

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

Басиева Л.Ж. , Кучиев С.Э. , Пех А.А.

ГЕОДЕЗИЯ  
С ОСНОВАМИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

Учебно-методическое пособие  
к лабораторным занятиям  
для студентов направления подготовки  
35.03.04 – «Агрономия»

Владикавказ, 2022

Авторы: **Басиева Л.Ж., Кучиев С.Э., Пех А.А.**

Рецензент – *Э.К. Байсангуров*, ГБУ РСО–Алания  
«Центр государственной кадастровой оценки», начальник отдела

**Басиева Л.Ж., Кучиев С.Э., Пех А.А.** Геодезия с основами землеустройства / Учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям / Басиева Л.Ж., Кучиев С.Э., Пех А.А.. – Владикавказ: Издательство ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2022, – 56с.

Рассматриваются основные разделы геодезии: масштабы и их применение, картография, геодезические приборы и их применение в землеустройстве. Обозначенные в пособии методические установки позволяют систематизировать знания по геодезии с основами землеустройства. Каждая тема снабжена контрольными вопросами. Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия, его можно рекомендовать и специалистам, самостоятельно изучающим дисциплину. Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 26 июля 2017 г. № 699.

*Рекомендовано Центральным учебно-методическим советом  
ФГБОУ ВО Горский ГАУ в качестве учебно-методического пособия  
к лабораторным занятиям  
30 апреля 2022 г. протокол № 7*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Занятие 1. Масштабы. Абрис .....	4
Занятие 2. Условные знаки .....	8
Занятие 3. Общие сведения о картографии .....	9
Занятие 4. Характеристики видов рельефа местности .....	13
Занятие 5. Способы изображения рельефа на планах и картах .....	16
Занятие 6. Решение задач по плану и карте в горизонталях ....	20
Занятие 7. Сущность ориентирования линий .....	23
Занятие 8. Азимуты и румбы .....	26
Занятие 9. Перевод азимутов в румбы и обратно .....	30
Занятие 10. Измерительные приборы и инструменты .....	31
Занятие 11. Нивелирование .....	36
Занятие 12. Сущность измерения горизонтальных и вертикаль- ных углов .....	40
Занятие 13. Сущность тахеометрической съемки .....	42
Занятие 14. Общие сведения о землеустроительном проекте и способах его составления .....	44
Занятие 15. Общие сведения о кадастре и его составные части .....	47
Занятие 16. Государственный контроль за использованием земель .....	50
Список литературы .....	52
Глоссарий .....	53

## Занятие 1. МАСШТАБЫ. АБРИС

**Масштабы.** При составлении плана местности все горизонтальные проекции измеренных на земле линий наносят на бумагу в некотором уменьшении.

Степень уменьшения линий при нанесении их на бумагу, или, иначе, отношение длины линии, нанесенной на план, к длине горизонтальной проекции линии, измеренной на местности, называют масштабом.

Масштабы бывают численные, линейные и поперечные.

Численный масштаб выражается дробью, у которой числитель всегда единица, а знаменатель число, указывающее, во сколько раз проекции линии местности на горизонтальную плоскость уменьшены при нанесении их на план. Например, при масштабе 1/1000, или 1:1000, проекции линии местности при нанесении их на бумагу уменьшены в 1000 раз, а при масштабе 1/5000, или 1:5000, - в 5000 раз, или это значит, что 1 см на бумаге для масштаба 1:1000 соответствует 1000 см или 10 м на местности и 1 см соответствует 50 м для масштаба 1:5000.

Чем меньше знаменатель численного обозначения масштаба, тем крупнее масштаб, и, наоборот, при мелких масштабах знаменатель больше.

При составлении планов и карт для откладывания длин линий пользуются линейным или поперечным масштабами.

Линейный масштаб – это прямая линия, разделенная на ряд одинаковых отрезков, равных 1 см, 2 см, в зависимости от численного масштаба. Деревянная или металлическая линейка с сантиметровыми делениями может служить линейным масштабом (рис. 1).

Для построения линейного масштаба проводят прямую линию, на которой откладывают равные отрезки, например по 1 см, называемые основанием масштаба. Первый отрезок слева делят на пять или десять равных частей (рис. 1).

Например, требуется отложить линию длиной 83,5 м в масштабе 1:1000. Основание этого масштаба будет равно 10 м, а каждое маленькое деление 1 м. Чтобы нанести указанную линию, берут изме-

рителем восемь сантиметровых отрезков, что составит 80 м; затем увеличивают раствор измерителя на три деления левого сантиметрового отрезка, что даст 3 м. Потом на глаз берут еще половину малого деления, т. е. добавляют 0,5 м, и в общей сложности получают 83,5 м.

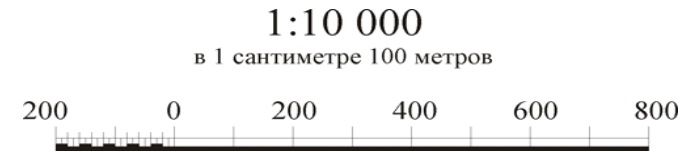


Рис. 1. Линейный масштаб.

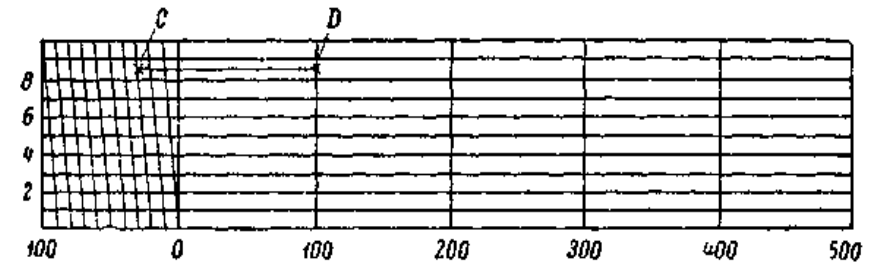


Рис. 2. Поперечный масштаб.

Общий вид поперечного масштаба представлен на рисунке 2. Поперечный масштаб строят следующим образом. На прямой линии откладывают равные отрезки, которые называются *основанием* масштаба, и из полученных точек восстанавливают перпендикуляры (при построении косога масштаба проводят параллельные линии, не перпендикулярные прямой.) На крайних перпендикулярах откладывают десять равных частей (примерно 2 мм) и намеченные точки соединяют прямыми горизонтальными линиями. Крайний левый горизонтальный отрезок верхней и нижней линий делят на равные части, и затем полученные точки соединяют наклонными линиями. Такой масштаб дает возможность брать линейные размеры с большей точностью.

Разберем применение масштаба на примере.

Масштаб 1:5000, т.е. 1 см плана или карты соответствует 50 м на местности. На рисунке 2 за основание масштаба принят отрезок в 2 см, следовательно, в 2 см будет 100 м, крайнее левое основание

разделено на десять частей, поэтому каждая такая часть внизу и наверху будет равна 10 м. Но, как видно из рисунка, деления между крайним левым перпендикуляром и первой наклонной линией постепенно увеличиваются.

Самое маленькое деление называется наименьшим делением поперечного масштаба. Если обозначить основание масштаба буквой  $A$ , число делений основания  $m$ , число делений, отложенных вверх по перпендикуляру,  $n$ , то наименьшее деление  $t$  поперечного масштаба можно определить по формуле:

$$t = \frac{A}{nm}.$$

При  $A = 100$  м,  $m = 10$  и  $n = 10$  получаем:

$$t = \frac{100}{10 \times 10} = 1,0 \text{ м}.$$

Второе деление масштаба будет равно 2 м, третье деление 3 м; и так вверх до конца, где получится 10 м.

Следовательно, наименьшее деление поперечного масштаба равняется 1/100 основания масштаба.

Точностью данного масштаба называют длину линии на местности, которая соответствует 0,1 мм на плане. Например, дан масштаб 1:1000, основание масштаба 20 м, наименьшее деление 0,2 м, точность 0,1 м. Для масштаба 1:5000, основание равно 100 м, наименьшее деление равно 1 м, точность этого масштаба будет 0,5 м.

**Абрис.** При полевых съемках необходимо вести зарисовки от руки в карандаше; такие зарисовки называются абрисом.

На абрисе указываются результаты всех измерений; он является основным материалом, по которому составляется план. Например, в заданном масштабе по абрису требуется составить план местности, снятой стальной 20-метровой лентой (рис. 3).

Построение ведут следующим образом. Прочерчивают произвольную линию и на ней в заданном масштабе откладывают измеренную в поле длину линии 1-2 (196,6 м); затем измерителем берут в масштабе длину линии 191,6 м и делают засечку (прочерчивают дугу из точки 7), измерителем откладывают линию 2-3, равную 217,2 м, и из точки 2 проводят вторую дугу так, чтобы она пересеклась с дугой, проведенной из точки 1 (рис. 4).

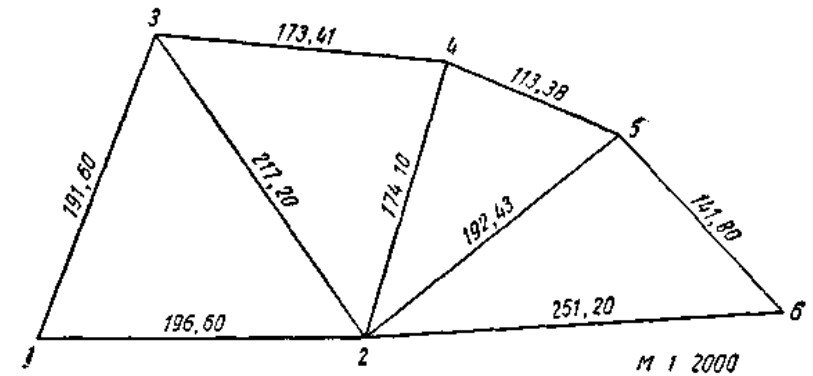


Рис. 3. Образец выполненной работы.

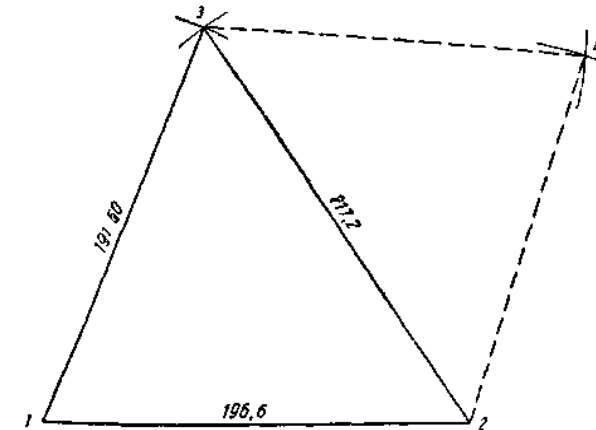


Рис. 4. Способ засечек.

### Задание 1.

Показать в численном масштабе 1:5000 следующие отрезки:

$$l_1 = 75 \text{ м}; \quad l_2 = 100 \text{ м}; \quad l_3 = 125 \text{ м}; \\ l_4 = 200 \text{ м}; \quad l_5 = 175 \text{ м}; \quad l_6 = 250 \text{ м}.$$

### Задание 2.

Показать в поперечном масштабе 1:1000 следующие отрезки:

$$l_1 = 23,5 \text{ м}; \quad l_2 = 93,5 \text{ м}; \quad l_3 = 54,4 \text{ м}; \\ l_4 = 37,8 \text{ м}; \quad l_5 = 45,6 \text{ м}; \quad l_6 = 18,6 \text{ м}.$$

### Задание 3.

Показать в численном масштабе 1:2000 следующие отрезки и составить абрис:

$$\begin{aligned} l_{1-2} &= 50 \text{ м}; & l_{2-3} &= 30 \text{ м}; \\ l_{3-4} &= 70 \text{ м}; & l_{4-5} &= 90 \text{ м}; \\ l_{2-6} &= 40 \text{ м}; & l_{3-7} &= 110 \text{ м}; \\ l_{4-8} &= 120 \text{ м}; & l_{5-9} &= 130 \text{ м}. \end{aligned}$$

### Контрольные вопросы

1. Что такое масштаб?
2. Какие бывают масштабы?
3. Как изображаются и читаются масштабы?
4. Что такое абрис?
5. Что называется точностью масштаба?

### Занятие 2. УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ

При составлении планов все подробности местности изображаются условными знаками.

Условные знаки в зависимости от изображаемого предмета подразделяются на: 1) контурные; 2) внемасштабные; 3) линейные; 4) пояснительные.

Контурными условными знаками изображаются такие объекты, размеры которых позволяют изображать их на плане (сельскохозяйственные угодья, сады, парки, населенные пункты и пр.). Если же изображаемые предметы на плане имеют небольшие размеры и не могут быть представлены в масштабе плана, то их дают без соблюдения масштаба, и тогда они называются внемасштабным и условными знаками (пункты триангуляции, мельницы, километровые столбы и пр.).

Линейными условными знаками изображают объекты, длина которых значительно больше ширины и может быть дана на плане в масштабе, а ширину показывают с преувеличением (автожукеевые и железные дороги, телеграфные линии и пр.).

