50 000 (более 2 м на карте 1:100 000) изображаются сплошной линией с зубчиками.

Промоины и узкие овраги изображаются одной линией на картах 1:25000 и 1:50 000 при ширине до 5 м, а на карте 1:100 000 при ширине до 10 м, более широкие изображаются в две линии. Овраги с задернованными бровками, выражающиеся по ширине в масштабе карты, показываются штриховым рисунком, который обозначает на карте точное положение бровки оврага.

Особым условным знаком показываются входы в пещеры и гроты, а в горах – перевалы с указанием времени, когда ими возможно пользоваться. Участки, покрытые вечными снегами и льдами, изображаются горизонталями синего цвета.

### ***4. Определение абсолютных высот и взаимного превышения точек местности.***

Абсолютная высота точек местности – это высота ее над уровнем Балтийского моря (для Российских карт). Абсолютные высоты точек местности по карте определяют по горизонталям, используя имеющиеся на карте высотные отметки.

Если определяемая точка расположена на горизонтали, то ее абсолютная высота, очевидно, равна высоте этой горизонтали. Если же точка находится между горизонталями, то надо определить высоту ближайшей к ней нижней горизонтали и прибавить к этой величине превышение данной точки над горизонталью. Это превышение определяется на глаз.

Взаимное превышение точек определяется как разность их абсолютных высот. Если же точки расположены на одном и том же скате, то задача решается просто путем подсчета числа промежутков между горизонталями этих точек: их взаимное превышение равно произведению высоты сечения на полученное число промежутков между горизонталями.

#### ***5. Направление, форма и крутизна скатов. Определение крутизны скатов.***

Скат – это наклонная поверхность форм рельефа. Наиболее важным в тактическом отношении элементом каждой неровности являются скаты, т.е. образующие ее боковые поверхности. К основным характеристикам скатов, определяющим их тактические свойства, относятся:

- крутизна, т. е. угол наклона ската к горизонтальной плоскости,
- высота – превышение высшей точки ската над низшей,
- длина – протяженность ската.

Направление, по которому расстояние от верхней точки ската до его подошвы является кратчайшим, называется направлением ската, а проекция ската на горизонтальную плоскость – его заложением.

Крутизна скатов обычно измеряется в градусной мере и является основным показателем их доступности (проходимости). Классификация скатов по крутизне и примерные данные, характеризующие их доступность, приведены в таблице.

Тактически важное значение, особенно в отношении влияния на условия наблюдения, ведения огня и защиты от него, имеет форма скатов, т.е. их начертание профиля. По этому признаку скаты подразделяют на: ровные, вогнутые, выпуклые и волнистые.

Ровный скат на всем протяжении имеет одинаковую крутизну; он весь хорошо просматривается и простреливается огнем из стрелкового оружия как со стороны гребня, так и со стороны подошвы.

Вогнутый скат круче к вершине и положе к подошве; в отношении обзора и обстрела он обладает в основном теми же свойствами, что и ровный скат.

Выпуклый скат, наоборот, положе к вершине и круче к подошве; его нижняя часть не просматривается и не простреливается настильным огнем с гребня, а верхняя часть – со стороны подошвы.

Волнистый скат представляет собой сочетание скатов различной формы; в профиль он имеет вид извилистой линии. Разновидностью волнистого ската является ступенчатый скат. Такие скаты свойственны главным образом горному рельефу. Они отличаются значительной крутизной отдельных участков и резкими перегибами, образующими уступы. При организации наблюдения на этом скате необходимо тщательно выбирать место, так как с вершины ската местность у подошвы просматриваться не будет. Волнистый скат может иметь участки всех трех форм скатов.

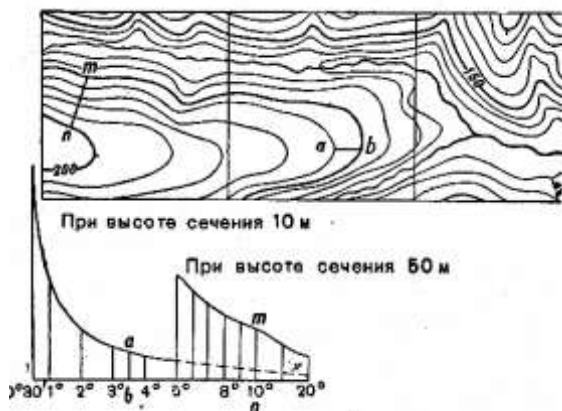
Формы скатов определяются по взаимному расположению горизонталей на скате. Если скат ровный, то горизонтали располагаются на равных расстояниях одна от другой. При вогнутом скате горизонтали чаще, расположены к вершине. При изображении выпуклого ската горизонтали чаще расположены к подошве.

## 5.1

### *Определение крутизны скатов.*

Крутизна ската определяется по карте по степени сближения между собой горизонталей на этом скате, т.е. по величине заложения ската между двумя смежными горизонталями.

1) *Определение крутизны скатов по шкале заложений.*



### *Определение крутизны скатов по шкале заложений*

Шкалой заложений называется специальный график, который печатается на всех листах топографических карт рядом с линейным масштабом.

Для определения крутизны ската надо взять циркулем или с помощью полоски бумаги расстояние между двумя смежными

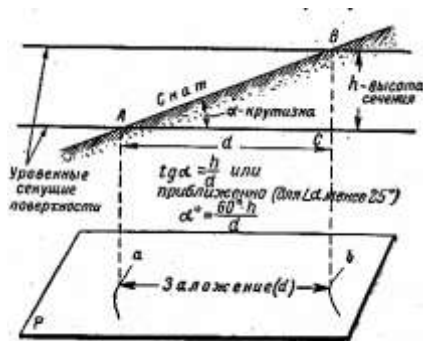
горизонталями на интересующем нас скате и приложив этот отрезок к шкале заложений найти место точного совпадения раствора циркуля с одним из перпендикуляров графика. Значение угла наклона ската определяют цифрой, подписанной против соответствующего перпендикуляра.

Если горизонтали на скате расположены очень близко одна к другой, и взять циркулем расстояние между ними затруднительно, тогда удобнее пользоваться правой частью шкалы, беря при этом по карте заложения между соседними утолщенными горизонталями.

## 2) Оценка крутизны скатов на глаз.

По карте обычно не приходится определять крутизну скатов более  $25^\circ$ . Для углов не превышающих эту величину, можно приближенно считать, что крутизна ската  $\alpha$  обратно пропорциональна заложению  $d$  и прямо пропорциональна высоте сечения  $h$ :

$$\alpha = \frac{60^\circ * h}{d} \square$$



На этом и основан глазомерный способ определения крутизны ската по карте. Чтобы применять этот способ, надо предварительно определить по шкале заложений крутизну ската, которая на данном листе карты соответствует заложению в 1 см.

Дальнейшая задача по определению крутизны ската сводится в основном к глазомерной оценке в сантиметрах заложения между смежными горизонталями данного ската. Определяемая крутизна получается, как частное от деления крутизны ската, соответствующего заложению в 1 см, на величину заложения.

Например, если на карте масштаба 1:25 000 с высотой основного сечения 10 м определить по шкале заложений крутизну ската при заложении в 1 см, то она будет равна примерно  $2,5^\circ$ . Поэтому, если на данном листе карты заложение между смежными горизонталями равно 0,5 см, то крутизна в этом месте будет около  $5^\circ$ , а если заложение равно 1 мм, то крутизна будет около  $25^\circ$ .

Крутизна ската, соответствующая заложению в 1 см, зависит от масштаба карты, а также от высоты сечения и неодинакова на различных картах. Однако, на всех листах карт с нормальной высотой сечения (т.е. с

высотой сечения, равной 0,02 величины масштаба карты) заложению в 1 см соответствует одна и та же крутизна, равная  $1,2^\circ$  или округленно  $1^\circ$ .

Поэтому для указанных карт применимо общее приближенное правило, определяемая крутизна ската во столько раз больше (меньше)  $1^\circ$ , во сколько раз его заложение между смежными сплошными горизонталями меньше (больше) 1 см.

#### ***6. Виды условных знаков и пояснительные подписи на картах.***

На топографических картах местность изображается как бы в двух планах: во-первых, показан вид и особенности земной поверхности по ее изображению горизонталями и, во-вторых, расположение на ней объектов местности. Эти объекты изображаются на картах топографическими условными знаками.

Топографические условные знаки представляют собой единую систему обозначения различных топографических объектов, которая в сочетании с горизонталями воспроизводит на карте действительную картину местности.

Однако даже на карте самого крупного масштаба нельзя изобразить во всей полноте и подробностях бесконечное разнообразие местных предметов и их особенностей. Поэтому на картах изображаются наиболее существенные элементы местности их характерные особенности. Чем мельче масштаб, тем меньшее количество предметов и с меньшими подробностями показывается на карте.

Все местные предметы при изображении на топографических картах подразделяются на следующие основные группы, для каждой из которых установлена своя система условных обозначений:

- растительный покров и грунт;
- гидрография;
- населенные пункты;
- промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты;
- дорожная сеть;
- административные границы и ограждения;
- отдельные местные предметы ориентиры.

Условные знаки стандартны, они имеют обычно простое начертание, удобное для вычерчивания и запоминания, и своим рисунком или цветом до некоторой степени напоминают внешний вид или какие-либо другие признаки изображаемых предметов.

Условные знаки местных предметов по их назначению и свойствам разделяются на три вида:

- 1) масштабные;
- 2) внемасштабные;



3) пояснительные.

Масштабные или контурные условные знаки применяются для обозначения местных предметов, выражающихся в масштабе карты, т.е. размеры которых (длину, ширину, площадь) можно измерить на карте, например, площадь леса, болота, населенного пункта. Такие знаки состоят из контура, т. е. границы площади данного предмета и заполняющих его, одинаковых по своему рисунку знаков, которые называются заполняющими условными знаками. Эти знаки не указывают ни местоположения отдельных предметов в пределах контура, ни их количества.

Внемасштабные условные знаки применяются для изображения мелких местных предметов, не выражающихся в масштабе карты; отдельных деревьев, домов, колодцев и т. п. Внемасштабный словный знак показывает местоположение данного объекта на карте, и своим рисунком указывает, что это за объект. Местоположение объектов показывает главная точка, которая находится:

- у знаков симметричной формы (кружок, квадрат, прямоугольник, звездочка, треугольник) – в центре фигуры;
- у знаков, имеющих форму фигуры с широким основанием, в середине основания;
- у знаков, имеющих в основании прямой угол, – в вершине угла;
- у знаков, представляющих собой сочетание нескольких фигур, – в центре нижней фигуры.

Этими главными точками надо пользоваться при определении координат объектов и расстояний между ними.

К внемасштабным условным знакам относятся также знаки дорог, ручьев и других линейных местных предметов, у которых в масштабе выражается лишь длина, а ширина не может быть измерена по карте. Их местоположение на карте определяется продольной осью (серединой) знака.

Некоторые объекты на картах крупных масштабов изображаются контурными условными знаками, а на картах мелких масштабов – внемасштабными (населенные пункты, реки и т. п.).

Пояснительные условные знаки применяются для дополнительной характеристики местных предметов и показа их разновидностей. Например, фигурка хвойного или лиственного дерева внутри контура леса показывает преобладающую в нём породу деревьев, стрелка на реке – направление течения и т.п.

Пояснительные подписи. Помимо условных знаков на картах применяются полные и сокращенные подписи, а также цифровые

характеристики некоторых объектов. Подписи дают дополнительную характеристику изображаемых объектов (названия населённых пунктов, рек, урочищ, гор; род производства, породу деревьев и др.). Цифровые обозначения применяются для численных характеристик объектов (количество домов в населённом пункте, высот точек, размеров и грузоподъёмности мостов, высоты и толщины деревьев, глубины бродов, скорости течения рек и т. п.).

Для большей наглядности карты печатаются в красках: цвет также играет роль условных обозначений.

Цвета красок стандартны и в некоторой мере соответствуют окраске изображаемых ими объектов. Леса, сады, кустарники покрываются зеленой краской, вода – голубой или синей, рельеф – коричневой, автострады и шоссейные дороги – оранжевой, улучшенные грунтовые дороги – жёлтой.

Топографические условные знаки наиболее часто встречающихся местных предметов даны в таблицах.

Кроме топографических условных знаков, для нанесения обстановки на карты (планы, схемы) необходимо знать тактически условные знаки, которыми обозначаются органы и учреждения МВД силы и средства, участвующие в выполнении различных служебно-оперативных задач.

Тактические условные знаки необходимо не только знать, но и уметь аккуратно чертить, так как без этого невозможно нанести обстановку на карту (план, схему) или составить графический документ.

При вычерчивании схемы места происшествия необходимо знать и уметь четко чертить криминалистические условные знаки, которыми показывают различные детали происшествия или преступления.

## ***7. Изображение растительного покрова, дорожной сети, гидрографии, населенных пунктов и местных предметов на карте.***

### ***7.1 Элементы растительного и почвенно-грунтового покрова.***

Для изучения элементов растительного и почвенно-грунтового покрова наиболее пригодны карты масштабов 1:25 000 – 1:100 000. По ним можно установить основные данные о растительности и грунте, необходимые для оценки проходимости, защитных и маскировочных свойств местности, а также для выявления местных ресурсов строительных материалов.

На топографических картах различаются следующие типы растительности: древесная (леса, рощи и отдельные деревья) и кустарниковая; травянистая, полукустарниковая, моховая и лишайниковая; искусственные насаждения древесных, кустарниковых и травянистых культур (сады, парки, защитные лесные полосы, различного рода плантации).

Из разновидностей грунтового покрова на картах показываются главным образом те, которые отличаются характером своей поверхности. При этом различаются: твердые грунты – скальные и полускальные (каменистые поверхности); рыхлые грунты – пески, каменистые россыпи, галечники, глинистые и щебеночные поверхности; поверхности с микрорельефом, обусловленным особенностями растительности и грунта (кочковатые, бугристые, полигональные поверхности).