Пояснительные условные знаки (надписи и цифровые данные) дают возможность по карте установить породу леса, размер деревьев, определить число домов населенного пункта, длину моста и пр. На ри-

сунке 5 приведены образцы различных условных знаков наиболее часто встречающихся подробностей.

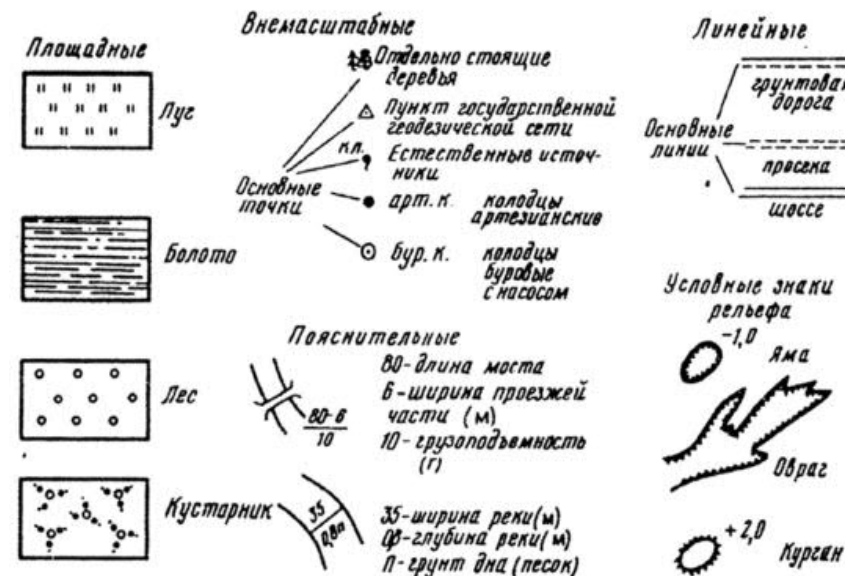


Рис. 5. Условные знаки.

### Контрольные вопросы

1. Что такое условные знаки?
2. Какие бывают условные знаки?
3. Как изображаются на картах и планах зеленые насаждения, реки, озера?
4. С помощью каких условных знаков можно показать на картах и планах моря и океаны, населенные пункты?

### Занятие 3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КАРТОГРАФИИ

Одной из технических дисциплин и самой древней наукой, корни которой уходят далеко за средние века, является картография. Картография изучает способы составления карт, методы ориентирования на местности. Дает представление о характеристиках определенной территории, конфигурации объектов, расположенных в ее гра-

ницах, площадных и иных особенностях использования земель, социально-экономических процессах и другие.

Картографические методы применяются в сельском и народном хозяйстве, в медицине, промышленности, при социально-культурных, пространственных и иных преобразованиях местности, учете особенностей тех или иных процессов и явлений, возникающих в связи естественным или искусственным вмешательством в дела природы. Результатом любой картографической деятельности является создание карт и планов различных масштабов.

Большое разнообразие карт определило существование трех групп: общегеографические, тематические и специальные. Все они совокупляют перечень карт, на которых отображены условные и необъемлемые их компоненты.

С точки зрения науки карта – это уменьшенное, условно-знаковое, обобщенное изображение поверхности Земли или небесного тела, или значительной части указанных объектов, на плоскости (или бумаге). Общегеографические карты содержат сведения о физико-географических особенностях земной поверхности, созданных на ней искусственных сооружений. Они подразделяются, по масштабу, на крупные, средние и мелкие. В зависимости от величины картографируемой территории, карты могут содержать данные о небольшом участке или групп участков местности, населенном пункте, муниципальном образовании, районе, регионе, страны или групп стран, материков и т.д. Крупномасштабные (1:200 000 и крупнее) общегеографические карты принято называть топографическими; это карты, наиболее полные по содержанию, ими можно пользоваться как планами.

**Тематические карты** составляются на основе общегеографических, но с большей полнотой раскрывают один из их элементов (карты почвенные, лесные, засоления, переувлажнения и т.д.).

По масштабу карты делятся на три группы: мелкомасштабные (1:1000000, 1:500000, 1:300000, 1:200000); среднемасштабные (1:100000, 1:50000, 1:25 000); крупномасштабные (1:10000, 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500).

**Крупномасштабные топографические карты** являются наиболее точными и пригодными для детального проектирования. Они составляют практически повсеместно, используются для решения множества задач, связанных с размещением объектов недвижимости, реорганизации территории в черте муниципальных образований и пред-

приятий (сельскохозяйственных), а также составлении межевых и технических планов, кадастровых планов территории и другие.

**Мелкомасштабные карты** предназначены: для общего изучения местности при генеральном проектировании развития народного хозяйства, для учета ресурсов поверхности земли и водного пространства, для предварительного проектирования крупных инженерных объектов, для нужд обороны страны.

**Среднемасштабные карты** имеют более подробное содержание и более высокую точность; предназначены для детального проектирования в сельском хозяйстве, проектирования дорог, трасс, линий электропередач, для предварительных разработок планировки и застройки сельских населенных пунктов, для определения запасов полезных ископаемых.

Масштабы карт представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Масштабы карт в метрической системе мер

Численный масштаб карты	Название карты	1 см на карте соответствует на местности, км	1 см <sup>2</sup> на карте соответствует на местности, км <sup>2</sup> (га)	1 км на местности соответствует на карте, см
1:1000000	Миллионная	10	100 (10000)	0,1
1:500000	Пятистоттысячная	5	25 (2500)	0,2
1:300000	Трехсоттысячная	3	9 (900)	0,33
1:200000	Двухсоттысячная	4	4 (400)	0,5
1:100000	Стотысячная	1	1 (100)	1
1:50000	Пятидесятитысячная	0,5	0,25 (25)	2
1:25000	Двадцатипятитысячная	0,25	0,0625 (6,25)	4
1:10000	Десятитысячная	0,100	0,0100 (1,00)	10
1:5000	Пятитысячная	0,05	0,0025 (0,25)	20
1:2000	Двухтысячная	0,02	0,0004 (0,04)	50
1:1000	Тысячная	0,01	0,0001 (0,01)	100

Крупномасштабные карты и планы составляются для более точного детального проектирования (составления технических проектов, орошения, осушения и озеленения, разработки генеральных планов городов, проектирования инженерных сетей и коммуникаций и т.п.).

Чем ответственнее задачи съемки, тем крупнее требуется масштаб, но это связано с большими затратами, поэтому крупномасштабные съемки должны иметь инженерное обоснование.

Листы карт издаются в единой системе разграфки и номенклатуры и представляют собой горизонтальную проекцию сфероидической трапеции – определенного участка земной поверхности. Номенклатурой топографических карт принято называть обозначения ее отдельных листов (трапеций).

В основу номенклатуры трапеций положен лист карты масштаба 1:1000000, называемой международной картой (рис. 6).

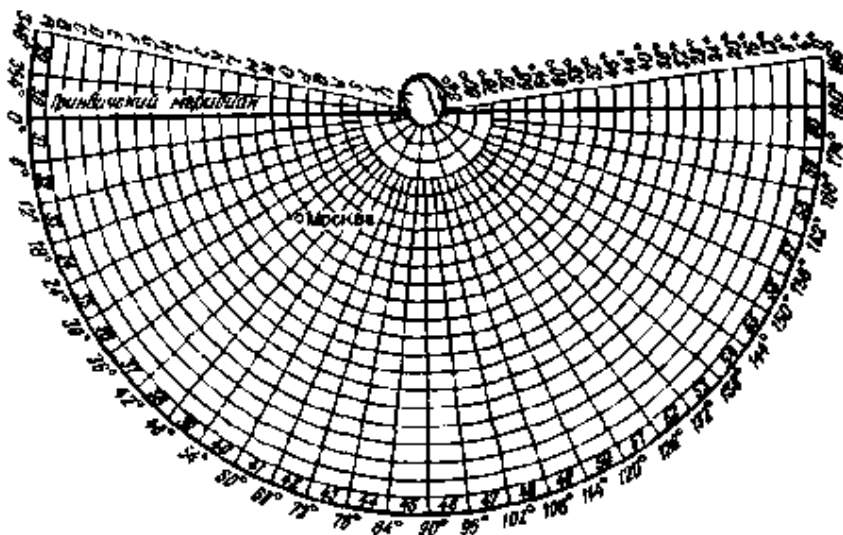


Рис. 6. Номенклатура листа карты масштаба 1:1000000.

### Контрольные вопросы

1. Что такое картография?
2. Что такое карта?
3. Какие бывают карты и атласы?

## Занятие 4. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИДОВ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

Пространственными особенностями территории, выделяющими её среди прочих локаций на Земной поверхности амплитудами относительных и абсолютных высот, называют рельефом местности. Рельеф – это не только неоднородность ландшафта, формируемая в ходе вековых природных процессов, протекающих непрерывно в пространстве и времени, но и условия возникновения форм хозяйствования для земельных участков, как части поверхности планеты.

В зависимости от форм рельефа, выделяют выпуклые и вогнутые местности, которыми являются: хребты, котловины, седловины, лощины, каньоны и другие.

Возвышение бывает в виде горы или холма. Оно имеет выпуклость по отношению к окружающей местности.

В каждом возвышении различают основание, называемое также подошвой, вершину и скаты. Границу подошвы составляет линия, соединяющая возвышение с окружающей местностью. Вершина является самой высокой частью возвышенности, от которой местность понижается во все стороны. Боковая поверхность возвышенности называется склоном, или скатом.

Скаты различают крутые и пологие, ровные и пересеченные. Крутизна ската характеризуется углом наклона его к горизонту.

**Горой** называется возвышенность, резко выделяющаяся над окружающей местностью (рис. 7).

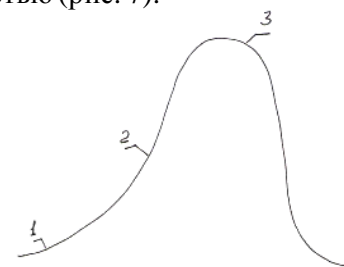


Рис. 7. Гора:

1 – основание, 2 – боковые скаты, 3 – вершина.

Вершина горы чаще имеет куполообразную форму, но бывает и в виде горизонтальной площадки, называемой плато, или заканчивается острой верхушкой, называемой пиком или шпилем.

Небольшое отдельное возвышение называется **холмом**.

**Холмы** могут иметь различную форму: если они расположены в длину, их называют гривами; холмы, имеющие округленную поверхность, называются буграми.

Котловина представляет собою чашеобразное замкнутое углубление местности. В котловине различают: дно – самую низкую ее часть, от которого во все стороны идет подъем; боковые скаты, или щеки, и окраину, т.е. верхнюю границу боковых скатов, от которой они переходят к окружающей местности.

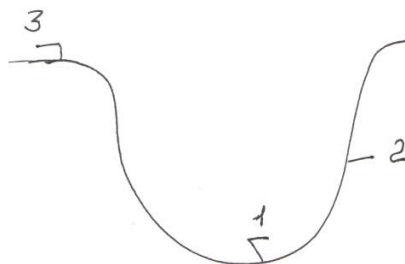


Рис. 8. Котловина:  
1 – дно; 2 – боковой скат; 3 – окраина.

Котловины небольших размеров называются впадинами, или ямами.

**Хребет** представляет собою возвышенную складку, вытянутую в одном направлении на большое расстояние. Линия, соединяющая самые высокие точки хребта, называется водоразделом, хребтовой линией или гребнем.

**Лощина** (противоположна хребту) - углубление, вытянутое в одном направлении, с двумя боковыми скатами - щеками. Находится между двумя хребтами.

Боковые скаты, сходящиеся в самой пониженной части лощины, образуют водосливную линию, или тальвег. Тальвег часто является ложем реки или ручья. Тальвег, по которому вода стекает только в период дождя или снеготаяния, называется **суходолом**.

Широкая лощина, имеющая пологие скаты и небольшой уклон тальвега, называется **долиной**.

В горной местности часто встречаются лощины, прорезывающие хребет. Они называются **ущельями**, или теснинами, и имеют крутые, почти отвесные скаты.

Глубокие, большие промоины, образующиеся в равнинной и холмистой местностях и увеличивающиеся с течением времени под действием стекающей воды, называются **оврагами**. Овраги имеют крутые скаты, состоящие из рыхлых, легко размываемых грунтов.

С течением времени рост оврага прекращается, склоны его зарастают, укрепляются и делаются более пологими, имеющими вид лощины. Небольшие лощины или овраги с почти отвесными заросшими скатами называют иногда балками.

Узкие, глубокие расщелины с отвесными или ступенчатыми стенами, образовавшиеся от размыва рекой каменистой долины, называются **каньонами**. Глубина каньонов достигает иногда нескольких сот метров. Наиболее низкие места в хребте, являющиеся обычно местом соединения двух лощин, расходящихся от хребта в противоположные стороны, называются седловиной. Седловина по форме напоминает седло. В горной местности дороги пересекают хребты обычно через седловины.

Ровная, почти горизонтальная площадка, образовавшаяся на склоне возвышенности, называется террасой, или уступом.

Характерными формами рельефа являются вершина, дно котловины, седловина, тальвег и водораздел; по этим основным элементам можно изучать рельеф местности.

В отношении формы рельефа местность обычно подразделяют на горную, холмистую и равнинную.

Условно к **горной местности** относят районы, лежащие на высоте более 200 м над уровнем моря, отличающиеся весьма значительной разностью отметок рельефа на коротких протяжениях. Чаще всего такая местность представляет систему прямолинейных или дугообразных горных цепей, которые состоят из отдельных хребтов и их отрогов, перемежающихся долинами.

**Холмистая местность** характеризуется рельефом, прорезанным долинами, боковыми глубокими балками и оврагами с разницей отметок долин и водоразделов более 40 м на расстоянии не более 0,5 км.

Равнинная местность отличается однообразием рельефа, отсутствием резко выраженных неровностей. Она представляет собою почти горизонтальную или слабо покатую поверхность, покрывающую значительное пространство.



### Контрольные вопросы

1. Что такое рельеф местности?
2. Какие существуют виды и формы рельефа местности?
3. Что относится к выпуклым неровностям?
4. Чем представлены вогнутые неровности земной поверхности?
5. Характерные точки различных форм рельефа местности.

### Занятие 5. СПОСОБЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА НА ПЛАНАХ И КАРТАХ

Для изображения рельефа на планах и картах пользуются специальными условными знаками. Существует несколько способов изображения рельефа условными знаками. В настоящее время наибольшее применение имеет способ горизонталей.

Горизонталю дают возможность определять общий вид рельефа, его отдельные формы, их взаимное расположение, высоту точек, их превышение одна над другой, крутизну и направление скатов.

Сущность способа горизонталей заключается в следующем. Изучаемую местность мысленно секут по высоте горизонтальными плоскостями (рис. 19, см.  $P_1, P_2, P_3$  и т.д.), расположенными одна над другой на равном расстоянии ( $h$ ), называемом высотой сечения. Кривые линии, получаемые в результате сечения этих плоскостей с поверхностью местности, называются горизонталями. Эти линии, являющиеся проекциями на горизонтальную плоскость, наносятся на план или карту в заданном масштабе. Отсюда горизонталями называются линии, соединяющие на плане и карте точки с одинаковыми отметками, двигаясь по горизонтали, мы не будем встречать на ее пути ни подъемов ни спусков.

Типовые формы рельефа изобразятся горизонталями, как показано на рис. 10. Сравнивая между собой изображение горы и котловины, мы видим, что они представляются одинаковыми замкнутыми горизонталями. Одинаковыми внешне получаются и горизонтали, изображающие хребет и ложину.

Чтобы отличать на планах и картах различные формы рельефа, надо еще знать, в каком направлении идет понижение скатов. Для этого при чтении рельефа необходимо иметь в виду, что числовые отметки, как отдельных точек, так и некоторых горизонталей надпи-

сываются на картах так, что низ цифр обращен в сторону понижения ската; кроме того, на некоторых горизонталях ставятся особые черточки, называемые бергштрихами (рис. 10), которые всегда своими концами направлены вниз по скату.

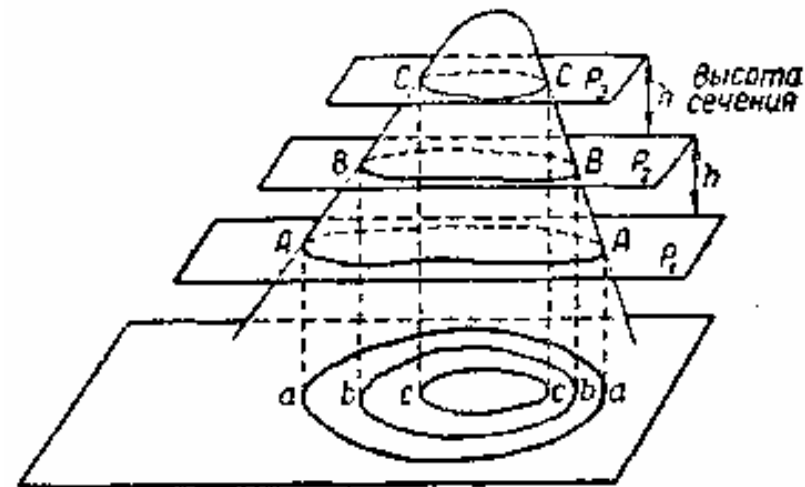


Рис. 9. Горизонталю.

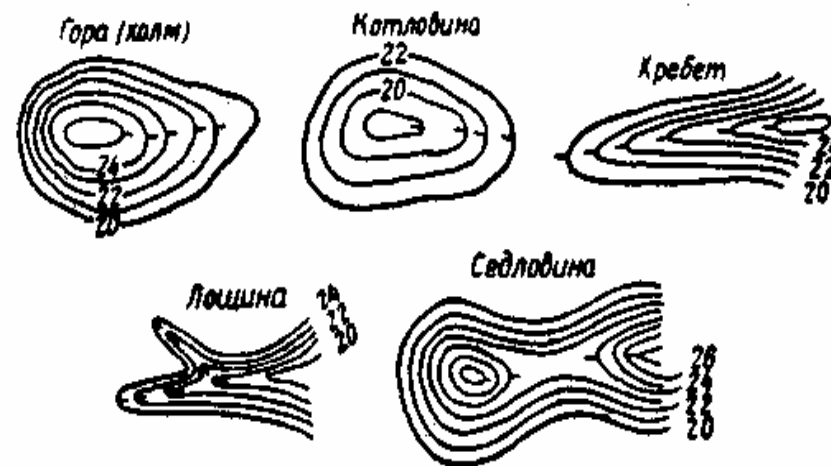


Рис. 10. Изображение элементов рельефа горизонталями.

Горизонталы на планах и картах обычно изображаются коричневым цветом.

Выбор высоты сечения горизонталей должен соответствовать масштабу плана или карты и характеру рельефа. Так, на крупномасштабных планах и картах есть возможность, не затемняя чертежа, изобразить рельеф более подробно, применяя для этого небольшую высоту сечения, и наоборот - на мелкомасштабных картах высоту сечения приходится выбирать более значительной. Например, на картах масштаба 1:50 000 горизонталы проводятся через 10 м, а на картах масштаба 1:25 000 - через 5 м. Образец карты в масштабе 1:25 000 см. на рис. 11.

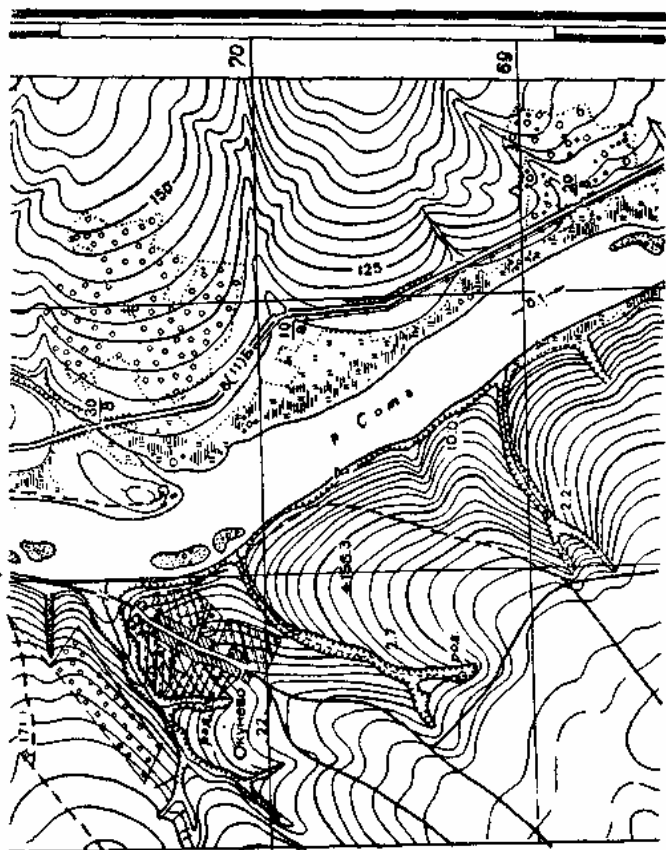


Рис. 11. Часть карты в масштабе 1:25000.

Исходя из характера местности, держатся такого правила: высота сечения для горной местности увеличивается, а для равнинной уменьшается.

Высота сечения горизонталей надписывается внизу (за южной рамкой карты, под линейным масштабом).

Горизонталы проводятся через определенное круглое число метров по высоте. Для наглядности и облегчения счета каждая пятая горизонталь обычно утолщается.

Кроме сплошных горизонталей, на планах в равнинных частях, где горизонталей мало и они далеко отстоят друг от друга, проводят дополнительные прерывистые так называемые полугоризонталы. Ими более детализируются формы рельефа. Такие полугоризонталы проводят посередине между смежными сплошными горизонталями.

Кроме полугоризонталей, для более подробной обрисовки отдельных деталей рельефа иногда применяются еще вспомогательные горизонталы, проводимые через  $V_4$  основного сечения.

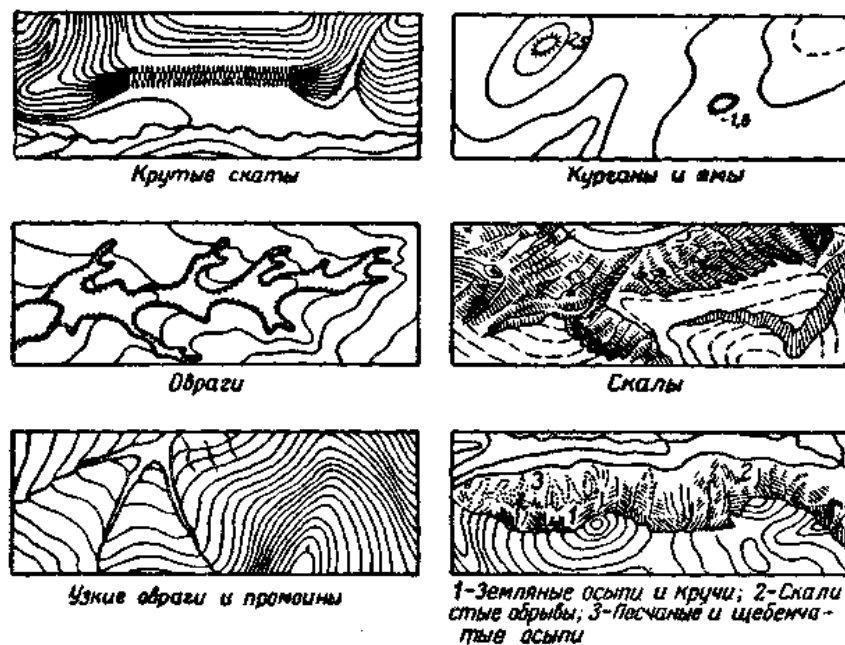


Рис. 12. Условные знаки для изображения деталей рельефа, не выражающихся горизонталями.

Надписанная на карте или плане высота точки или горизонтали называется отметкой. Кроме того, отметки ставят также и на некоторых отдельных характерных точках местности (вершинах и т.д.).

Очень крутые скаты, обрывы, овраги, осыпи, скалы на планах и картах изображаются не горизонталями, а особыми условными знаками, выполняемыми также коричневым цветом (рис. 12).

Способ изображения рельефа на картах горизонталями, как отмечено выше, является наиболее распространенным и достаточно точным для практических целей.

### Контрольные вопросы

1. Как изображаются на картах и планах различные виды и формы рельефа местности?
2. Показать на плане возвышенность.
3. Как можно показать на плане котловину, хребет, лощину?

## Занятие 6. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ПЛАНУ И КАРТЕ В ГОРИЗОНТАЛЯХ

По плану и карте в горизонталях можно решать различные задачи вообще и при производстве изысканий дорог в частности.

*Определение превышения точек.* При решении этой задачи могут быть три случая:

**первый** – возле точек обозначены их отметки; разность отметок и составит превышение одной точки над другой;

**второй** – точки находятся на горизонталях; превышение будет составлять разность отметок горизонталей;

**третий** – точки лежат между горизонталями и не имеют отметок; в этом случае вначале находят отметки точек по ближайшим горизонталям, после чего определяют превышение точек, как в первом случае.

Например, (рис. 13), если горизонтали проведены через 20 м, превышение точки *a* над точкой *б* определится количеством промежутков (полных и частей) между горизонталями, умноженных на высоту сечения. Число полных промежутков между горизонталями равно 4 плюс  $\frac{1}{2}$  и плюс  $\frac{3}{4}$  промежутка, итого  $5\frac{1}{4}$  промежутка. Превышение будет  $5\frac{1}{4} \times 20 = 105$  м.



Рис. 13. Схема к определению превышения точек.

Из рис. 13 уклон прямой линии, расположенной на скате между точками *a* и *б*, определится отношением величины превышения точки *a* над *б* к расстоянию между ними *l*. Например, при превышении точек 105 м и расстоянии *l* = 525 м уклон линии будет:

$$i = \frac{105}{525} \times 100 = 20\%$$

*Построение профиля местности по заданному направлению*

Профилем называется линия, полученная при пересечении поверхности местности вертикальной плоскостью.