Различные типы растительного покрова и грунта изображаются на картах установленными для них условными знаками, фоновой окраской их площадей или же сочетанием того и другого. Мелкие объекты (отдельные деревья и кусты, небольшие рощи, такыры, не выражающиеся в масштабе карты) показываются внемасштабными условными знаками. Если в пределах контура сочетаются условные знаки нескольких типов растительности и грунта, то это указывает на наличие такого же разнообразия и на местности.

Лес – это древесная растительность высотой более 4 метров и сомкнутостью крон 0,2 (площадь проекции крон к площади всего леса). Породу леса показывает пояснительный условный знак (фигурка хвойного или лиственного дерева), который стоит внутри контура вместе с пояснительной подписью, уточняющей преобладающую породу деревьев (береза, бук, сосна и т.п.). Смешанный лес обозначается двумя знаками (хвойное и лиственное деревья), из которых левый указывает преобладающую породу; если она составляет более 80% всех деревьев, то лес считается однородным и обозначается одним знаком преобладающей породы. Справа от пояснительного знака породы подписываются в метрах в виде дроби: в числителе – средняя высота деревьев, в знаменателе – средняя толщина стволов на высоте груди человека; справа от дроби – среднее расстояние между деревьями.

В лесах показываются также просеки и идущие по ним линии связи и электропередачи, а также поляны, имеющие значение ориентиров. Цифры означают: на просеках – их ширину в метрах, а внутри лесных кварталов – номера кварталов. Нумерация кварталов облегчает ориентирование в лесу, так как на местности она бывает указана на квартальных столбах, поставленных в местах пересечения просек. Кустарником на картах показывают низкорослую многолетнюю древесную растительность, отличающуюся от деревьев ветвлением у самой поверхности земли. Как и леса, кустарники подразделяют по породам (ставится пояснительный знак). Цифра рядом с пояснительным знаком означает высоту кустарника в метрах. Отдельные кусты, имеющие значение ориентиров, показываются своим знаком, у которого центр кружка соответствует положению куста на местности.

Болота при изображении на картах подразделяют:

а) по степени проходимости на: проходимые, труднопроходимые и непроходимые;

б) по характеру растительного покрова на: травянистые, моховые и камышовые (тростниковые).

Глубина проходимых и труднопроходимых болот подписывается (в метрах) рядом с вертикальной стрелкой, указывающей место промера.

Разновидности растительного покрова и характер поверхности болот показываются сочетанием знака болота с соответствующими знаками леса, кустарника, камыша, кочек и т. п.

При изучении болот по карте не следует полностью полагаться только на показания карты, надо уточнять их непосредственно на местности путем разведки. О проходимости нельзя судить только по условному знаку болота, одновременно должны учитываться следующие данные:

а) глубина болота (по отметкам глубин, подписанным на карте).

б) характер растительного покрова (по условному знаку растительности).

в) форма рельефа (по горизонталям на болоте и вокруг него).

Изучение рельефа при оценке болот важно потому, что он во многом определяет их свойства: их очертание и глубину, высоту стояния грунтовых вод, сток воды и систему естественного дренажа.

Грунты на картах показываются лишь те, которые резко отличаются характером своей поверхности: — пески, солончаки, глинистые поверхности (такыры), галечники, каменистые поверхности (выходы коренных пород) и др.

Каждая из этих типовых разновидностей грунтового покрова легко распознается на карте по начертанию и коричневой окраске своего условного знака, за исключением солончаков и болот — выделяются штриховкой синего цвета и такыров, площади которых имеют на карте оранжевую фоновую окраску.

## **7.2 Гидрография и дорожная сеть.**

Топографические карты подробно показывают и характеризуют все важнейшие объекты гидрографии и дорожной сети со всеми относящимися к ним гидротехническими и дорожными сооружениями.

Рассмотрим основные правила изображения этих объектов на картах. На топографических картах показываются следующие основные объекты гидрографии: побережье и прибрежная полоса морей; озера, пруды и другие естественные и искусственные водоёмы; реки и каналы; колодцы и водные источники.

При изучении этих объектов по карте необходимо иметь в виду следующее: береговая линия, побережье и прибрежная полоса морей, крупных озер и других водных бассейнов отображаются на карте с

максимальной полнотой и точностью, допускаемой масштабом. По карте при этом можно установить:

1. Точное очертание береговой линии, тип и характер берегов и побережья. Изображаемая на карте береговая линия моря соответствует наиболее высокому уровню воды – линии прилива во время прилива. Районы побережий с приливно–отливными колебаниями уровня воды отмечаются на картах подписью синего цвета вдоль береговой линии и указывается в метрах средняя величина прилива. Береговая линия рек, озер и др. закрытых водоемов соответствует линии уреза воды в межень.

2. Наличие и характер береговых отмелей, мелей и берегов осушки, т.е. приливно–отливных полос. Особыми условными знаками показываются подводные, надводные и осыхающие камни, надводные скалы и другие объекты, характеризующие качество дна и подходов к берегу, доступность побережья со стороны моря и условия десантирования. На картах точно наносятся все отдельно расположенные острова на морях, озерах и реках.

Показываются также все выражающиеся в масштабе карты озера, пруды и прочие водоемы, имеющие значение ориентиров.

Реки, каналы и прочие элементы речных систем изображают с сохранением подобия действительного очертания береговых линий и с отображением всех основных показателей, характеризующих проходимость речных русел и пойм.

Небольшие реки и ручьи, ширина которых в масштабе карты менее 0,4 мм, а также каналы шириной менее 0,8 мм на карте изображаются внесмаштабными условными знаками в одну или две линии в зависимости от их ширины.

Ширина и глубина рек и каналов подписываются (синим цветом) в виде дроби: в числителе – ширина в метрах, в знаменателе – глубина. Скорость течения в метрах в секунду подписывается вдоль стрелки, указывающей направление течения.

Броды на реках обозначаются условным знаком с подписью *бр.* и с указанием его глубины и длины в метрах (числитель), характера грунта дна (знаменатель) и скорость течения в м/сек. Символы для обозначения характера дна:

К – дно каменистое, с крупными камнями;

Т – твердое, ровное (каменистое, галечниковое или щебеночное);

П – песчаное плотное;

В – вязкое (глинистое, илистое).

На реках показываются соответствующими условными знаками мосты, паромы, перевозки, а также плотины, шлюзы и другие гидротехнические сооружения с их характеристиками.

Цифры у синего кружка на берегу реки (канала, озера, водохранилища) означают отметку (высоту) уреза воды в метрах.

Колодцы и водные источники (ключи, родники) подробно показываются лишь в засушливых и безводных районах. Среди колодцев выделяются главные, отличающиеся наибольшей наполняемостью, хорошим качеством воды и важные как ориентиры.