Пусть по плану (рис. 14) требуется построить профиль между точками *A* и *B* по прямой линии между ними. Для этого на миллиметровой бумаге (см. верхний чертеж рис. 14) откладывают линию *AB* соответствующую длине линии *AB* на плане, и на ней отмечают точки пересечения этой линии с горизонталями.

В точках 1, 2, 3, и т. д. восстанавливают перпендикуляры, на которых в определенном масштабе откладывают высоты горизонталей, т.е. 1, 2, 3 и т. д., и, соединяя эти точки плавной линией, получают профиль.

*Проведение линии заданного уклона.* Для этого (рис. 15) циркулем по масштабу заложений для данного плана или карты берут величину *z*, соответствующую длине заложения при максимальном заданном уклоне, и переносят эти расстояния засечками на план (карту) в пределах между соседними горизонталями, как указано на рис. 15.

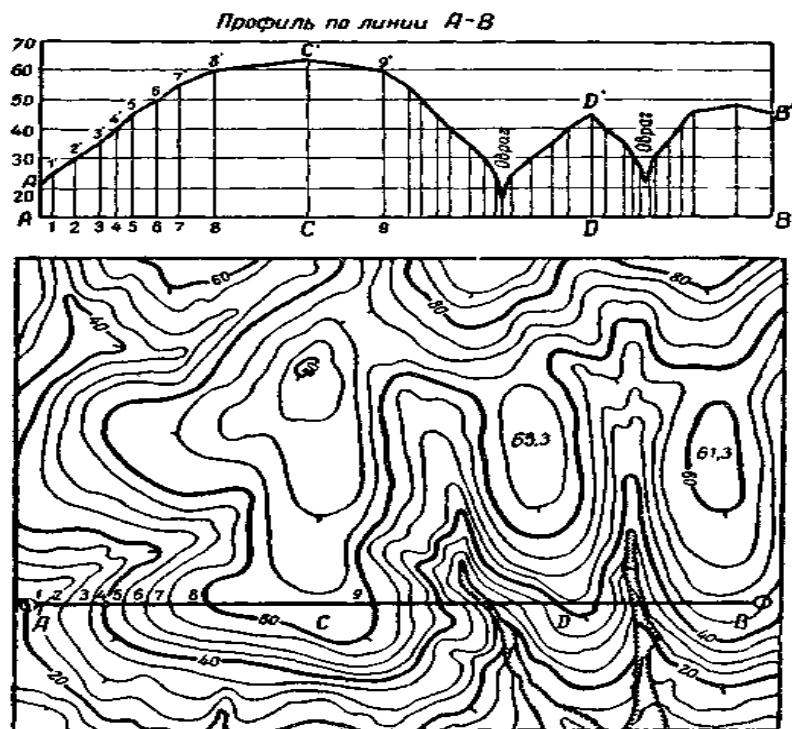


Рис. 14. Профиль, составляемый по горизонталям.

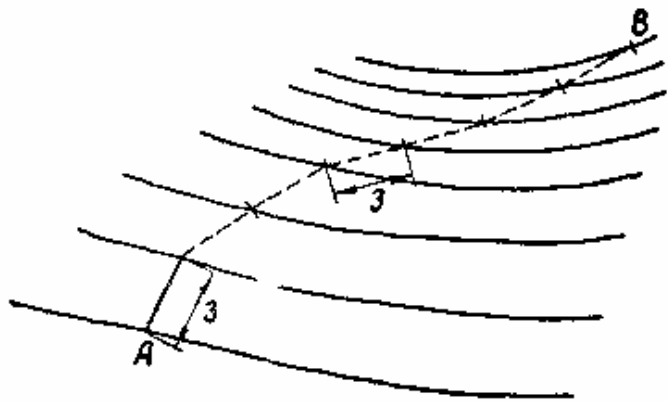


Рис. 15. Линия заданного уклона.

**Определение границ бассейнов.** При расчете отверстий искусственных сооружений необходимо знать величину площади бассейна, т.е. той площади, с которой стекает вода к сооружению.

При решении этой задачи по плану или карте наносят водораздельные линии, ближе всего лежащие к ложине, на которой намечено сооружение. Площадь, ограниченная водораздельными линиями и линией дороги, и является площадью бассейна.

При нанесении границ бассейна необходимо иметь в виду, что водораздельные линии и тальвеги пересекают горизонтали в местах их наибольшей крутизны, т.е. перпендикулярно к направлению горизонталей.

### Контрольные вопросы

1. Что такое горизонтали?
2. Какие свойства имеют горизонтали?
3. Что определяется с помощью горизонталей?
4. Как решается задача по определению уклона местности с помощью горизонталей?
5. Решить задачу.

### Занятия 7. СУЩНОСТЬ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ЛИНИЙ

В географии, геодезии и картографии, а также других науках, дающих представление об ориентировании на местности, определение направления сторон света является одной из первоочередных задач, достижение которой способствует разработке, в стандартизированном порядке, карт и планов различных масштабов с применением множества способов и подходов.

Ориентирование линий – это определение направлений их относительно сторон света, измеряемые горизонтальными углами, заключенными между исходными направлениями (север–юг, запад–восток) и линиями.

При закладке линейных сооружений (дорог, линий электропередач, трубопроводов), важно уметь определять направление сторон света на карте и местности. Ориентирование на местности картой позволяет придать ей такое положение, чтобы направления сторон света на карте совпадали с направлениями сторон света на местности. При

таком положении карты (ориентированном на стороны света), довольно просто определить положение изображенных на ней объектов, явлений, процессов и другие, свое местонахождение. Важно помнить, что верх внешней рамки карты всегда обращен к северу, а низ – к югу.

### Истинный и магнитный меридианы

Земной шар имеет два полюса: северный и южный. Полюсами называются точки на земле, через которые проходит воображаемая ось, вокруг которой вращается земля. Если по поверхности земного шара соединить южный и северный полюсы прямой линией, то такая линия будет называться истинным, или географическим, меридианом.

Таким образом, можно сказать, что истинный меридиан, проходящий через какую-либо данную точку на поверхности земного шара, указывает направление от этой точки одним концом на северный, а другим - на южный полюс.

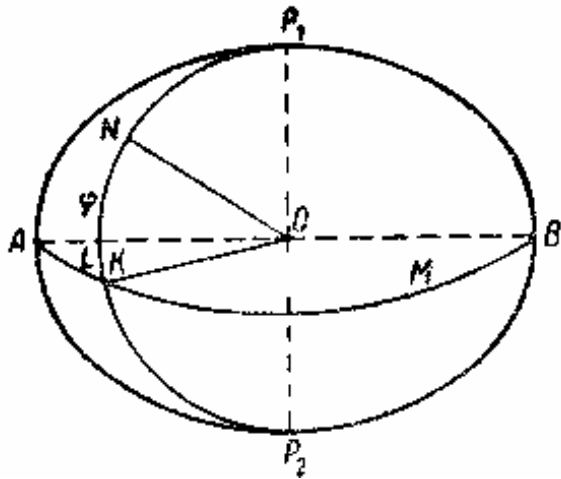


Рис. 16. Географические меридианы и параллели.

На рис. 16 изображен земной шар с меридианом  $P_1NKP_2$ , проходящим через точку  $N$ . Линия  $P_1P_2$  – ось вращения земного шара. Линии, идущие в направлении, перпендикулярном к меридианам, называются параллелями. Параллель  $M$  называется экватором.

Положение точки  $N$  на земном шаре определяется ее долготой и широтой, т.е. величиной углов  $AOK = L$  и  $NOK = T$ , отсчитываемых от принятого начального меридиана  $P_1AP_2$  и экватора  $M$ . За начальный меридиан условились принимать Гринвичский (проходящий через Гринвичскую обсерваторию в Англии). На каждой карте указываются меридианы и параллели в виде линий с соответствующим обозначением величин углов.

Ориентирование по сторонам света на местности производится с использованием специального приспособления – компаса

Ориентирование по сторонам света обычно производится при помощи компаса. Как известно, магнитная стрелка компаса одним своим концом всегда указывает на север, другим - на юг. Направление вдоль - оси стрелки компаса называется магнитным меридианом. Линия магнитного меридиана соединяет магнитные полюсы земли. Магнитные полюсы не совпадают с географическими, поэтому при помощи магнитной стрелки географическое, или истинное, направление север–юг можно определить лишь приближенно.

Определение направления истинного меридиана производится по звездам или солнцу при помощи специальных угломерных инструментов.

### Склонение магнитной стрелки

Склонением магнитной стрелки компаса называется угол между истинным и магнитным меридианами, проведенными через данную точку на поверхности земли.

Склонение бывает восточное, обозначаемое знаком плюс, и западное - знаком минус; при восточном склонении северный конец стрелки уклоняется к востоку от истинного меридиана, при западном - к западу (рис. 17).

В разных местах земного шара склонение магнитной стрелки неодинаково; так, например, на территории РФ наблюдается склонение от  $+25^\circ$  (на Крайнем Севере вдоль берегов Карского моря) до  $-13^\circ$  (Республика Саха). Оно также может изменяться в одних и тех же местах из года в год и в течение столетий. Даже в течение суток магнитная стрелка может отклоняться до  $30$ . Длительное изменение склонения в течение нескольких столетий называется вековым изменением склонения? оно, постепенно увеличиваясь из года в год, может доходить до нескольких десятков градусов и затем постепенно уменьшаться, переходя в противоположную сторону от некоторого среднего положения.

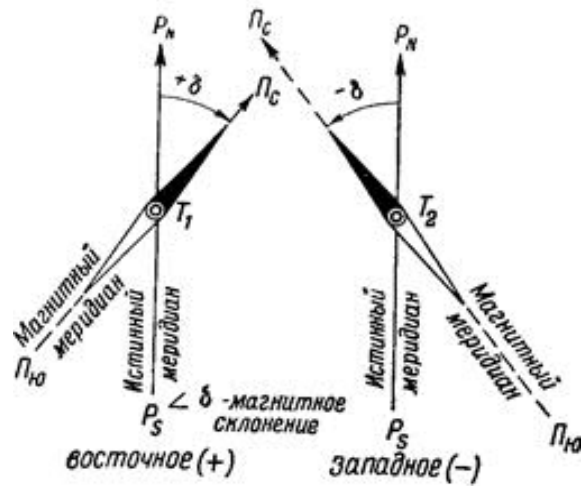


Рис. 17. Склонение магнитной стрелки.

При необходимости точного географического определения направления линии с помощью магнитной стрелки следует учитывать магнитное склонение.

Величина склонения магнитной стрелки указывается на наших крупномасштабных картах под южной стороной рамки.

### Контрольные вопросы

1. Что означает ориентирование линий?
2. Что такое полюса?
3. Какие бывают меридианы?
4. Что такое склонение магнитной стрелки?
5. Показать склонение  $C_K$ :  $-15^\circ$ ,  $+45^\circ$ ,  $-60^\circ$ ,  $+30^\circ$ .

### Занятие 8. АЗИМУТЫ И РУМБЫ

Как уже было раньше указано, сущность ориентирования линий заключается в определении углов, измеряемых между направлением данной линии и линией меридиана.

Угол между северным направлением меридиана и направлением линии, измеренный по ходу часовой стрелки, называется **азимутом**. Азимуты могут изменяться от 0 до  $360^\circ$ .

На рис. 18 линия  $CO$  показывает направление меридиана. Тогда углы линий, направленных из точки  $O$  на точки  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  и  $M_4$ , будут соответственно являться азимутами этих линий.

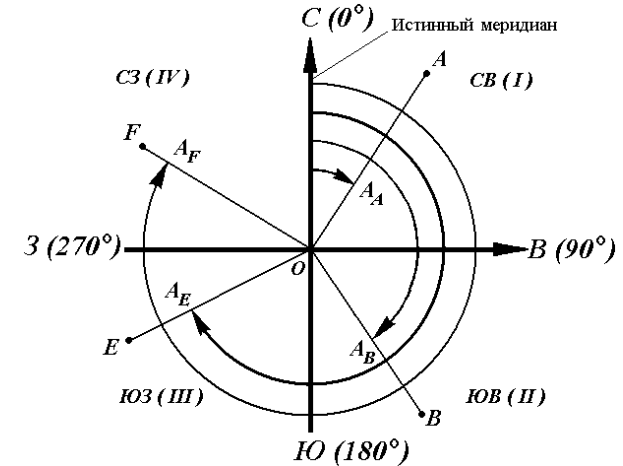


Рис. 18. Азимуты линий.

Различают азимуты истинные и магнитные. Истинный азимут определяется относительно истинного меридиана, магнитный – относительно магнитного.