В районах, хорошо обеспеченных водой, изображаются только те колодцы и источники, которые расположены вне населенных пунктов и имеют значение ориентиров. Условные знаки колодцев и водоисточников сопровождаются пояснительной подписью, означающей род объекта (*к* – колодец, *арт.к.* – артезианский колодец, *ист.* – источник, *кл.* – ключ, *род.* – родник).

У знаков главных колодцев (источников) в засушливых районах, кроме того, помещается их характеристика. В числителе – абсолютная высота поверхности земли у колодца, в знаменателе – глубина колодца в метрах. Сбоку в скобках указывается качество воды, например: *сол.* (соленая) или состояние колодца, например: *сух.* – сухой. После скобок подписывается скорость наполнения колодца водой (в литрах в час).

Дорожная сеть. Основными требованиями, предъявляемыми к изображению дорожной сети на топографических картах, являются: точное отображение ее начертания, четкий показ класса каждой дороги и ее состояния, подробный показ дорожных сооружений, характеризующих техническую оснащенность дороги и являющихся ориентирами. Особое внимание уделяется четкому изображению участков дорог у мостов, переправ, в теснинах, на болотах и в других местах, где объезд затруднителен или невозможен.

Данные, особенно о классе дорог, ширине, устройстве их проезжей части (полотна) и техническом оборудовании, дают возможность изучать и оценивать по карте эксплуатационные возможности дорог: их пропускную способность, грузоподъемность, возможные сезонные изменения условий передвижения – и в соответствии с этим производить предварительные расчеты при планировании и организации передвижения и перевозок по ним.

Железные дороги изображаются на картах с подразделением: – по ширине колеи: дороги нормальной колёй и узкоколейные;

– по числу путей: однопутные, двухпутные, трехпутные (число путей указывается на карте штрихами на условном знаке дороги);

– по виду тяги: электрифицированные и с паровой или дизельной тягой;

– по состоянию: действующие, строящиеся и разобранные.

Особыми условными знаками изображаются трамвайные линии (вне населенных пунктов) и подвесные дороги. На железных дорогах

показываются все железнодорожные станции, разъезды, платформы и остановочные пункты, а также рабочие казармы, блок–посты. Их изображения сопровождаются соответствующими сокращенными подписями, указывающими род объекта: *ст., раз., пл., ост. и., каз., бл.–п.* и т.п.

Автогужевые дороги. При изучении дорог по карте необходимо не только хорошо разбираться в начертании их условных знаков, но отчетливо представлять себе характер и основные свойства каждой дороги и с учетом особенностей различных участков дорог в зависимости от рельефа, почвенно–грунтовых и других условий местности.

Основные правила изображения автогужевых дорог на картах сводятся к следующему.

Автострადы, усовершенствованные шоссе, шоссе и улучшенные грунтовые дороги показываются все независимо от густоты дорожной сети. Дороги же более низких классов при изображении районов с густой дорожной сетью наносятся с отбором. Предпочтение для нанесения на карту при этом отдается дорогам, которые соединяют населенные пункты по кратчайшим расстояниям и являются более удобными для движения.

Пешеходные тропы наносятся все лишь в труднодоступных районах (горы, болота и т. п.), на участках, где нет других путей сообщения. В остальных районах показываются лишь те тропы, которые служат единственными путями к важным объектам или являются ориентирами.

На автострадах и шоссейных дорогах вдоль условного знака подписывается их техническая характеристика. Например: 8 (12) Б. Это означает: 8 – ширина покрытия в метрах, 12 – ширина всей дороги от канавы до канавы, Б – материал покрытия – булыжник (А – асфальт или асфальтобетон, Бр – брусчатка, Г – гравий, К – колотый камень, Кл – клинкер, Ц – цементобетон, Шл – шлак, Щ – щебень). На улучшенных грунтовых дорогах указывается обычно только ширина дороги от канавы до канавы. Ширина грунтовых (проселочных) дорог подписывается лишь в местах, где проезд возможен только по самой дороге (в лесу, на болоте, в выемке и т.п.).

Мосты. Условные знаки более крупных и важных мостов сопровождаются пояснительной подписью, указывающей материал постройки (Д – деревянный, М – металлический, К – каменный, ЖБ – железобетонный). Большие мосты, протяжением более 1,5 – 2 мм в масштабе карты, подразделяются при этом по конструкции (двухъярусные, подъемные, разводные, цепные, канатные, на плавучих опорах), которая указывается соответствующим рисунком их условного знака. Мосты через канавы и другие незначительные препятствия (уже 3

м) на грунтовых дорогах показываются лишь те, которые имеют значение ориентиров.

Цифры, подписанные около условного знака моста, означают: перед дробью – высоту моста над водой, в числителе – длину и ширину моста в метрах, в знаменателе – его грузоподъемность в тоннах.

### ***7.3 Населенные пункты, промышленные и другие объекты.***

Подробное изучение населенных пунктов производится главным образом по картам масштабов 1:25 000 или 1:50 000 и специальным планам более крупного масштаба.

На этих картах и планах наиболее полно и подробно показываются: внешние очертания, планировка, характер и плотность застройки населенных пунктов; точное расположение улиц, проездов, перекрестков, площадей, парков, садов и других незастроенных участков с выделением главных улиц, а также выдающихся зданий, важнейших объектов и ориентиров.

Вместе с тем дается характеристика населенных пунктов по их типу (города, поселки сельского типа и другие), численности населения и политико–административному значению.

Плотно застроенные кварталы населенных пунктов на картах масштабов 1:25000 и 1: 50000 изображаются с подразделением их на кварталы с преобладанием (более 50 %) огнестойких построек (кирпичных, каменных, железобетонных) и не огнестойких (деревянных, глинобитных, саманных). Степень огнестойкости показывается фоновой окраской кварталов соответствующего цвета.

На картах масштабов 1:100 000 и 1:200 000 такого подразделения нет, и все застроенные кварталы изображаются сплошной заливкой черного цвета. В населенных пунктах с рассредоточенной и бессистемной застройкой огнестойкость строений на картах не отображается.

Изображения всех населенных пунктов сопровождаются подписями их официальных названий. Размер и начертание шрифта этих подписей указывают тип, политико–административное значение и численность населения.

Чем крупнее подпись названия пункта, тем он больше по-своему политико–административному значению или по количеству населения. Под названием поселков сельского и дачного типов подписывается число домов и помещаются все другие подписи и условные знаки, указывающие на наличие в населенном пункте тех или иных объектов.

Производственные предприятия и сооружения на картах масштабов 1:25000 – 1:100 000 показываются все, за исключением расположенных в населенных пунктах. Здесь показываются лишь



наиболее выдающиеся объекты, главнейшие ориентиры (сооружения башенного типа, заводские трубы и т. п.).

В зависимости от размеров занимаемой площади объекты изображаются знаками соответствующих строений и сооружений в масштабе или же внесмасштабными знаками. Внутри контуров объектов, выражающихся в масштабе карты, внесмасштабные знаки заводов и фабрик, электростанций, метеорологических станций не ставятся.