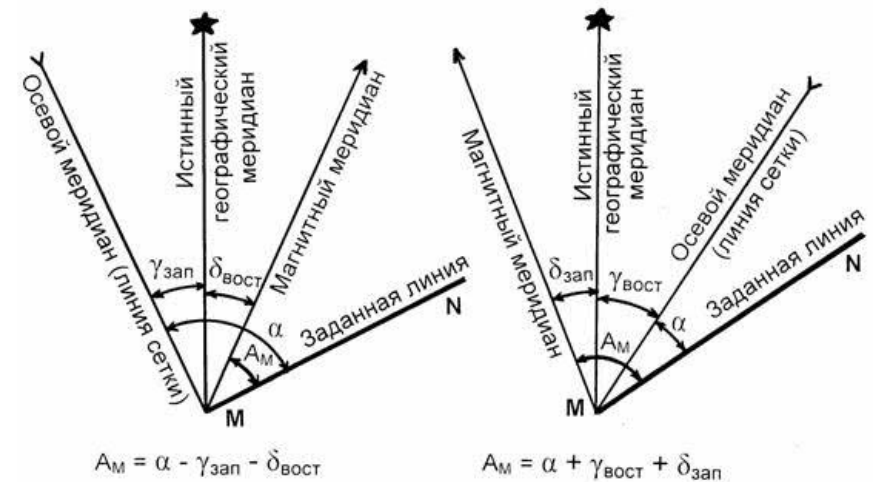


Рис. 19. Азимуты истинные и магнитные.

Из ранее изложенного заключаем, что истинный азимут отличается от магнитного на величину склонения магнитной стрелки.

Переход от истинного азимута к магнитному и обратно изображен на рис. 28. Из этого рисунка видно, что истинный азимут равен алгебраической сумме магнитного азимута и склонения, или:

$$A = A_m + C_k,$$

где:  $A$  – истинный азимут;  $A_m$  – магнитный азимут;  $C_k$  – склонение.

Склонение в эту формулу всегда подставляется со своим знаком (восточное – со знаком плюс, западное – со знаком минус).

**Пример.** Магнитный азимут линии составляет  $150^{\circ}30'$ . Склонение – западное  $10^{\circ}30'$ , т. е. со знаком минус. Истинный азимут линии будет:

$$A = A_m + C_k = 150^{\circ}30' + (-10^{\circ}30') = 140^{\circ}.$$

При переходе от магнитного азимута к истинному пользуются следующей формулой, выведенной из предыдущей:

$$A = A_m - C_k,$$

т.е. магнитный азимут равен алгебраической разности между истинным азимутом и склонением. Из предыдущего примера  $A_m = 140^{\circ} - (-10^{\circ}30') = 150^{\circ}30'$ . Для ориентирования линии часто удобнее применять углы в пределах  $90^{\circ}$ . Такими углами являются румбы. Румбом называется угол между ближним концом меридиана и направлением линии.

На рис. 20 углы  $r_1, r_2, r_3$  и  $r_4$  есть румбы линий  $PA, PB, PC$  и  $PD$ .

Румбы исчисляются в градусном измерении от 0 до  $90^{\circ}$  и всегда имеют: наименование той четверти круга, в которой находится данная линия. Эти четверти обозначаются первыми буквами названий стран света: СВ (северо-восток), ЮВ (юго-восток), ЮЗ (юго-запад), СЗ (северо-запад).

Название четверти пишется впереди величины угла, далее ставится двоеточие и величина румба в градусной мере; например, румб СВ: $35^{\circ}30'$  означает, что данное направление линии лежит в первой четверти и составляет с северным направлением меридиана угол  $30^{\circ}30'$ .

В зависимости от какого меридиана – истинного или магнитного – отсчитываются углы, румбы, как и азимуты, могут быть истинные и

магнитные. На рис. 21 показан пример обозначения магнитных румбов различных четвертей.

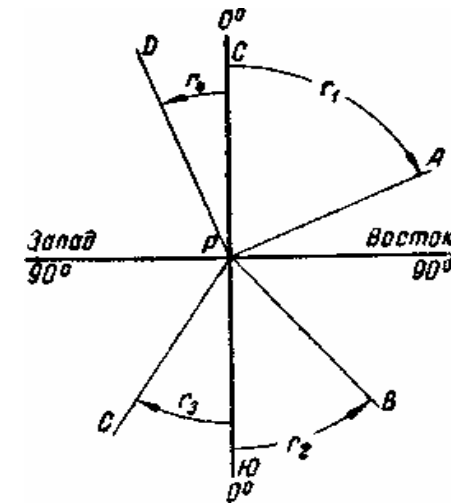


Рис. 20. Румбы линий.

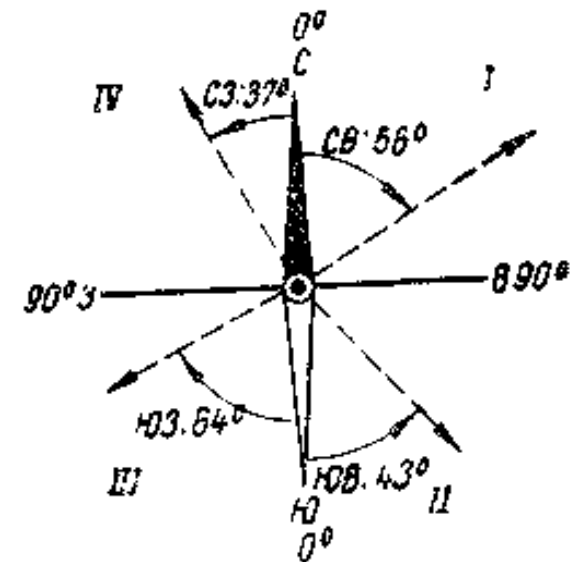


Рис. 21. Магнитные румбы.

### Задание 1.

Показать азимут истинный:  $A_u = 195^\circ$ ;  $A_u = 135^\circ$ ;  $A_u = 65^\circ$ .

Показать румб истинный:  $r_u = 35^\circ$  ЮЗ;  $r_u = 75^\circ$  СЗ;  $r_u = 55^\circ$  ЮВ.

#### Контрольные вопросы

1. Что такое азимут?
2. Что такое румб?
3. Как меняются азимуты и румбы?
4. Какие бывают азимуты и румбы?

### Занятие 9. ПЕРЕВОД АЗИМУТОВ В РУМБЫ И ОБРАТНО

Азимуты и румбы связаны между собой. Зная азимут линии, можно определить румб той же линии и, наоборот, по румбу линии можно определить ее азимут.

На рис. 22 изображены азимуты и румбы направлений линий, расположенных в четырех четвертях по странам света; румбы обозначены буквой  $r$ , азимуты -  $A$ .

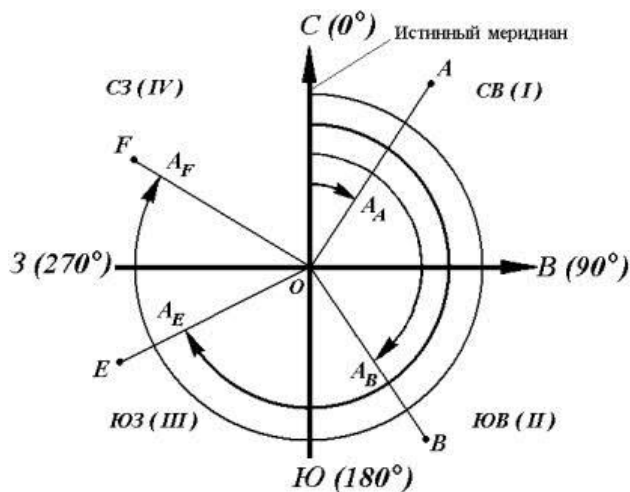


Рис. 22. Азимуты и румбы.

Из этого рисунка легко можно вывести соотношения между азимутами и румбами, приведенными в табл. 2.

Таблица 2 – Соотношение между азимутами и румбами

Четверть	Обозначение четвертей	Определение румбов по азимутам	Определение азимуты по румбам
I	СВ	$r_1 = A_1$	$A_1 = r_1$
II	ЮВ	$r_2 = 180^\circ - A_2$	$A_2 = 180^\circ - r_2$
III	ЮЗ	$r_3 = A_2 - 180^\circ$	$A_2 = 180^\circ + r_3$
IV	СЗ	$r_4 = 360^\circ - A_4$	$A_4 = 360^\circ - r_4$

Например, имеем азимут  $A_3 = 260^\circ 30'$ . Требуется определить название румба и его величину в градусах. Азимут  $260^\circ 30'$  находится в третьей четверти. Так как величина угла  $260^\circ 30'$  заключается между  $180^\circ$  и  $270^\circ$ , то, следовательно, направление румба будет юго-западное, а величина его  $r_3 = 260^\circ 30' - 180^\circ = 80^\circ 30'$ . Если дан румб - юго-восток  $40^\circ 35'$ , то соответствующий ему азимут будет:  $A_2 = 180^\circ - 40^\circ 35' = 139^\circ 25'$ .

**Задание 1.** Определить прямые и обратные азимуты и румб, если румб обратный  $r_u = 45^\circ$  ЮВ.

**Задание 2.** Определить румбы прямой и обратный, азимут обратный, если, азимут прямой  $A_{np} = 162^\circ 45'$ .

**Задание 3.** Зная румб прямой  $r_{np} = 36^\circ 42'$  ЮВ определить азимут прямой.

#### Контрольные вопросы

1. Как отсчитываются прямые и обратные азимуты и румбы?
2. Как можно определить румб, зная азимут и наоборот?
3. В какой системе координат решаются задачи по определению азимуты и румбы?
4. Как отсчитываются истинные и магнитные азимуты и румбы?

### Занятие 10. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Основными приборами и инструментами, при помощи которых получают линейные и угловые измерения, являются линейные, угловые, вычислительные и графопостроительные.



Линейные мерные инструменты и приборы служат для измерения длин линий на местности и отображения их в соответствующем масштабе на плане и карте:

1. **Мерная штриховая лента** (рис. 23) изготавливается длиной 20, 24, 50 м двух типов: ленты типа ЛЗ, имеющие дециметровые деления, и ЛЗШ, у которых крайние дециметры имеют миллиметровые деления.

Точность измерения длин линий мерными лентами составляет 1:1000-1:2000.

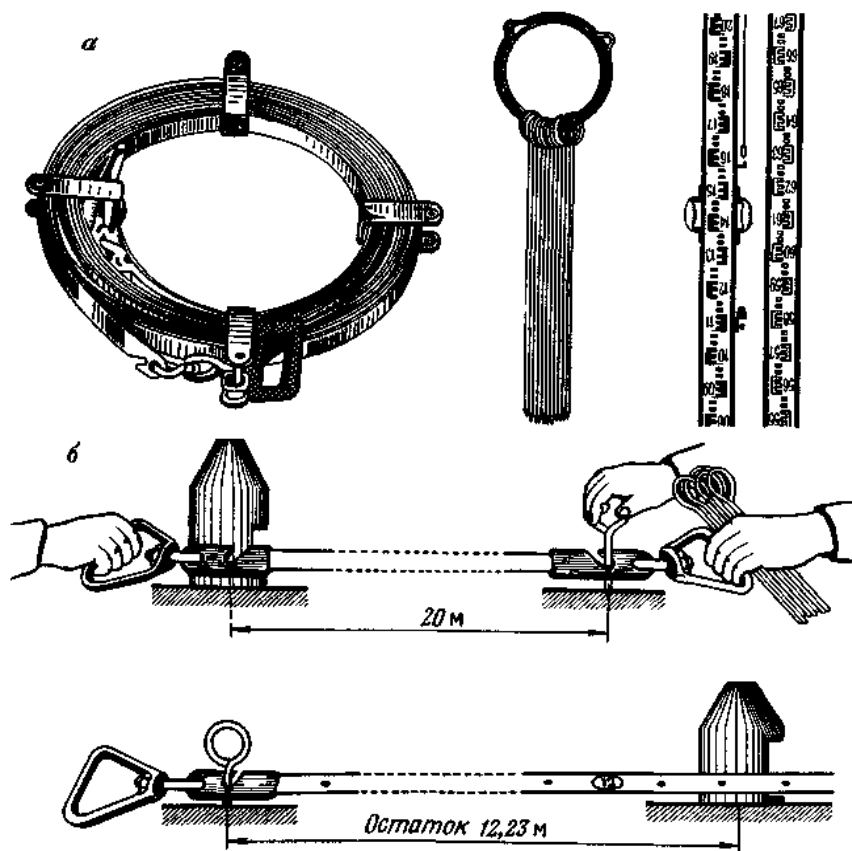


Рис. 23. Линейные мерные инструменты (а) и схема измерения линии на местности (б).

2. **Инварные проволоки.** Их основные марки - БП-1, БП-2 и БП-3. Точность применения - до 1:1000 000.

3. **Нитяные дальномеры** имеются в зрительных трубах специальных геодезических приборов. Измеряют линию длиной до 200 м с относительной погрешностью 1:300. При увеличении расстояния погрешность резко возрастает.

4. **Оптические дальномеры** представляют собой насадки на теодолиты и кипрегели. Могут служить и самостоятельными приборами (Д-2, ДВ-20 и др.). Измеряемое расстояние для оптического дальномера не превышает 400 м, точность измерения колеблется от 1:100 до 1:6000 в зависимости от конструкции.

5. **Радио- и светодальномеры** основаны на принципе получения расстояний через систему радио- и световых волн. Светодальномеры могут измерять расстояние с погрешностью 1:400000, радиодальномеры – с погрешностью 1:200000.

Угловые измерительные приборы предназначены для измерения на местности горизонтальных и вертикальных углов:

1. **Теодолиты** – оптические приборы для измерения горизонтальных и вертикальных углов при топографических съемках с точностью до 30". Основными марками являются ОТ-02, ТБ-1, ОТБ, Т1, Т2, Т5, Т15, Т30 и др.

2. **Кипрегели** – приборы для построения на плане (планшете) горизонтальных углов и измеренных длин линий (по дальномеру) или графическим способом. Точность построения углов с помощью кипрегеля составляет 5-6'. Распространенными марками являются КБ-1, КН, кипрегель-автомат КА-2. С 1976 г. в РФ изготавливается только кипрегель номограммный КН.



Рис. 24. Кипрегель КА-2.

**1. Нивелиры** – геодезические приборы для определения превышения одной точки над другой. Широко применяются в дорожном строительстве, при прокладке оросительных, осушительных сетей, выравнивании поверхностей земли и т.д. Основные приборы - Н-0,5; Н-3, Н-10, 2Н-10Л; НЗКЛ и др.

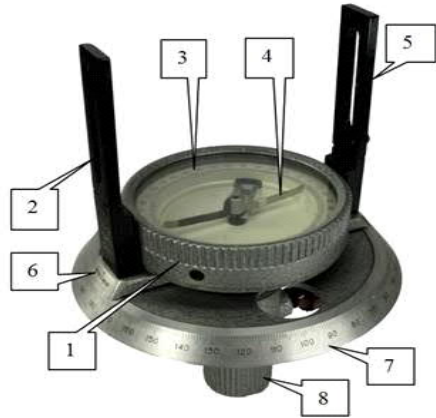


Рис. 25. Буссоль БГ-1:

1 – коробка; 2, 5 – глазной и предметный диоптры; 3 – кольцо; 4 – магнитная стрелка; 6 – алидадная линейка с верньером; 7 – горизонтальный круг с лимбом, 8 – втулка с закрепительным винтом лимба.

**1. Простейшие угловые приборы** – буссоль, экер, эклиметр – применяются для угловых измерений непосредственно на местности.

**Экер** (рис. 26) состоит из трехгранного металлического корпуса 3, к граням которого с внутренней стороны под углом  $45^\circ$  прикреплены колодочки с зеркалами 1 и 5. Угол между зеркалами регулируют винтами 6 и 7. Над зеркалами вырезаны окна 2 и 4. К корпусу экера привинчена ручка 8. При построении прямого угла наблюдателю необходимо центрировать ручку экера над точкой. Для этого на ручке есть кольцо 9, к которому крепится нитяной отвес.

**Эклиметр Брандиса** – наиболее распространенный портативный прибор (рис. 27), состоящий из трубки визирования 1 с диоптрами 2 и 3. Круг 5 вращается вокруг оси 4, скрепленной с трубкой. На ободе круга 7 имеется штрих 0 и градусные деления по обе от него стороны. При вращении круга его диаметр с нулевым штрихом благодаря грузу 6 всегда занимает горизонтальное положение. Естественно, что

при горизонтальном положении визирной оси (трубки) отсчет по кругу, читаемый через прорезь 8, будет равен 0, а при ее наклоне будет указывать число градусов, соответствующих углу наклона. Круг установлен в кожухе (коробке), на котором наклеена таблица для вычисления превышений и горизонтальных расстояний.

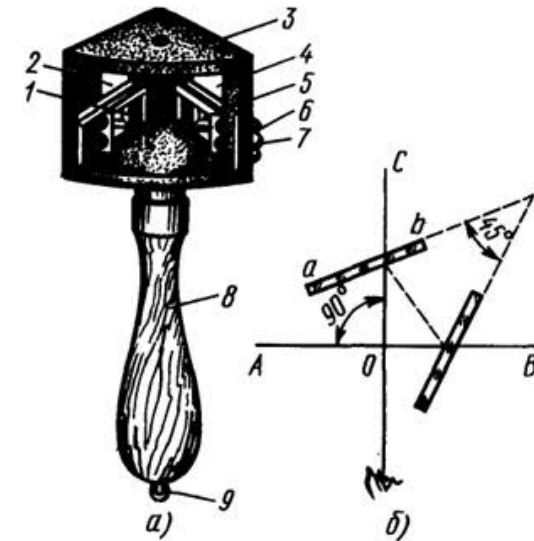


Рис. 26. Экер.

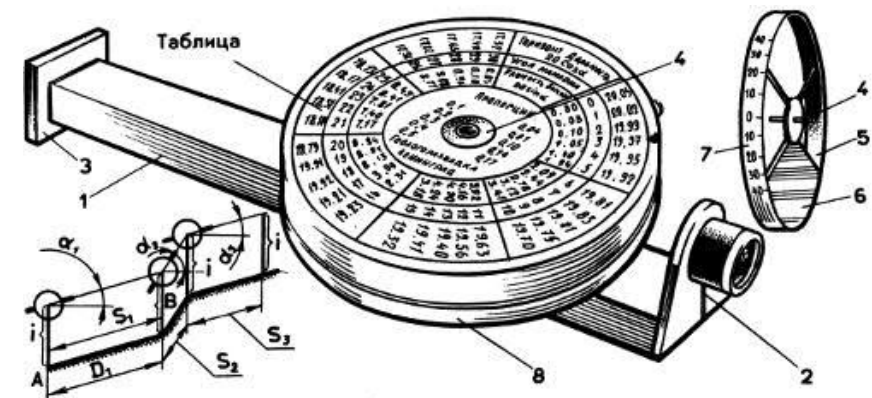


Рис. 27. Эклиметр Брандиса.

### Контрольные вопросы

1. Какие существуют виды съемок?
2. Какие приборы применяются для измерения углов?
3. С помощью какого прибора можно определить высотное положение точек – их отметки?
4. Как подразделяются приборы по точности?
5. Что означают числа в марке отдельных приборов?
6. Показать на приборах и инструментах их составные части.

### Занятие 11. НИВЕЛИРОВАНИЕ

Сущность и виды нивелирных работ

При строительстве дорог, мостов и других сооружений часто приходится определять высотное положение точек местности и частей сооружений, т. е. их высоту над условным уровнем или над уровнем моря.

Геодезические работы по определению высотного положения точек называют нивелированием.

Различают следующие виды нивелирования:

- 1) физическое, или барометрическое;
- 2) геодезическое, или тригонометрическое;
- 3) механическое;
- 4) геометрическое, или техническое.

Физическое нивелирование основано на определении высоты точки, на основании законов физики. Наиболее распространенным из этих видов является барометрическое нивелирование, при помощи которого определяют высоту по величине атмосферного давления. Такое нивелирование дает возможность определять высоту точек с точностью до  $\pm 3$  м.

Такая точность бывает вполне достаточна во многих случаях, например при рекогносцировочных изысканиях. Приборами для определения атмосферного давления служат барометры (ртутные и anerоиды).

Геодезическое, или тригонометрическое, нивелирование заключается в определении превышений между точками путем измерений расстояний между этими точками и угла наклона линии, соединяющей точки.

Имея эти данные, превышение вычисляют по формуле (рис. 11):

$$h = d \operatorname{tg} \alpha,$$

где:  $h$  – искомое превышение между точками;  $d$  – горизонтальное расстояние между точками;  $\alpha$  – угол наклона линии.

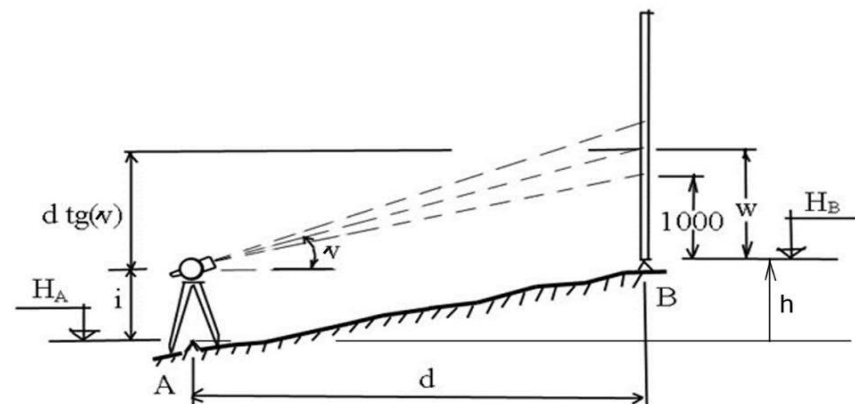


Рис. 28. Схема тригонометрического нивелирования.

Тригонометрическое нивелирование дает возможность определять превышение между точками с точностью примерно 3-4 см на 100 м длины, что во многих случаях является вполне достаточным для предварительных изысканий в строительстве, в том числе и для дорожных целей.

Механическое нивелирование производится с помощью нивелиров-автоматов, представляющих собою движущиеся по нивелируемой линии самокатные устройства различного вида (велосипеды, тележки, автомобили, дрезины и т. п.) с аппаратурой, вычерчивающей профиль линии. Такие автоматы обладают пока малой точностью, нуждаются в дальнейшем развитии и в практике применяются мало. В современном состоянии они представляют некоторый интерес для начальных рекогносцировочных изысканий под строительство дорог различного назначения (автомобильных, железнодорожных и др.), для прокладки трубопроводов и т. д.

Геометрическое нивелирование состоит в определении превышений между точками посредством горизонтального луча зрения.

Для производства геометрического нивелирования применяется инструмент, называемый нивелиром, и нивелирные рейки - деревян-

ные брусья с нанесенными на них сантиметровыми делениями. Этот вид нивелирования дает наиболее точные результаты (отсчеты по рейке берутся в миллиметрах), поэтому он чаще всего применяется на производстве в случаях, когда требуется достаточно высокая точность нивелирных работ.

Указанные обстоятельства заставляют нас более подробно рассмотреть работы, связанные с геометрическим нивелированием.

### Способы геометрического нивелирования

Существуют два способа геометрического нивелирования: нивелирование «вперед» и «из середины».

*Нивелирование вперед.* Для определения превышения  $h$  между точками  $A$  и  $B$  (рис. 29) нивелир устанавливается над одной из этих точек, например над точкой  $A$ , а на вторую точку  $B$  ставится рейка.

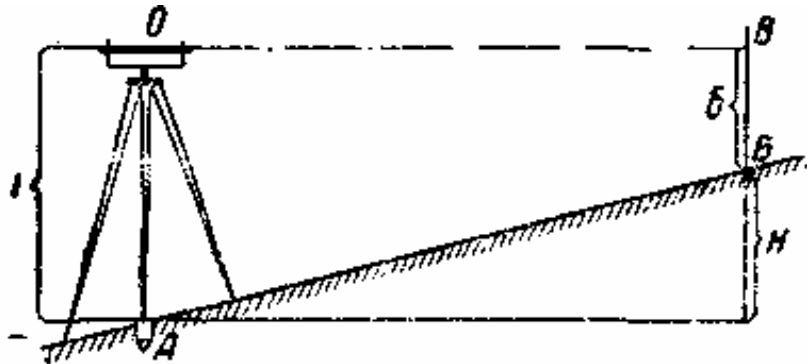


Рис. 29. Схема нивелирования по способу «вперед».

После приведения визирной оси трубы в горизонтальное положение измеряют высоту инструмента  $i$ , труба нивелира наводится на рейку и по рейке берется отсчет  $b$ . Искомое превышение  $h$  находим как разность между высотой инструмента и отсчетом на рейке:

$$h = i - b.$$

Если  $i > b$ , превышение получается положительное, т.е. точка  $B$  находится выше точки  $A$ ; при  $i < b$  превышение будет отрицательное (точка  $B$  ниже точки  $A$ ). Этот способ нивелирования не дает большой точности, так как высота инструмента измеряется рейкой или рулеткой недостаточно точно. В практике такой способ применяется редко, лишь в особых специальных случаях.

*Нивелирование из середины.* Нивелир устанавливается между точками  $A$  и  $B$ .

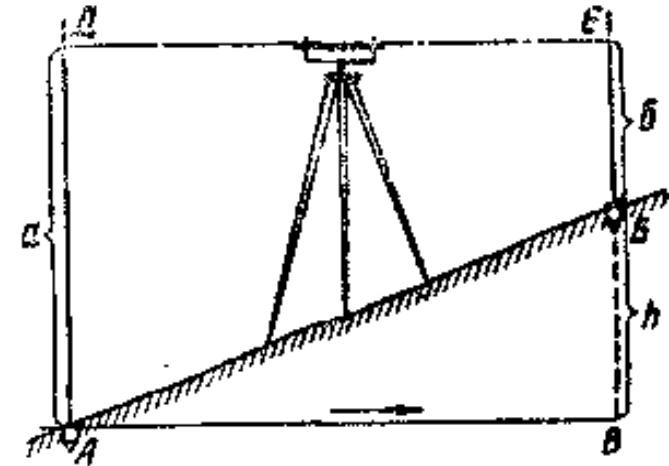


Рис. 30. Схема нивелирования по способу «из середины».

На точки, обозначенные забитыми в землю кольями, ставятся нивелирные рейки. После приведения в горизонтальное положение трубы нивелира последняя поочередно наводится на рейки, установленные на точках  $A$  и  $B$ , и по рейкам производятся отсчеты  $a$  и  $b$ . Превышение  $h$  получается как разность отсчетов:

$$h = a - b.$$

Отсчеты по рейкам называют «взглядами». Точка  $A$  является задней,  $B$  - передней. Превышение равняется «взгляду назад» минус «взгляд вперед». При  $a > b$  превышение будет положительным, при  $a < b$  - отрицательным. В первом случае местность от инструмента повышается, во втором понижается.