Заводские и фабричные трубы на территориях предприятий, изображаемых в масштабе, показываются специальным условным знаком; цифры при этом знаке означают высоту трубы в метрах. При обозначении промышленных предприятий, шахт, мест добычи полезных ископаемых открытым способом и т. п. помещаются подписи, указывающие род объекта или производства (продукта добычи). Такими же пояснительными сокращенными подписями сопровождаются обозначения сельскохозяйственных объектов, расположенных отдельно.

Геодезические пункты и отдельные местные предметы – ориентиры. Геодезическими пунктами называются точки на земной поверхности, положение которых (координаты и высоты над уровнем моря) точно определено и прочно закреплено (обозначено) на местности.

Геодезические пункты имеют большое значение: они служат исходными точками для производства съемок и других точечных измерительных работ на местности. Геодезические пункты наносятся на карты с максимальной точностью; около их условных знаков на карте ставятся отметки, указывающие высоту местоположения пункта в метрах над уровнем моря.

С особой тщательностью на картах изображаются также ориентиры, к которым относят местные предметы, легко опознаваемые на местности.

Ориентиры подразделяются на две группы:

а) выдающиеся местные предметы, видимые издали (высокие здания и сооружения башенного типа, трубы заводов и фабрик, радиомачты, терриконы, памятники, курганы, скалы–останцы, отдельные деревья, рощи и т. п.);

б) контурные точки и предметы, не возвышающиеся над поверхностью земли, но сохраняющиеся длительное время и хорошо заметные на местности (перекрестки и развилки дорог, резко обозначенные углы контуров и изгибы рек и ручьев, перекрестки главных улиц в населенных пунктах и т.п.).

#### **8. Общие правила чтения карт.**

Чтение карты – представление реальной местности по ее графическому изображению.

Методика изучения и оценки местности по карте сводится к следующим общим правилам:

1. Местность по карте изучается избирательно, т.е. изучаются только те ее элементы, которые оказывают влияние на выполнение задачи.

2. Элементы местности изучаются и оцениваются не изолированно друг от друга, а во взаимной связи. При объяснении этого правила полезно отметить, что местность на боевую деятельность подразделений влияет диалектически. Так, резкопересеченный рельеф облегчает организацию защиты войск от оружия массового поражения, но вместе с тем он снижает проходимость; лесные массивы обеспечивают условия маскировки и одновременно ухудшают условия ведения огня и управления войсками.

3. Одновременно с изучением местности запоминаются ее основные элементы для того, чтобы при выполнении боевой задачи по возможности меньше обращаться к топографической карте.

Местность по карте обычно изучается в такой последовательности: сначала определяется тип местности, ее особенности и основные тактические свойства; после этого детально изучаются и оцениваются тактические свойства участков и отдельных ее элементов; результаты изучения и оценки местности анализируются совместно с другими элементами обстановки, в результате чего делаются выводы.

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма решения задания;
- точность расчетов;
- полнота оформленного решения;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность).

### **Вопросы самоконтроля**

1. В чём отличие плана в горизонталях от плана топографического?
2. Что обозначают отметки на горизонталях?
3. Что такое «проекция»?
4. Для каких целей необходим план в горизонталях?
5. Что обозначают «чёрные» отметки?

## **Раздел 5. Геодезические работы при вертикальной планировке участка**

### **Тема 5.1. Рельеф местности и его изображение на планах и картах**

Задание: Завершить практическую работу № 5.

Выполнение вертикальной привязки здания по плану в горизонталях: определение черных отметок, отметки планировки, рабочих отметок.

Текст задания:

Согласно методическим указаниям по данной теме выполнить практическую работу

Цель:

- закрепление теоретических знаний;
- углубление ранее изученного материала;
- выработка умений и навыков по применению формул;
- выработка умений и навыков по составлению алгоритма типовых заданий;
- применение полученных знаний на практике;
- выработка умений пользоваться нормативно-справочной литературой;

Рекомендации по выполнению задания:

Выработка умений и навыков по применению формул согласно алгоритму выполнения практической работы.

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма решения задания;
- точность расчетов;
- полнота оформленного решения;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий
- оформление (аккуратность, последовательность);

**Задание № 1.** Сущность работы состоит в следующем. Клиент заказал Вашей фирме выполнить вертикальную планировку части участка перед коттеджем в целях строительства теннисного корта и декоративного благоустройства участка. Площадь участка примерно равна 0,6 га.

Для разработки проекта вертикальной планировки требуется составить топографический план участка в масштабе 1:1000 (1:500) с высотой сечения рельефа 0,25 м (0,1 м).

Для этого Вашими коллегами при помощи теодолита и рулетки на местности была построена сетка квадратов со сторонами 20 м (рис. 30).

$$A_{a-d}^m = 330^\circ 30'$$

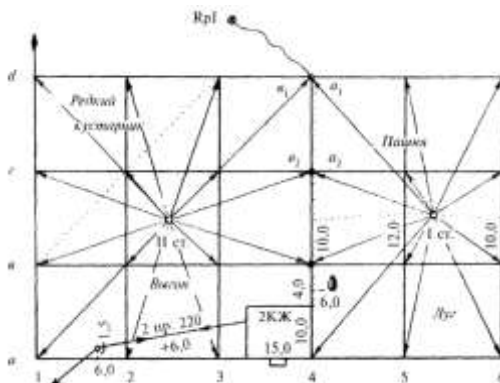


Рисунок 30

В вершинах квадратов забиты колышки вровень с землей и сторожки, на которых подписаны обозначения вершин по принципу обозначения клеток шахматной доски. Одновременно с разбивкой выполнялась и съемка элементов ситуации методом перпендикуляров. Для ориентирования линий плана был измерен магнитный азимут стороны а — d. Его значение  $A_{a-d}^m = 330^\circ 30'$ .

Затем произведено техническое нивелирование вершин квадратов с двух станций. Порядок нивелирования показан на рисунке 30. Все отсчеты записаны на полевой схеме (рис. 2) около вершин квадратов. На связующие точки, обведенные на рис. 2, 3 кружком, сделаны для контроля отсчеты с двух станций. Граница станций указана пунктиром (a1, a2, v1, v2). Контроль правильности связи (работ) станций выполняется по формуле:  $a_1 + v_2 = a_2 + v_1$ , в общем случае суммы накрест лежащих отсчетов могут отличаться одна от другой не более чем на 5 мм. Передача высоты была выполнена на связующую точку d4.

Задача №1 Произвести обработку исполнительной полевой схемы нивелирования поверхности по квадратам (см. рис. 31), составить план участка в масштабе 1:1000. Выполнить интерполирование горизонталей при высоте сечения рельефа 0,25 м. Выполнить рисовку рельефа и вычертить план.  $H_{d4} =$

Исходная высота связующей точки d4 задается преподавателем (по усмотрению преподавателя может быть принят вариант передачи высоты на точку d4 нивелирным ходом от нивелирного репера).

Исполнительная полевая схема нивелирования поверхности



прибора определяется для станции I). Полученное значение горизонта прибора впишите на полевую схему в соответствующем месте. Затем по формуле

$$H_i = \text{ГП I} - a_i$$

где  $H_i$  — высота вершин, определяемых для станции I;

$a_i$  — отсчет по рейке на этих вершинах (по черной стороне)

вычислите высоты всех вершин в границах, определенных для станции I.

Последовательно получаемые значения высот запишите на полевую схему рядом с соответствующей вершиной квадрата.

3. Вычислите горизонт прибора и высоты остальных вершин для станции II.

Для контроля горизонта прибора вычислите его три раза (так как высоты трех связующих точек нами уже вычислены).

$$\text{ГП}_{II} = H_{d4} + v_4; \text{ГП}'_{II} = H_{c4} + v_2; \text{ГП}''_{II} = H_{b4} + v_3$$

Если расхождения между значениями ГП не превысят 5 мм, то вычисляют среднее значение и оно выписывается на полевую схему.

Высоты вершин в границе станции II вычисляются аналогично по формуле

$$H_i = \text{ГП}_{II} - v_i$$

и записываются у соответствующих вершин.

Составьте топографический план по результатам нивелирования по квадратам.

На листе чертежной бумаги в масштабе 1:1000 постройте сетку квадратов со сторонами 20 м и нанесите по промерам элементы ситуации. На план выпишите высоты всех точек (вершин), округляя значения до 0,01 м.

Путем интерполирования по сторонам квадратов найдите положение точек с высотами, кратными высоте сечения рельефа 0,25 м (используя как графический метод, так и интерполирование «на глаз»).

Точки с одинаковыми высотами соедините плавными кривыми-горизонталями.

Произведите «укладку» горизонталей и подпишите высоты горизонта лей, кратные 0,5 м.

Напоминаем! Высоты подписывают в разрывах горизонталей так, чтобы основание цифр было обращено вниз по скату.

Работу в карандаше предъявите преподавателю.

6 Вычертите план тушью.

Все элементы плана: надписи, условные знаки (за исключением горизонталей) вычертите черной тушью; горизонтали и их высоты вычертите коричневым цветом. Вершины квадратов на плане покажите точками.

На рамке плана сделайте надпись: «Топографический план участка №».

Внизу напишите (по центру) «1:1000» и «Сплошные горизонтали проведены через 0,25 м». Справа — «Составлен по материалам нивелирования поверхности» (фамилия студента, факультет и дата выполнения работы).

Задание №2. Одним из вариантов формы вертикальной планировки рельефа участка проекта предусмотрена горизонтальная площадка.

Вам следует, используя ранее полученные результаты:

произвести расчет проектной высоты горизонтальной площадки при условии минимального объема земляных работ, т.е. при соблюдении баланса земляных работ, когда объем выемки грунта равен объему насыпи;

составить картограмму земляных работ и вычислить объемы перемещаемого грунта.

Для дальнейших расчетов необходимо составить копию схемы сетки квадратов с выписанными на ней высотами вершин квадратов (с точностью до 0,01 м). Значения высот получены Вами в первой части задания.

Последовательность выполнения геодезических расчетов

Выполните копию схемы сетки квадратов на отведенном в рабочей тетради для этой цели месте и выпишите на нее высоту точек (рис. 33).

Замечание 1. Исключительно в учебных целях для уменьшения нагрузки на чертеж Вам предлагается использовать две схемы сетки квадратов. Одну как исходную для вычисления проектной высоты горизонтальной площадки; вторую — для составления картограммы земляных работ (образцы их заполнения показаны на рис. 33 и 34; сами схемы выполните в соответствующем месте рабочей тетради).



Рисунок 33

Найдите наименьшую из высот вершин квадратов  $H_0$  и вычислите условные высоты  $\Delta h_j$  всех вершин квадратов по формуле

$$\Delta h_j = H_1 - H_0$$

Полученные условные высоты выпишите на схему рядом с высотой вершины (см. образец — рис. 33).

Замечание 2. Так как величины  $\Delta h$ , вычисляются без контроля, то ошибка, допущенная при вычислении  $\Delta h_i$ , выявится только в самом конце работы при подсчете объемов земляных работ. Поэтому вычисления проводятся дважды.

Вычислите проектную высоту  $H_{пр}$  горизонтальной площадки при условии соблюдения баланса земляных работ

$$H_{пр} = H_0 + (\sum \Delta h_1 + \sum 2h_2 + 3\Delta h_3 + 4\sum \Delta h_4) / 4n$$

где  $\Delta h_1$  - условная высота вершины, входящая только в один квадрат (на рис. 33 это вершина  $a_2$ );

$\Delta h_2$  - условная высота вершины, входящая в два квадрата (на рис. 33 — это вершины  $b_1$  и  $a_2$ );

$\Delta h_3$  - условная высота вершин, входящих в три квадрата (в нашем случае таких условных высот нет);

$\Delta h_4$  - условная высота, входящая в четыре квадрата (на рис. 33 — это вершина  $b_2$ ).

Вычислите рабочие высоты для всех вершин квадратов, как

$$a_i = H_i - H_{пр}$$

и впишите их на картограмму земляных работ красным цветом (см. образец — рис. 34).

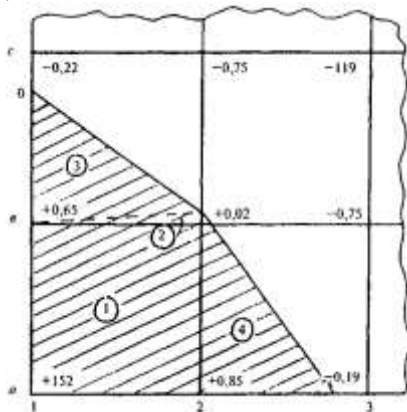


Рисунок 34

Определите положение точек нулевых работ. По сторонам квадратов, где рабочие высоты меняют знак на противоположный, найдите расстояния до точек нулевых работ.



Копия схемы сетки квадратов

$H_0 =$

$H_{np} =$

Картограмма земляных работ

Вычислите расстояния до точки нулевых работ

$L_1 = L =$

$L_2 = L =$

$L_1 = |a_i| / (|a_{i-1}| + |a_i|) \times d$  или  $L_2 = |a_{i-1}| / (|a_{i-1}| + |a_i|) \times d$

где  $a_{i-1}$  и  $a_i$  - соответственно рабочие высоты предшествующих и

последующих вершин;

$d$  — горизонтальное расстояние между этими вершинами.

Например, см. рис. 4.

Для стороны  $v1 - c1$  имеем

$L_1 = 0,22 / (0,65 + 0,22) \times 20 = 5,06$

для контроля вычисляем  $L_2$ :

$L_2 = 0,65 / (0,65 + 0,22) \times 20 = 14,94$

Контроль:  $14,94 + 5,06 = 20,0$ . Значения  $L_1, L_2, \dots, L_n$ ,  
выписывают на картограмму синим цветом, округляя до 0,1м.

Для получения линии нулевых работ точки нулевых работ последовательно соедините прямыми линиями и штриховкой разделите зоны выемки и насыпи.

Вычислите объемы земляных работ. Вычисления выполните в ведомости таблицы.

Перед началом вычислений разбейте участок на геометрические фигуры (квадраты и треугольники). Пронумеруйте фигуры на картограмме и впишите номера фигур в графу 1 таблицы «Объемы земляных работ» вычислите по формуле

$$V_i =, S_i \times a_{cph}^i$$

где  $S_i$  - площадь основания  $i$ -той фигуры;

$a_{cph}^i$  - средняя рабочая высота из рабочих высот вершин  $i$ -той фигуры.

Вычисления ведите в следующем порядке:

вычислите площади фигур и запишите их в графу 2 таблицы;

вычислите средние рабочие отметки;

вычислите объемы фигур.

Для контроля по графе. 2 в таблице подсчитайте сумму площадей всех фигур. С точностью до 1 % она должна совпадать с общей площадью участка.

Замечание 3. Значения  $a_{cph}^i$  могут иметь знак + (плюс) или — (минус),

поэтому и значения объемов будут иметь знак. Знак плюс перед значением объема грунта будет соответствовать срезке, а знак минус — насыпи.

Общий контроль.

По условию проектирования — это равенство объемов выемок и насыпей.

Для вывода общего баланса земляных работ суммируйте значения объемов по графам 4 и 5 таблицы.

Расхождение  $V=(+V)+(-V)$  не должно превышать 2 % общего объема земляных работ.

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма решения задания;
- точность расчетов;
- полнота оформленного решения;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий;
- оформление (аккуратность, последовательность).

### Вопросы самоконтроля

1. Для каких целей выполняют горизонтальную привязку зданий к плану в горизонталях?
2. Каково назначение отметок?
3. Для чего в геодезии используется «рабочая отметка»?
4. Какое назначение у проектной отметки?
5. Что обозначают «чёрные» отметки?

## Тема 5.2. Составление проекта вертикальной планировки участка

### Задание: Завершить практическую работу № 6

Цель работы: закрепить умение расчёта картограммы земляных масс

Текст задания:

- 1 Построить картограмму земляных масс по рисунку 4.
- 2 Определять объемы земляных работ.
- 3 Вычислять баланс земляных масс.

Формируемые компетенции:

Порядок выполнения работы:

- 1 Определение отметок земли всех точек.
- 2 Определение проектной отметки.

- 3 Определение рабочих отметок.
- 4 Расчет нулевых точек.
- 5 Построение нулевой линии.
- 6 Вычисление объемов выемки и насыпи.
- 7 Вычисление баланса земляных масс.

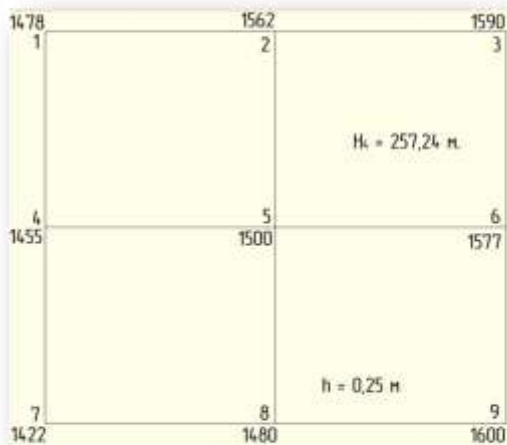


Рисунок 4. План участка с репером

Рекомендации по выполнению задания:

По составленной картограмме земляных работ подсчитать объемы насыпей и выемок следующим образом:

- пронумеровать квадраты и геометрические фигуры, полученные в результате обозначения линии нулевых работ, и записать их в картограмму земляных работ (рисунок 4);

- определить средние рабочие отметки вершин каждой фигуры и записать их в таблицу объемов земляных работ. При вычислении средних рабочих отметок необходимо учитывать точки нулевых работ;

- подсчитать площади пронумерованных фигур и записать их в таблицу;

- определить объемы выемок и насыпей в каждой фигуре путем умножения средней рабочей отметки на площадь данной фигуры и записать их значения в таблицу 2;

- полученные объемы земляных работ необходимо округлить до второго десятичного знака;

- составить общий баланс земляных работ, подсчитать сумму объемов всех насыпей и всех выемок;

- подсчитать допустимое расхождение в объемах выемок и насыпей (допускается погрешность не более 5% от общего объема земляных работ). Схему нивелирования, картограмму земляных масс и таблицу подсчета земляных работ оформить в карандаше в тетради для практических работ.

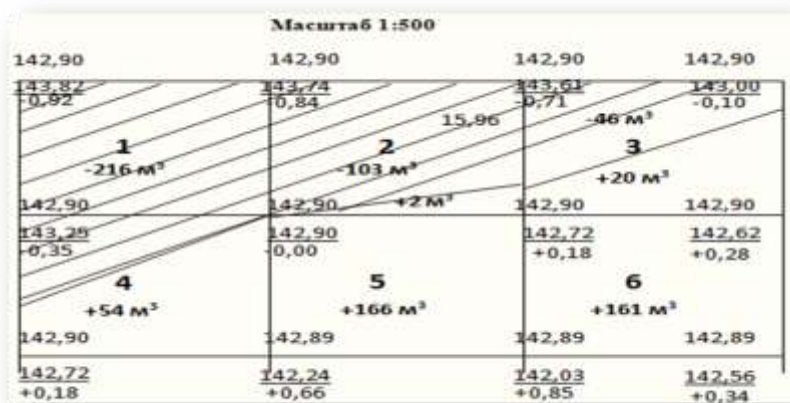
– Схема нивелирования по квадратам в масштабе 1:500

– Картограмма земляных работ в масштабе 1:500

**Таблица 2.** Результаты подсчета объемов земляных масс.

№ квадрата	Выемка	Насыпь
1		
2		
3		
4		
%	Сумма объёмов выемок:	Сумма объёмов насыпи:

### Пример оформления работы с шестью квадратами



Форма контроля: проверка выполненной работы преподавателем.

Критерии оценки: логичность представленного материала, рациональность выбранной структуры работы, аккуратность, наглядность, характеристика в соответствии с рекомендациями.

### Вопросы самоконтроля

1. Для каких целей необходимо выполнять картограмму земляных масс участка?

2. Для чего определяют проектную отметку для планируемого участка?
3. Что такое «насыпь» и «выемка»?
4. Для каких целей выполняют подсчёт баланса земляных работ?
5. Какое расхождение допустимо?

## **Раздел 6. Геодезические работы при трассировании сооружений линейного типа**

### **Тема 6.2 Продольный профиль трассы**

Задание: Завершение практической работы № 7.

1. Текст задания:

Согласно методическим указаниям по данной теме выполнить практическую работу

Цель:

- закрепление теоретических знаний;
- углубление ранее изученного материала;
- выработка умений и навыков по применению формул;
- выработка умений и навыков по составлению алгоритма типовых заданий;
- применение полученных знаний на практике;
- выработка умений пользоваться нормативно-справочной литературой;

Рекомендации по выполнению задания:

Выработка умений и навыков по применению формул согласно алгоритму выполнения практической работы

Форма контроля:

Своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

- выбор правильного алгоритма решения задания;
- точность расчетов;
- полнота оформленного решения;
- наличие правильного вывода;
- объем выполненных заданий
- оформление (аккуратность, последовательность).

### **Вопросы самоконтроля**

1. Для каких целей необходимо выполнять продольный профиль оси автодороги?
2. Для чего определяют проектную отметку для планируемого участка?

3. Что такое «насыпь» и «выемка»?
4. Для каких целей выполняют подсчёт баланса земляных работ?
5. Что такое расхождение в балансе?

## 2. Реферирование

Задание: Подготовить рефераты и оформить.

Примерная тематика рефератов:

- Современные дальномеры
- Современные теодолиты.
- Программное обеспечение геодезических работ.
- Современные нивелиры
- Современные тахеометры
- Тахеометрическая съёмка

Рекомендации по выполнению задания.

**Реферат** (от латинского *referre* - докладывать, сообщать) - краткое изложение содержания одного или нескольких источников, раскрывающее определенную тему. Хотя смысловое значение слова «реферат» переплетается со словом «доклад», реферат является более высокой формой творческой работы. Подготовка к реферату требует глубокого знания аспектов изучаемой проблемы и вопроса, умение обстоятельно их анализировать.

Подготовка реферата способствует всестороннему знакомству с литературой по избранной теме, создает возможность комплексного использования приобретенных навыков работы с книгой, развивает самостоятельность мышления, умение на научной основе анализировать и делать выводы. Материал в реферате излагается с позиции автора исходного текста.

Прежде всего надо знать из чего состоит реферат.

Компоненты содержания:

- титульный лист,
- план;
- *введение (постановка проблемы, объяснение выбора темы, ее значения, актуальности, определение цели и задач реферата, краткая характеристика используемой литературы);*
- *основная часть (каждая проблема или части одной проблемы рассматриваются в отдельных разделах реферата и являются логическим продолжением друг друга);*
- заключение;
- список литературы.

Титульный лист – «лицо» реферата (Приложение А). На титульном листе должно присутствовать: Сверху полное название учреждения, для которого пишется реферат. Далее примерно в центре листа название темы реферата. Чуть ниже справа от темы, группа и Ф.И.О. (Фамилия имя отчество) того, кто пишет реферат, с указанием его статуса в учебном учреждении. На следующий строчке кто принимает его, тоже с указанием статуса. Внизу год создания реферата (можно еще и место, например, Магнитогорск, 20\_\_).

План - второй лист реферата. Хорошо сделанный реферат имеет не только главы, но и подразделы, что указывается в содержании, требует наличие номеров страниц на каждую главу и подраздел реферата.

Введение - краткое описание темы и постановка вопросов. Во введении объясняется:

- почему выбрана такая тема, чем она важна (личное отношение к теме (проблеме), чем она актуальна (отношение современного общества к этой теме (проблеме), какую культурную или научную ценность представляет (с точки зрения исследователей, ученых);

- какая литература использована: исследование, научно-популярная литература, учебная, кто авторы... (Клише: «Материалом для написания реферата послужили ...»)

- из чего состоит реферат (введение, количество глав, заключение, приложения. Клише: «Во введении показана идея (цель) реферата. Глава 1 посвящена, во 2 главе ... В заключении сформулированы основные выводы...»).

**Основная часть реферата** состоит из нескольких глав / разделов, постепенно раскрывающих тему. Каждый из разделов рассматривает какую-либо из сторон основной темы. Утверждения позиций подкрепляются доказательствами, взятыми из литературы (цитирование, указание цифр, фактов, определения).

Если доказательства заимствованы у автора используемой литературы - это оформляется как ссылка на источник и имеет порядковый номер.

При ссылке в тексте на использованные источники информации следует приводить порядковые номера по списку использованных источников, заключенные в квадратные скобки.

Пример:

«... как указано в монографии [103]»; «... в работах [11, 12, 15-17]».

В конце каждого раздела основной части обязательно формулируется вывод. (Клише: «Таким образом, ... Можно сделать заключение, что... В итоге можно прийти к выводу...»).

**В заключении** (очень кратко) формулируются общие выводы по основной теме, перспективы развития исследования, собственный взгляд на решение проблемы и на позиции авторов используемой литературы, о своем согласии или несогласии с ними. Вывод реферата – показывает степень проработки темы.

Список литературы - список источников материалов, использованных при создании реферата. Должен содержать не меньше трех источников, составленных в алфавитном порядке.

#### **Этапы (план) работы над рефератом:**

Выбрать тему. Желательно, чтобы тема содержала какую-нибудь проблему или противоречие и имела отношение к современной жизни:

Варианты:

- тему реферата определяет преподаватель;
- тему реферата обучающийся выбирает самостоятельно из предложенного преподавателем списка;
- тему реферата обучающийся выбирает самостоятельно с учетом определенной темы, проблемы

Определить, какая именно задача, проблема существует по этой теме и пути её решения.

Найти книги и статьи по выбранной теме (не менее 3-5).

Сделать выписки из книг и статей. (Обратить внимание на непонятные слова и выражения, уточнить их значение в справочной литературе).

Составить план основной части реферата.

Написать черновой вариант каждой главы.

Показать черновик педагогу.

Написать реферат.

Составить сообщение на 5-7 минут.

Прежде всего, не стоит начинать писать реферат с введения. Это главное правило, потому что после того, как реферат будет готов, введение все равно придется переделать. По ходу работы главы и задачи реферата зачастую меняются.

Для того чтобы грамотно построить структуру реферата необходимо определиться с названиями глав и параграфов (или подразделов, как кому больше нравится).

О наполнении самих глав. Для этого вам нужно иметь 2-3 учебника по теме, ну и конечно использовать Интернет. Только не скачивать бездумно все, что можно, а подходить к делу творчески. Заимствовать отдельные мысли и цитаты, а не полностью работы. Особое внимание стоит обратить на статьи по теме. Из таких статей стоит составлять заключение или главы под названиями: Современное состояние проблемы.



Когда, наконец, сам реферат будет закончен, следует приступить к написанию введения и заключения.

### **Несколько НЕ**

- Реферат НЕ копирует дословно книги и статьи и НЕ является конспектом.

- Реферат НЕ пишется по одному источнику и НЕ является докладом.

- Реферат НЕ может быть обзором литературы, т.е. не рассказывает о книгах.

Формы контроля: - представление реферата, защита реферата

Критерии оценки: логичность структуры содержания, полнота раскрытия проблемы, качество оформления

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Пример оформления титульного листа реферата (доклада, сообщения, проекта)

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г. И. Носова»  
Многопрофильный колледж

### РЕФЕРАТ (ДОКЛАД, СООБЩЕНИЕ, ПРОЕКТ)

по учебной дисциплине/междисциплинарному курсу  
Наименование

Тема: **НАИМЕНОВАНИЕ**

Выполнил: студент группы \_\_\_\_\_  
ИОФ

Проверил: преподаватель  
ИОФ

Магнитогорск, 20\_\_