При нивелировании «из середины» место установки инструмента выбирается приблизительно на равных расстояниях от точек. Расстояние от нивелира до точек вообще зависит от увеличения трубы и состояния воздуха.

Влияет на это и величина превышения: при крутой местности приходится сокращать расстояния, так как в противном случае горизонтальный луч визирования трубы в одну сторону упрется в землю, а с другой стороны - пойдет выше верха рейки. На ровной местности

при достаточном увеличении трубы и благоприятном состоянии воздуха расстояние от нивелира до рейки допускается до 100 м.

### Контрольные вопросы

1. Какие существуют виды нивелирования?
2. Что определяется при нивелирной съемке?
3. Составные части нивелира показать на приборе.
4. Какие бывают нивелиры?

## Занятие 12. СУЩНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ УГЛОВ

### Угломерные инструменты и их основные части

Наиболее распространенным угломерным инструментом в настоящее время является теодолит. Такой инструмент имеет широкое применение при изысканиях и строительстве дорог. Теодолиты выпускаются различных конструкций и различной степени точности.

Теодолит является универсальным инструментом. Им можно измерять и разбивать на местности горизонтальные и вертикальные углы, определять расстояния (с помощью дальномера в теодолите), вешать линии, а также измерять и намечать в натуре азимуты и румбы линий (при помощи буссоли в теодолите).

Для менее точных измерений горизонтальных углов в дорожном деле применяется другой угломерный инструмент - гониометр.

Каждый геодезический инструмент, предназначенный для измерения горизонтальных углов, должен иметь следующие основные части (рис. 31).

1. Круг 1, имеющий градусное деление и называемый лимбом, плоскость которого можно устанавливать в горизонтальное положение, а центр - точно по отвесу в вершине измеряемого угла. Плоскость лимба приводится в горизонтальное положение при помощи уровня 2 и подъемных винтов 3.

2. Визирное устройство, создающее возможность получения подвижной визирной вертикальной плоскости, расположенной над лимбом, которая вместе с тем может вращаться вокруг вертикальной оси инструмента, проходящей через центр лимба. Указанное устройство должно давать возможность совмещать линию или плоскость

визирования с направлениями линий  $BC$  и  $BA$ , образующих угол. Такую подвижную вертикальную плоскость создает визирное приспособление - зрительная труба 5 (или диоптры в упрощенных инструментах), вращающаяся вокруг горизонтальной оси  $hh$  (рис. 31, деталь б).

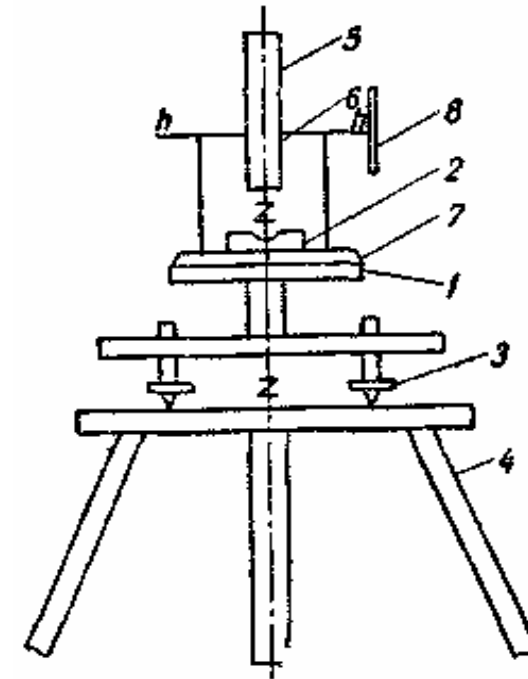


Рис. 31. Основные части угломерного инструмента.

3. Приспособление в указанной подвижной плоскости для возможности фиксирования ее положения на лимбе, т. е. для получения отсчетов. Для этого зрительная труба соединяется с кругом 7 и может вместе с ним вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через центр лимба. Этот круг называется алидадой. Он должен иметь указатель, пользуясь которым, можно отметить по лимбу начало и конец дуги  $a$  и  $c$ , определяющей величину измеряемого угла

Кроме того, современный теодолит должен иметь вертикальный круг 8 (рис. 31), соединенный с осью вращения трубы  $hh$ , при помощи которого измеряются вертикальные углы.

Все геодезические инструменты во время работы устанавливаются на штативах (рис. 31, указатель 4), имеющих в деталях разную конструкцию. Штатив представляет собой три ножки, соединенные сверху подвижно с головкой штатива при помощи болтов с гайками, называемыми барашками. Внизу ножки штатива имеют заостренные железные наконечники с выступами. Нажимая на последнее ногой, втыкают ножку в землю. Инструмент прикрепляется к головке штатива при помощи станкового винта с пружиной.

Пружина может быть в виде спирали или пластинки; в первом случае она в обхват надевается на становой винт; пластинчатая пружина составляет часть подставки инструмента. Точное центрирование вертикальной оси инструмента над вершиной угла производится по отвесу, прикрепляемому к крючку станкового винта. Отвес представляет собой металлическую гирьку с острием внизу, подвешиваемую на тонком шнуре.

### Контрольные вопросы

1. Какие приборы применяют для измерения горизонтальных и вертикальных углов?
2. Какова сущность теодолитной съемки?
3. Какие бывают теодолиты?
4. Показать на приборе его составные части.

## Занятие 13. СУЩНОСТЬ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Тахеометрическая съемка заключается в том, что на местности производится одновременно съемка ситуации и рельефа, т.е. определяется плановое и высотное положение всех нужных контуров и точек. В результате такой съемки составляется план с нужной степенью подробности, на котором показывается и рельеф местности.

Тахеометрические работы часто применяются при изысканиях и строительстве дорог, например, для разрешения вопросов о выборе наилучшего варианта направления дороги, для предварительной укладки трассы, а также в местах мостовых переходов, при пересечениях дорог, при подходах и обходах населенных пунктов, для определения площади бассейнов и во многих других случаях. Во всех этих

случаях на основе тахеометрической съемки составляются подробные с горизонталями планы местности, по которым и решают те или другие вопросы.

### Инструменты для тахеометрической съемки

Для производства тахеометрических работ применяют теодолиты-тахеометры. Теодолит-тахеометр – это повторительный теодолит, у которого должен быть хороший вертикальный круг со специальным достаточной чувствительности уровнем и точностью верньера, равной точности верньера горизонтального круга.

В трубе теодолита-тахеометра должны быть дальномерные нити, с помощью которых производится измерение расстояний по рейкам до наблюдаемых точек.

Для производства тахеометрической съемки, кроме теодолита-тахеометра, требуются дальномерные рейки, по которым прочитываются расстояния от инструмента до точек вокруг него, рулетка для измерения высоты инструмента на станциях и таблицы для вычисления превышений между точками.

### Измерение расстояний дальномером

Для измерения длины линии теодолит-тахеометр устанавливается на одном из ее концов, а на втором ставится рейка. Труба теодолита наводится на рейку и на ней прочитывается число делений между крайними нитями сетки (рис. 32).

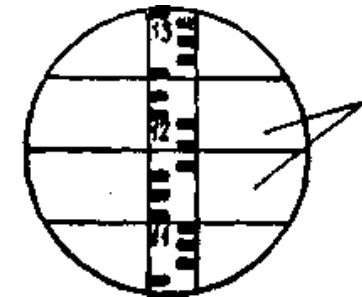


Рис. 32. Отсчет по дальномерной рейке: 1 – дальномерные нити.

Если коэффициент дальномера равен единице, то одно деление рейки принимается равным 1 м. В случае, когда коэффициент даль-

номера не равен единице, для получения длины линии надо прочитанное число делений на рейке между крайними нитями сетки умножить на коэффициент дальногомера.

Коэффициент дальногомера необходимо определить заранее. Для этого на ровной местности устанавливается в рабочее положение теодолит-тахеометр и от него отмеряется расстояние, равное 100, и, в конце которого устанавливается рейка. На рейку наводится труба теодолита-тахеометра и между крайними нитями сетки прочитывается число делений рейки.

### **Контрольные вопросы**

1. Какова сущность тахеометрической съемки?
2. Что определяется тахеометром?
3. Какие инструменты применяются для этой съемки?
4. Показать на приборе его составные части.

## **Занятие 14. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТЕ И СПОСОБАХ ЕГО СОСТАВЛЕНИЯ**

В состав землеустроительных работ, как части кадастровых работ, выполняемых уполномоченным специалистом в установленной области, входят мероприятия по организации и реорганизации территории сельскохозяйственных предприятий, разработки проектов землеустройства.

Само определение «проект» подразумевает создание новых форм устройства земли, как части земельного фонда в составе одной из семи категорий, с учетом экономических, социальных, технических и юридических условий эффективного и наиболее рационального использования преобразуемой или реорганизуемой территории в народном и сельском хозяйстве, производстве продукции растениеводства, животноводства, иной деятельности, связанной с вовлечением в оборот используемых, ранее используемых или ранее неиспользуемых земельных наделов.

Любой проект землеустройства подразумевает восприятие земли, как главного средства производства, источника получения ренты (прибыли), объекта инвестирования. Создает территориальные пред-

посылки по обеспечению качественного использования земельных участков, частей земельных участков, отдельных наделов, ограниченных в эксплуатации или ранее не вовлеченных в эксплуатацию земель на территории конкретного землепользования.

Все проекты землеустройства, которые подразделяются на два вида: проекты межхозяйственного и внутрихозяйственного землеустройства (первые предназначены для организации или реорганизации использования земель двух и более сельскохозяйственных предприятий, а вторые исключительно в границах определенного производителя сельскохозяйственной продукции), отражают составные части землеустройства, как мероприятий, в том числе, по охране земель, перспективы развития землепользования, его инженерную и социально-экономическую сущность с учетом существующих и планируемых условий, уровня развития.

Базисным документом, обеспечивающим согласованное решение вопросов размещения компонентов сельскохозяйственных предприятий, является генеральная схема использования земельных ресурсов. Она представляет собой совокупность систематизированных мероприятий в части решения задач по использованию земельных ресурсов, организации такого использования в различных отраслях народного хозяйства для развития их на отдаленную перспективу с учетом различных условий (в особенности, экономических и природных).

Разработка генеральной схемы упрощает решение множества вопросов в области размещения тех или иных объектов вспомогательного назначения на землях сельскохозяйственного использования. В ней содержатся графические и текстовые заметки о необходимости вовлечения в народнохозяйственный оборот новых земель, реорганизации существующих землепользований или их частей, ликвидации или создании более продвинутых предприятий в сельском хозяйстве. Кроме того, детализация Схемы способствует внедрению различных мероприятий по защите почв от различного рода негативных явлений и процессов, связанных как с деятельностью человека, так и природы.

Схемы позволяют решать вопросы регулирования земельных отношений, трансформации земельных угодий, повышения интенсивности эксплуатации земель, установления системы государственного надзора за их использованием.

Регулирование земельных отношений проводится в соответствии с рекомендациями, изложенными в генеральных схемах использования земельных наделов. Сам процесс регулирования включает упорядочение существующих и планируемых мероприятий в отношении земельных участков, их собственников (органов государственной власти и местного самоуправления или частных лиц), пользователей (арендаторов – производителей сельскохозяйственной продукции).

Трансформация земельных угодий подразумевает перевод их из менее ценных в более ценные в рамках земельного кодекса, вовлечение несельскохозяйственных угодий в сельскохозяйственную деятельность путем ликвидации условных и реальных ограничений на их использование с помощью применения различных методик (рекультивация и другие).

Повышение интенсивности использования земельных наделов включает совокупность мероприятий на основе качественного их изучения, проведением обследований (агрохимических, почвенных), оценочных мероприятий (экономическая оценка земель и бонитировка почв).

Установление системы государственного надзора подразумевает формирование организационно-хозяйственного комплекса, выполняющего технико-технологические мероприятия на базе правового обеспечения землеустроительных работ, надзорной деятельности в области изучения соблюдения норм и правил использования наделов собственниками и пользователями.

Проект землеустройства, как прогнозный документ, является творческим процессом, для которого характерна вовлеченность ряда специалистов: проектировщиков, геодезистов, почвоведов, агрохимиков, геологов и другие. Составляются проекты по стадиям, которых насчитывается шесть видов, упорядоченных и систематизированных: подготовительные работы, обоснование и утверждение показателей, составление проекта, экономическое обоснование проекта, техническое и юридическое оформление, перенос в натуру.

В комплекс подготовительных работ включают мероприятия по установлению местоположения землеустроительных предприятий и хозяйств, дается их характеристика, решаются вопросы составления схем землеустройства на основе существующей методики, с учетом природных и технологических условий также проводятся дополнительные изыскательские работы в рамках специализации хозяйств.

На стадии обоснования основных экономических показателей развития проекта и их утверждения, устанавливаются оптимальные размеры производства, завершая оформлением согласованного задания на проектирование.

На стадии составления проекта определяют задание в рамках существующих условий (технологических, природных, социальных, экономических), детализируют разработку проекта.

На этапе экономического обоснования проводят выбор оптимального проектного решения с использованием современных электронно-вычислительных машин, программных продуктов.

На предзавершающей стадии оформляют, с соблюдением юридических и технических условий, проект, который рассматривается соответствующими органами государственной власти.

На завершающем этапе положения проекта переносятся в натуру, осуществляется авторский надзор за осуществлением переноса в натуру и последующее его сопровождение.

Стадийность или этапность составления проектов землеустройства не исключает использование планов ранее задействованных в реорганизации или организации территории сельскохозяйственных предприятий материалов оценки (качественной) земель, проектов и планов улучшения сельскохозяйственных угодий, графиков проведения мелиоративных и оросительных работ, поскольку они дают возможность установления преемственности и обоснования с научной точки зрения составления проектов нового землеустройства.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое проект?
2. Составные части проекта.
3. Что служит основой для составления проекта?
4. Что является завершающим в составлении проекта?

### **Занятие 15. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КАДАСТРЕ И ЕГО СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ**

Кадастр является сводом сведений об объектах и их правовом, экономическом, физическом статусе в пространстве и времени; составной частью государственных работ в области учета земель, их качественных и количественных характеристик.



В Российской Федерации кадастр имеет специфику ограниченного использования. Сведения, содержащиеся в кадастре, частично доступны для граждан РФ и целиком используются уполномоченными лицами – членами государственных и муниципальных бюджетных учреждений. Структурно кадастр подразделяется на множество направлений: земельный, градостроительный, водный, лесной и другие. Каждое из направлений определяет правовое положение субъектов и объектов земельных отношений во всех отраслях народного хозяйства, в том числе в сельскохозяйственной отрасли промышленности муниципалитетов, районов и административно-территориальных образований.

Ключевую роль в кадастре играет регистрация земельных участков (а также прочих объектов недвижимости, расположенных на них) специалистами Органа кадастрового учета. Сам по себе процесс регистрации тесно связан с различными формами пользования землей, образованием новых и упорядочением существующих коллективных и совместных хозяйств, межхозяйственных объединений, землепользований (в том числе несельскохозяйственного назначения), их инженерно-технологическим и социально-экономическим обоснованием, юридическим оформлением прав в соответствии с земельным и иными законодательствами страны. Все формируемые земельные наделы (землепользования) имеют точную геодезическую основу, наложенную в ходе проведения специализированных работ специалистами саморегулируемых организаций кадастровых инженеров. В случае, если геодезическая основа требует изменений, проводятся дополнительные съемки с помощью геодезического оборудования.

Регистрация права собственности и иных вещных прав осуществляется в Органе кадастрового учета при условии соблюдения положений ФЗ-218 «О государственной регистрации недвижимости» и предоставлении заявителем всех необходимых правоудостоверяющих документов. В сельском хозяйстве регистрация предприятий – процесс длительный, однако в настоящее время такие предприятия могут быть зарегистрированы в форме юридического лица или индивидуального предпринимателя, коллективного хозяйства при условии возможности реализации такой регистрации (ввиду наличия или отсутствия обременений, ограничений на использование земли, кото-

рое затрагивает как правовую, так и технологическую сферу деятельности на ней).

В ходе государственной регистрации права учитывают достоверные сведения о территории землепользований, составе угодий, а также иных земель, входящих в состав землепользования. Кроме того, проводят классификацию существующих угодий, угодий трансформируемых в ходе инженерных съёмов при разработке проектов землеустройства. Обязательным в комплексе указанных работ является экспликация земель.

Основными документами, куда вносятся сведения об учетных мероприятиях в отношении земельных участках, являются документы графического и текстового типа. К графическим документам можно отнести материалы различных видов обследований, проекты землепользований и планы земельных участков, к текстовым – книги истории полей, реестры пользования землей и другие.

Как часть кадастровых работ учет отражает точные сведения о составе и площади землепользований, качественных характеристиках земель и природном комплексе, мелиоративном её состоянии, культурно-техническом освоении. Находят такие сведения отражения на картах и планах землеустройства, в разделах и подразделах книг сельскохозяйственных предприятий, района.

Де-факто в книгах сельскохозяйственных предприятиях учитываются точно, в пятом разделе книги земельно-кадастровых записей, приусадебные участки служащих, связанных с производством сельскохозяйственной продукции.

Не последнее место в учетных мероприятиях занимают мелиорируемые и дренажируемые земли. Для них в документах земельного кадастра отведены специальные разделы: 1. Орошаемые земли; 2. Осушенные земли; 3. Орошаемые на осушенных землях), на которые особое внимание уделяется способам дренажа и орошения, состоянию систем осушения и орошения. Учет земель данных трех видов отражается в классификации земельных угодий, соответствует номенклатуре земель, проводится по их фактическому состоянию на определенную дату.

### **Контрольные вопросы**

1. Что отражает земельный кадастр?
2. Составные части земельного кадастра?

## **Занятие 16. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗЕМЕЛЬ**

Государственный контроль или надзор за использованием земель занимает особое место в системе государственного земельного кадастра и государственного кадастра недвижимости, как составная часть мероприятий по охране земель от порчи (причинения ущерба в результате осуществления неэффективного использования земельных участков, использования не в рамках целевого назначения и разрешенного вида эксплуатации, повлекшее за собой нанесение ущерба, восполнение которого возможно в случае привлечения нарушителей к одному из видов ответственности РФ).

За соблюдение государственного контроля использования и охраны земель отвечают исполнительные органы государственной и местной власти, общественные предприятия и организации, а также учреждения и гражданские лица в рамках земельного законодательства РФ, принципов ведения земельного кадастра и кадастра недвижимости в целях рационализации использования земель, защиты их от неэффективных собственников и пользователей.

В сельскохозяйственных предприятиях достоверные данные и качественные и количественные характеристики земель, находящихся в обороте такого предприятия, помогают учредителям контролировать использование земель в соответствии с их назначением, осуществлять мероприятия по неуклонному соблюдению основ земельного законодательства, актов правового типа по улучшению использования земель, их охране.

Государственный надзор и мероприятия по контролю за состоянием и использованием земель возложены на Министерство сельского хозяйства, Россельхознадзор и Роспотребнадзор. Данные исполнительные органы государственной власти проводят в границах административно-территориального образования ежегодные контрольно-надзорные мероприятия, количество которых варьирует, в зависимости от ситуации с нерациональным эксплуатированием сельскохозяйственных земель, от 1 до 12, а также точно. Сведения о проводимых мероприятиях отражаются на сайтах указанных министерств и ведомств, которые, по результатам проверки, составляют административные акты, выдают предписания об устранении выявленных нарушений, а также уведомляют соответствующие органы.

Среди множества видов нарушений использования земель пользователями – учредителями сельскохозяйственных предприятий, можно выделить: зарастание полезных площадей кустарником, использование земель не в рамках разрешенного вида эксплуатации и целевого назначения, причинение ущерба почвенным и иным ресурсам, и другие. Любой вид нарушений в случае, если таковой влечет за собой вывод земель сельскохозяйственного назначения из оборота, накладывается в виде обременений на земельные участки, в границах которых нарушения были выявлены, вносятся в государственный кадастр недвижимости, ограничивая право использования (не владения).

В зависимости от эффективности ведения земельного кадастра и кадастра недвижимости, заполнения землеустроительных и кадастровых документов, в рамках инструкций вышестоящих органов, государственные надзорные мероприятия могут совершенствоваться или терять регламентную функцию.

На основании результатов проверок и составлении актов о нарушениях земельного законодательства РФ, руководители организаций и предприятий привлекаются к административной ответственности. Также основаниями для составления указанных актов являются заключения административных комиссий исполнительного комитета районных (городских) Советов народных депутатов.

Системы документов, описывающих земельный фонд или земельные ресурсы в составе муниципального района или предприятия (пользователя землей), а также отчеты о надзоре за использованием земель, результаты контрольно-надзорных мероприятий, обмеров, ревизий в установленном порядке рассматриваются в вышестоящих органах, где дается подробный анализ состояния земель, их использования, охраны, намечаются мероприятия по устранению недостатков, определяются необходимые средства на проведение работ по предупреждению стихийных сил природы (переувлажнения, эрозии, засухи, заболачивания, переосушения, засоления, вторичного засоления и другие). Все это необходимо для более эффективного использования земель в народном хозяйстве.

### **Контрольные вопросы**

1. Кто осуществляет контроль за использованием земель?
2. Какая документация ведется при государственном контроле?

---

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геодезия [Текст]: учебник для вузов / Е. Б. Ключин [и др.]; Под ред. Д. Ш. Михелева. - 11-е изд., перераб. - М.: Академия, 2012. - 496 с.
2. Глухих, М. А. Землеустройство с основами геодезии: учебное пособие / М. А. Глухих. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 168 с. – ISBN 978-5-8114-2806-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/169037>
3. Глухих, М. А. Землеустройство с основами геодезии. Практикум: учебное пособие / М. А. Глухих, Н. А. Теличкина. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 136 с. – ISBN 978-5-8114-4913-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/147110>
4. Дьяков, Б. Н. Основы геодезии и топографии [Электронный ресурс] / Б. Н. Дьяков. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Лань, 2011. - 272 с.
5. Дубенок, Н. Н. Землеустройство с основами геодезии [Текст] / Н. Н. Дубенок, А. С. Шуляк. - М.: КолосС, 2007. - 319 с.
6. Кусов, В. С. Основы геодезии, картографии и космоаэро съемки [Текст]: учебник для вузов / В. С. Кусов. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2016. - 256 с.
7. Кучиев, С. Э. Методические указания к выполнению лабораторных работ по геодезии [Текст]: для студентов направления подготовки 21.03.02 – «Землеустройство и кадастры» / С. Э. Кучиев, Л. Ж. Басиева, И. Н. Гудиева. - Владикавказ: ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2019. - 52 с.

---

---

## ГЛОССАРИЙ

**Абсолютная высота точки земной поверхности (альтиту-да)** – расстояние в метрах от точки до точки (в зависимости среднего уровня моря по Балтийской системе высот). В Российской Федерации исчисляется от нуля футштока в Кронштадте.

**Алидада** – прибор для измерения углов в геодезических, астрономических и физических угломерных инструментах.

**Бергштрих** – указывает направление вниз или вверх по склону или скату, представляет собой короткую черту в виде штриха, расположенного на горизонтали (преимущественно главного типа).

**Геодезические знаки** – это сооружения, установленные в грунт или здание (объект капитального строительства), которые представляют собой монолитные бетонные сооружения с металлическими столами с наложенными на них пирамидальными конструкциями. Служат исходными точками при проведении различного рода кадастровых работ по установлению границ земельных участков и иных объектов недвижимости на местности.

**Горизонтали (изогипсы)** – замкнутые кривые линии на карте, соединяющие точки земной поверхности с одинаковой абсолютной высотой и в совокупности передающие формы рельефа.

**Дирекционный угол** – угол, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана по ходу часовой стрелки до данного направления.

**Замкнутый полигон** – геодезическое построение на местности в виде ломаных линий, образующих замкнутую геометрическую фигуру.

Красные линии представляют собой линии, обозначающие существующие и планируемые границы территорий общего пользования, а также границы земельных участков и иных территориальных зон, на которых расположены линии электропередач (ЛЭП), трубопроводы, газопроводы, линии связи, интернет, автомобильные дороги и прочие линейные сооружения.

**Лимб** – плоское кольцо, разделённое штрихами на равные доли окружности (например, градусы, минуты или др.).

**Мензула** – полевой чертежный столик, состоящий из планшета, штатива и скрепляющей их подставки.

**Полигонометрия** – метод построения геодезической сети в форме ломаной линии, в которой измеряют все стороны и углы. Пункты полигонометрии используются для проведения нивелирования, составления карт и планов местности (кадастровых планов территории).

**Репер** – знак пункта с известной абсолютной высотой - металлический диск с выступом (или с отверстием - марка), закрепляемый в стенах долговременных сооружений, или бетонный монолит, заложённый в грунт.

**Триангуляция** – метод определения положения геодезических пунктов построением на местности систем смежно расположенных треугольников, в которых измеряют длину одной стороны (по базису) и углы, а длины других сторон получают тригонометрически. Основным методом создания опорной геодезической сети и градусных измерений. Триангуляционные пункты используются кадастровыми инженерами для создания межевых и технических планов, применяются для измерения положения характерных точек границ земельных участков на местности.

**Уровень** – приспособление для проверки горизонтальности линий и поверхностей и измерения малых углов наклона. Основная часть - заполненная легкой жидкостью (за исключением небольшого объема «пузырька») стеклянная ампула.

*Для заметок*

Басиева Л.Ж. , Кучиев С.Э. , Пех А.А.

ГЕОДЕЗИЯ  
С ОСНОВАМИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

*Учебно-методическое пособие  
к лабораторным занятиям*  
для студентов направления подготовки  
35.03.04 – «Агрономия»

---

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Электронная распечатка 25.04.2022 г.  
Бумага формат А4 (210x297 мм), масса 80 г/м<sup>2</sup>.  
Усл.печ.л. 3,5. Заказ 34.

---

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.  
Типография ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет»