

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
УЛЬЯНОВСКОЕ ВЫСШЕЕ АВИАЦИОННОЕ УЧИЛИЩЕ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ (ИНСТИТУТ)**

А.П. Шелопутов

**ТОПОГРАФИЯ.
ОСНОВЫ НАВИГАЦИИ**

Учебное пособие



Ульяновск 2007

ББК Д я7

Ш44

Шелопутов А.П. Топография. Основы навигации: учеб. пособие / А.П. Шелопутов. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2007. – 143 с.

Содержит следующие основные вопросы: типовые формы рельефа местности и их тактические свойства; простейшие приемы измерений на местности; основы картографии и приемы работы с топографическими картами; способы изучения местности в целях успешного ориентирования и определения степени доступности и проходимости ее для различных видов поисково-спасательной техники. Даны основные понятия о системе измерения времени и определения условий естественного освещения. Приведены приемы составления простейших графических документов по составлению плана местности с возможностью привязки его к месту происшествия. Пособие соответствует рабочей программе «Основы навигации».

Предназначено для курсантов и студентов заочной формы обучения УВАУ ГА специализации 330502 – Поисковое и аварийно-спасательное обеспечение гражданской авиации, а также может быть рекомендовано специалистам поисково-спасательных подразделений гражданской авиации.

Печатается по решению Редсовета училища.

© Шелопутов А.П., 2007

© Ульяновск, УВАУ ГА, 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Топографические элементы местности	6
1.1. Общие понятия и определения	6
1.2. Рельеф местности, его типовые формы и их тактические свойства	7
1.3. Местные предметы.....	12
1.4. Классификация разновидностей местности	19
1.5. Способы изучения местности	30
2. Простейшие приемы измерений на местности	33
2.1. Измерение углов.....	33
2.2. Определение расстояний до местных предметов и их высоты	37
2.3. Определение крутизны скатов	45
2.4. Определение ширины реки и выбор брода.....	49
3. Геометрические характеристики Земли	52
3.1. Форма и размеры Земли	52
3.2. Основные точки и линии на Земном шаре	54
4. План и карта	55
4.1. Масштаб карты (главный, численный и линейный).....	56
4.2. Сущность картографических проекций.....	58
4.3. Разграфка и номенклатура (обозначение) карт.....	63
4.4. Измерение расстояний на карте.....	66
5. Изображение местных предметов на топографических картах	70
5.1. Основные требования к топографическим условным знакам	70
5.2. Классификация местных предметов	72
и их условных знаков.....	72
5.3. Виды и свойства топографических условных знаков	73
5.4. Условные знаки, применяемые для изображения местных предметов при составлении графических документов.....	76

5.5. Изображение рельефа на топографических картах	77
5.6. Определение по карте абсолютных высот и взаимного превышения точек местности	79
5.7. Определение по карте направлений и крутизны скатов	80
6. Системы координат и координатная сетка на топографических картах	82
6.1. Географические координаты.....	82
6.2. Плоские прямоугольные координаты	85
6.3. Плоские полярные координаты	90
6.4. Биполярные координаты	96
7. Изучение местности и решение прикладных задач по карте	97
7.1. Общие правила чтения карты и изучения местности по ней	97
7.2. Подготовка карты и работа с картой.....	101
7.3. Построение профилей местности	102
7.4. Определение и нанесение на карту полей невидимости.....	105
7.5. Определение по карте границ невидимости без графических построений.....	107
8. Время. измерение времени.....	109
8.1. Система измерения времени	109
8.2. Время местное, поясное, московское, международное скоординированное.....	111
8.3. Линия смены даты.....	112
8.4. Точность хода часов. Синхронизация хода часов	113
8.5. Определение условий естественного освещения.....	113
9. Ориентирование и работа с картой на местности	115
9.1. Сущность ориентирования.....	115
9.2. Полевой компас и приемы работы с ним.....	116
9.3. Факторы, влияющие на точность показаний магнитных компасов....	117
9.4. Определение магнитных азимутов по компасу	117

9.5. Движение по азимутам с использованием магнитного компаса	119
9.6. Ориентирование по небесным светилам и различным признакам на местности	123
9.7. Ориентирование карты по сторонам света.....	127
9.8. Определение по карте точки своего местоположения	128
9.9. Способы сличения карты с местностью	129
9.10. Движение по карте	130
9.11. Оценка пройденного расстояния по скорости и времени перемещения	132
10. Топографические съемки местности	133
10.1. Понятие о сущности и видах топографической съемки	133
10.2. Подготовка к глазомерной съемке и общий порядок работы.....	135
10.3. Производство глазомерной съемки.....	136
10.4. Невязка и ее устранение	138
Библиографический список	139
Приложения	140

1. ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕСТНОСТИ

1.1. Общие понятия и определения

Местностью называется участок (район) земной поверхности со всеми его неровностями, растительным покровом, водной и дорожной сетью, населенными пунктами и всеми природными условиями – почвенно-климатическими, гидрогеологическими, земного магнетизма и т. п.

Рельефом местности называется совокупность неровностей земной поверхности, а все остальные расположенные на ней физико-географические объекты как природного происхождения (леса, реки, болота), так и созданные человеком (населенные пункты, дороги, каналы, сады) – **местными предметами**.

Рельеф и местные предметы, образуя покров земной поверхности, составляют ее топографические элементы. Их совокупность иногда называют также, в переносном смысле, топографией местности, а совокупность только водных пространств (рек, озер) – гидрографией.

Небольшой участок земной поверхности, резко отличающийся по своим природным признакам от остальной окружающей его местности, например, лес или болото среди поля, луг среди леса и т.п., называется урочищем. Урочища, как правило, имеют собственные названия, которые, как и названия рек, озер, обычно широко известны местному населению и соответственно подписываются на топографических картах (например *ур. Сухой лог*). Это облегчает ориентирование по ним на местности, особенно в малообжитых и бедных ориентирами районах.

Различные участки местности по своему характеру и природным условиям, а также по степени их освоения человеком весьма разнообразны, и поэтому они могут по-разному влиять на продвижение поисково-спасательных групп пешим или моторизованным порядком, а также усложнять визуальное обнаружение места происшествя.

Особенности конкретной местности, оказывающие то или иное влияние на организацию и проведение поисково-спасательных работ, называются ее тактическими свойствами. К основным из них относятся: проходимость местности для пеших поисково-спасательных групп и техники, ее маскирующие и другие свойства, влияющие на условия передвижения, ориентирования, быстрого отыскания места происшествия и пострадавших, а также своевременного оказания всесторонней помощи и эвакуации.

Однако характер и степень влияния местности на выполнение поставленной задачи зависят не только от ее свойств, но еще в большей степени от способности поисково-спасательных групп и особенно командиров этих групп быстро ориентироваться на местности, правильно оценивать и умело использовать эти свойства.

1.2. Рельеф местности, его типовые формы и их тактические свойства

Значительные по размерам совершенно плоские участки земной поверхности встречаются редко даже на равнине. Чаще всего рельеф местности состоит из выпуклых (возвышенных) и вогнутых (углубленных) неровностей самой разнообразной формы и размеров. Однако при всем многообразии этих неровностей все их можно свести к пяти типовым формам рельефа (рис. 1, 2).

1. **Гора** – значительная по высоте куполообразная или коническая возвышенность. Поднимаясь над прилегающей местностью, она имеет обычно ясно выраженное основание – подошву. Вершина горы бывает чаще куполообразной формы, но иногда представляет собой почти горизонтальную площадку, называемую плато, или же заканчивается пиком. Небольшая гора, не превышающая 100-200 м, называется холмом (высотой), а искусственный холм – курганом.

2. **Котловина** – замкнутая, чашеобразная впадина. В ней различают дно и окраину, т.е. верхнюю границу скатов.

3. **Хребет** – вытянутая в одном направлении возвышенность. Соединение вдоль хребта обоих его скатов образует хребтовую линию, или водораздел. Эту линию часто называют также топографическим гребнем или просто гребнем.

Вытянутые возвышенности с очень пологими скатами, незаметно переходящими в равнину, называются увалами.

Горный хребет – цепь гор, вытянутая в одном направлении. В продольном разрезе гребень горного хребта представляет собой волнообразную линию.

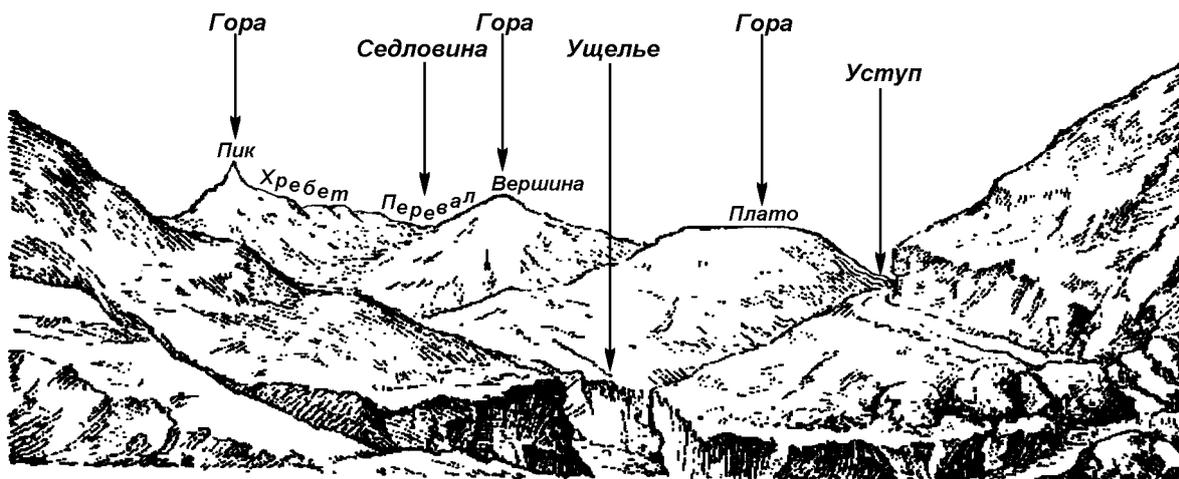


Рис. 1. Типовые формы рельефа (горная местность)

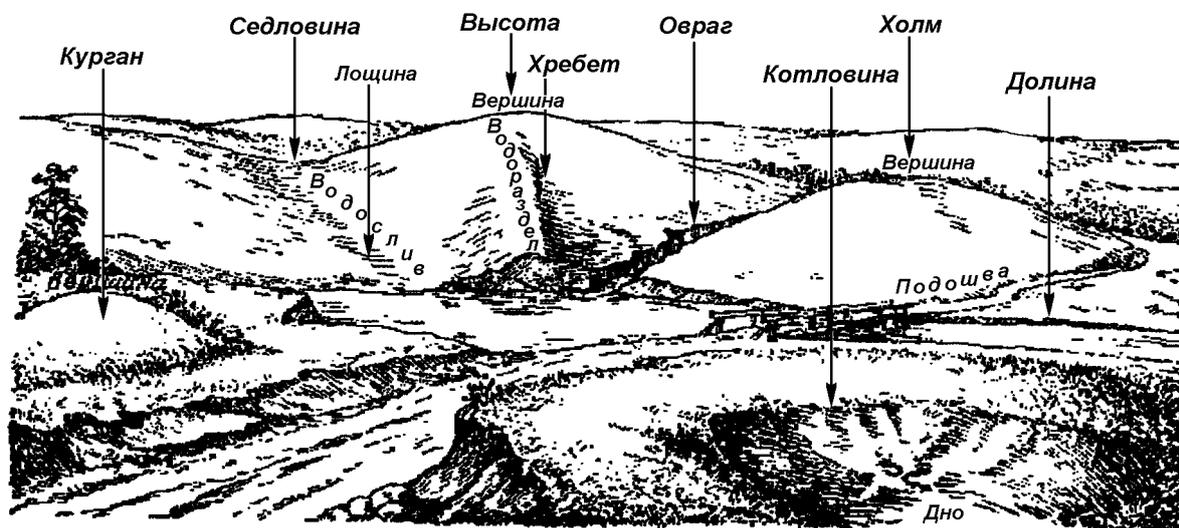


Рис. 2. Типовые формы рельефа (холмистая местность)

4. **Лощина** в противоположность хребту представляет собой вытянутое углубление, понижающееся в одном направлении. Линия по дну, к которой направлены скаты лощины и которая нередко является ложем реки, ручья или потока, называется водосливом. Лощины обычно имеют сплошной травяной

(дерновый) покров, часто бывают заросшими кустарником или лесом. Большие, широкие лощины со слабо наклонным дном называются долинами. В горной местности узкие и глубокие лощины с почти отвесными, обрывистыми скатами называются ущельями.

На равнинной и холмистой местности на склонах гор и долин нередко встречаются большие, глубокие промоины, называемые оврагами. Их длина может достигать нескольких километров, а глубина до 15 м и более. Овраги образуются и из года в год постепенно увеличиваются под действием текущей по ним талой и дождевой воды. Они имеют крутые скаты, образованные обнаженными и легко размываемыми грунтами (лёсс, глина, суглинок). С течением времени такой овраг обычно перестает расти, скаты его становятся более пологими, зарастают травой. Подобные образования рельефа называют балками.

Нередко реки, прорезающие каменистые равнины, образуют узкие, чрезвычайно глубокие расщелины с почти отвесными или ступенчатыми стенами (щелками), достигающими нескольких десятков, а иногда и сотен метров высоты. Такие образования носят название *каньонов*.

5. Седловина – расположенная между двумя смежными вершинами пониженная часть гребня хребта. В горной местности дороги и тропы через хребты проходят по седловинам, которые в этих местах называются перевалами.

Вершина, дно котловины и середина седловины являются характерными точками рельефа, а водораздел и водослив – его характерными линиями; они составляют как бы канву, определяющую на местности общий характер и взаимное расположение неровностей.

Тактические свойства отдельных форм рельефа зависят не только от их типа, размера и взаимного расположения, но также от характера и формы образующих их скатов. Вид ската определяется крутизной, т.е. углом наклона ската к горизонтальной плоскости, высотой – превышением высшей точки ската над низшей, и протяженностью, а при изображении на картах – заложением, т.е. проекцией ската на горизонтальную плоскость (рис. 3).

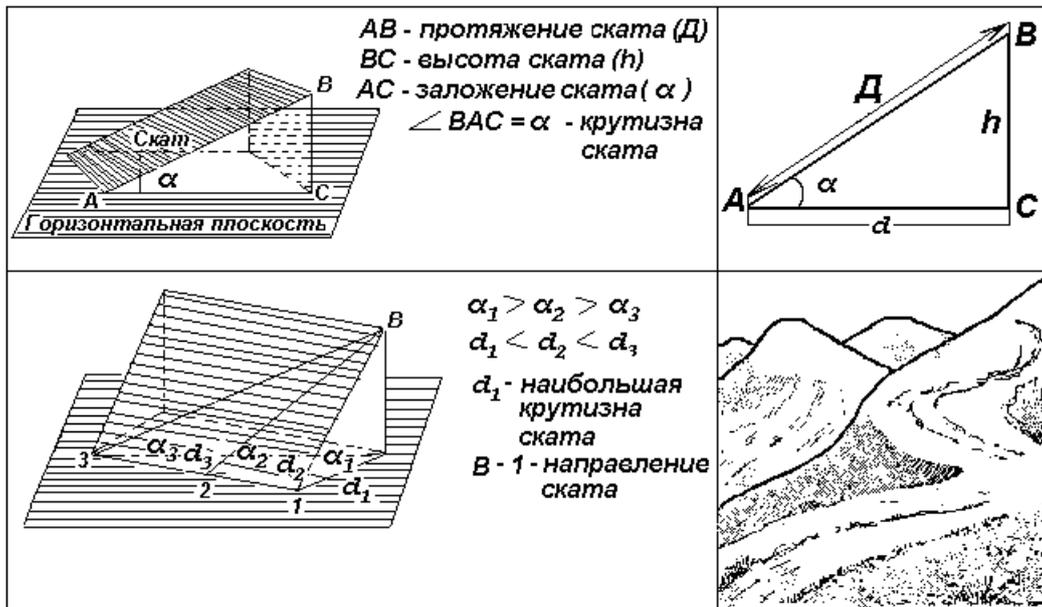


Рис. 3. Элементы ската

Крутизна ската измеряется обычно в градусной мере и является основным показателем его доступности (проходимости) (табл. 1).

Таблица 1

Условное наименование скатов	Крутизна в градусах	Доступность скатов
Очень пологие	до 5	Наибольшая крутизна, допускаемая на автомобильных дорогах высших классов
Пологие	до 10	Для грузовых автомобилей с прицепом
Средней крутости	до 20	Для колесных грузовых и легковых автомобилей
Крутые	до 30	Для грузовых и легковых автомобилей повышенной проходимости
Большой крутости	до 40	Для гусеничных машин и тракторов
Очень крутые	до 60	Для пеших поисково-спасательных групп
Обрывистые	более 60	Для одиночных спасателей

На железных и шоссейных дорогах подъемы и спуски или их крутизну принято называть уклонами. Уклоны обычно определяются не в градусах, а отвлеченными числами, выражающими отношение высоты подъема к его протяженности. Например, если уклон равен 0,017, то это значит, что на каждые 1000 м дороги подъем будет составлять 17 м.

По скату можно передвигаться в различных направлениях, в зависимости от чего будет изменяться крутизна подъема или спуска. Это свойство скатов ши-

роко используют при подъеме в гору путем зигзагообразного передвижения по склону. Так же поступают при прокладке дорог и колонных путей, особенно в горной местности. Кратчайшее направление по скату называется направлением ската; подъем по этому направлению наиболее крутой.

Формы скатов характеризуются наличием на них перегибов и уступов.

Перегиб ската – это линия, вдоль которой изменяется его крутизна, т. е. где скат переходит от более пологого к более крутому, или наоборот.

Уступ, или терраса – это ровная, почти горизонтальная площадка на скате горы или хребта. Уступы иногда бывают окаймлены обрывами.

По своей форме скаты бывают: ровные, выпуклые, вогнутые и волнистые (рис. 4). Наиболее часто встречаются выпуклые и волнистые скаты.

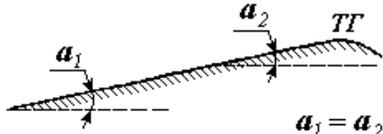
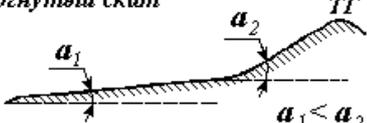
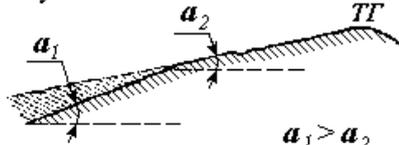
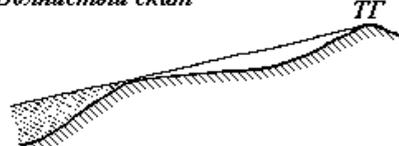
Форма ската	Характеристика ската
<p>1. <i>Ровный скат</i></p>  <p style="text-align: center;">$\alpha_1 = \alpha_2$</p>	<p><i>Имеет на всем протяжении одинаковую крутизну. Вся местность на скате хорошо просматривается</i></p>
<p>2. <i>Вогнутый скат</i></p>  <p style="text-align: center;">$\alpha_1 < \alpha_2$</p>	<p><i>Круче к вершине и положе к подошве. В отношении условий обзора он обладает теми же свойствами, что и ровный скат</i></p>
<p>3. <i>Выпуклый скат</i></p>  <p style="text-align: center;">$\alpha_1 > \alpha_2$</p>	<p><i>Положе к вершине и круче к подошве. Перегиб ската закрывает часть местности от обзора, образуя поле невидимости</i></p>
<p>4. <i>Волнистый скат</i></p> 	<p><i>Представляет собой сочетание указанных выше форм скатов. На своем протяжении имеет различную крутизну ТГ - топографический гребень</i></p>

Рис. 4. Формы скатов

Описанные выше типовые формы рельефа могут иметь различное практическое значение, в зависимости от выполняемых поисково-спасательными группами задач, условий обстановки и общего характера местности. Однако каждому из этих типов неровностей присущи свои тактические свойства. Так, возвышенности бывают обычно наиболее удобны для организации с них наблюдения

и визуальной разведки местности: с высот лучше просматривается окружающая местность. Лощины, наоборот, могут служить хорошими укрытиями для отыскиваемых объектов, затрудняя дальний визуальный обзор.

Маскирующие свойства местности также в значительной степени зависят от характера рельефа. Обратные скаты возвышенностей, лощины, овраги и балки относятся к числу лучших естественных масок, особенно при наземном наблюдении, а если они к тому же покрыты густым лесом или кустарником, то и при воздушном наблюдении. Большие перепады рельефа, реки, заболоченные места и т.п. способны значительно ограничивать проходимость местности вне дорог для пеших групп и транспортных машин. Ровная же, безлесная местность, лишенная естественных масок, например степь, наоборот способствует более быстрому отысканию объектов и проведению поисково-спасательных мероприятий.

Из приведенного выше теоретического материала видно, что рельеф относится к важнейшим топографическим элементам, определяющим тактические свойства местности. Поэтому для командиров поисково-спасательных групп особенно важно хорошо разбираться во всех его деталях и понимать их влияние на скорость продвижения пеших и моторизованных групп, быстроту обнаружения и оказание первой необходимой помощи пострадавшим.

1.3. Местные предметы

Местные предметы можно подразделить на следующие группы:

1. Населенные пункты – города, села и прочие поселения, включая отдельные дворы и жилые постройки.

2. Промышленные, сельскохозяйственные и другие производственно-технические предприятия – фабрики, заводы, мастерские, места горнорудных и прочих разработок, ремонтно-технические станции, фермы и т. п.

3. Дорожная сеть – железные, автогужевые дороги и тропы.

4. Воды и переправы – реки, каналы, озера, мосты, паромы, гидротехнические сооружения.

5. Растительный и почвенно-грунтовый покров – леса, кустарники, сады, плантации, огороды, болота, пески, солончаки и т. п.

6. Сооружения связи – почтовые, телефонные, телеграфные линии и станции, радиостанции.

Рассмотрим тактическое значение некоторых из этих объектов.

Населенные пункты являются основными показателями обжитости и освоения того или иного района, характеризующими его экономическое значение. Более крупные населенные пункты располагаются обычно на линиях коммуникаций, на магистральных путях и в узлах дорог.

Населенные пункты подразделяются на *города, поселки городского типа* (рабочие, дачные поселки, местечки) и *поселки сельского типа* (села, станицы, кишлаки, аулы, хутора). Основными отличительными признаками этих типов населенных пунктов являются количественный и профессиональный состав населения, плотность застройки, экономические и культурные их особенности.

Тактические свойства населенных пунктов зависят от их размеров и расположения, характера планировки и застройки (размещение и тип построек), а также от природных условий местности (характера рельефа, растительности, гидрографии в окрестностях населенного пункта и внутри него). Населенные пункты, в зависимости от их размеров, подразделяют на крупные – более 100 тысяч жителей, средние – от 50 до 100 тысяч жителей и малые – менее 50 тысяч жителей. Характер планировки и застройки городов отличается крайним разнообразием, зачастую даже в пределах одного и того же города. К числу наиболее типичных относится взаимно-перпендикулярное направление улиц или же радиально-концентрическое их расположение. Более или менее правильное геометрическое расположение кварталов, перекрестков, площадей и улиц повышает их значение как основных ориентиров при передвижении по городу. Знание системы нумерации кварталов и зданий в населенном пункте может облегчить возможность более точно и четко определять и указывать свое местоположение. Полезно, например, знать, что если по направлению движения вдоль улицы справа располагаются четные номера домов, то порядковый счет номеров обычно возрастает в сторону движения.

В каждом городе более или менее отчетливо выделяются его административные и промышленные районы, наиболее важные в социально-экономическом отношении, и жилые кварталы. **Характер застройки** город-

ских кварталов может быть: *сплошным*, т.е. почти без разрывов между фасадами отдельных зданий, *несплошным* – с небольшими, более или менее одинаковыми промежутками между ними, и *рассредоточенным*, когда постройки разбросаны на значительном пространстве, обычно вне связи друг с другом.

Дорожная сеть при проведении поисково-спасательных мероприятий имеет очень большое значение. Наличие хорошо развитой сети дорог, а также их высокое качество позволяют ускорить продвижение поисково-спасательных групп, транспортировку грузов и необходимой техники, лучше организовать быструю эвакуацию пострадавших. Наличие и состояние дорожной сети, наряду с характером рельефа местности и качеством грунта, в первую очередь, определяют условия проходимости местности.

Роль и значение автогужевых дорог определяются, прежде всего, их пригодностью для движения автомобильного транспорта, а также их пропускной способностью. Это зависит главным образом от прочности и ширины дорожного полотна, а также от наличия и качества переправ через водные преграды. Интенсивное скоростное движение допускают все капитальные (автострады, автомагистральи) и усовершенствованные шоссейные дороги. На скорость движения по дорогам и сроки износа моторов автомашин оказывает большое влияние величина продольных уклонов, т. е. крутизна подъемов и спусков на дорогах. Уклоны на профилированных дорогах обычно не превышают 5° , а на капитальных дорогах – 3° .

Более подробная классификация (принятая на российских топографических картах) и тактико-техническая характеристика автогужевых дорог приведены в табл. 2.

Таблица 2

Вид (класс) дороги	Характеристика дороги
--------------------	-----------------------

Капитальные дороги (автострады и автомагистрали)	<p>Дороги с прочным капитальным покрытием из асфальтобетона или цементобетона на твердом основании. Ширина проезжей части автострад не менее 14 м, что допускает интенсивное скоростное движение автотранспорта в четыре ряда. Наибольшие продольные уклоны (подъемы и спуски) могут быть до 3°. Дороги оборудованы бензоколонками, а также авторемонтными мастерскими. Все пересечения автострад с другими дорогами делаются на разных уровнях с помощью виадуков.</p> <p>Виадук (путепровод) – мостовое сооружение для пути над оврагом, другой дорогой или над каким-либо препятствием, кроме водного; в последнем случае будет мост. Автомагистрали в отличие от автострад могут пересекать другие дороги на одном уровне, что, естественно, снижает их пропускную способность.</p>
Усовершенствованные шоссе	<p>Дороги на твердом основании с покрытием из асфальта, бетона, брусчатки, клинкера или щебня, гравия, пропитанных вяжущим веществом. Ширина проезжей части не менее 7 м, что допускает движение в два ряда. Наибольшие продольные уклоны до 5°. Частично могут быть оборудованы бензоколонками и авторемонтными мастерскими. Усовершенствованные шоссе допускают интенсивное движение автотранспорта в течение всего года.</p>
Шоссе	<p>Дороги с покрытием из гравия, щебня или шлака, уплотненных укаткой, иногда пропитанных вяжущим веществом, а также дороги, вымощенные булыжником или колотым камнем (мостовые). Ширина проезжей части не менее 6 м, допускает движение в два ряда. Наибольшие продольные уклоны до 5°. Интенсивность движения автотранспорта по шоссе зависит от материала покрытия. Мостовые из колотого камня и булыжника допускают более интенсивное движение. Шоссе допускают движение автотранспорта в течение всего года.</p>
Полевые и лесные дороги	<p>Представляют собой дороги местного хозяйственного значения, по которым движение автогужевого транспорта производится эпизодически, главным образом в период полевых работ или лесоразработок. Иногда служат второстепенными путями сообщения между населенными пунктами.</p>
Караванные пути и вьючные тропы	<p>Караванные пути – пути в пустынных, полупустынных и горных районах, используемые для вьючного гужевого транспорта. Вьючные тропы – пути в горах и других районах, недоступных для колесного транспорта (узкие долины, косогоры, тайга), годные лишь для вьючного транспорта.</p>
Пешеходные тропы	<p>Пути в труднодоступных местах (горы, тайга, болота), пригодные для пешего движения.</p>
Зимние дороги (зимники)	<p>Дороги, действующие только зимой, для проезда через замерзшие болота, озера, реки и т. п.</p>

Окончание табл. 2

Вид (класс) дороги	Характеристика дороги
Фашинные участки дорог (фашинники), гати и гребли	Фашинники представляют собой участки дорог через болотистые места, выстланные связками хвороста (фашинами), уложенными на продольные лежни и прижатыми по бокам жердями. Сверху фашины засыпаны слоем земли или песка.

В районах со слаборазвитой дорожной сетью или при наличии на дорогах значительных разрушений и заграждений для передвижения используют **колонные пути**. Колонным путем называется обозначенное на местности направление, оборудованное для кратковременного движения. Колонные пути прокладывают преимущественно по целине, по возможности избегая переходов через овраги, заболоченные и другие труднопроходимые места.

Реки оказывают большое влияние на качество и оперативность проведения поисково-спасательных мероприятий. С одной точки зрения, они, как естественные препятствия, затрудняют продвижение поисковых групп и техники. С другой же – большие судоходные реки можно использовать как пути подвоза спасательной техники и эвакуации пострадавших.

Преодоление рек и других водных преград и препятствий называется **форсированием**. В зависимости от обстановки форсирование может осуществляться с ходу при наличии надежных переправ, или с планомерной подготовкой, когда необходимо предварительно разведать и определить место брода при отсутствии надежной переправы.

Чтобы лучше представлять себе тактические свойства рек, рассмотрим кратко общее, типовое строение речных долин (рис. 5). Каждая речная долина имеет русло, являющееся ложем реки. В период половодья, т. е. при подъеме воды, река может выходить из берегов и частично затоплять долину. Эта затопляемая часть долины называется поймой.

Речное русло состоит из цепи следующих одна за другой узких замкнутых котловин, называемых плёсами, и разделяющих их менее глубоких участков, называемых перекатами. У вогнутого участка берега глубина бывает всегда наибольшей – здесь течение воды быстрее, поэтому она подмывает берег и углубляет русло. Наоборот, у противоположного, выпуклого берега течение за-

медляется, благодаря чему в этом месте оседают песчаные наносы, образующие, отмели. Таким образом, на извилистых реках фарватер (т.е. ось реки, проходящая над самой глубокой частью русла) проходит не по середине, а перемещается от одного берега к другому. На широкой многоводной реке поперек ее русла может быть и не одна котловина, а несколько различных по глубине и размерам. Вогнутый берег русла реки бывает, как правило, выше и круче противоположного, выпуклого, а прилегающая к нему пойменная часть речной долины уже, чем на противоположном берегу.

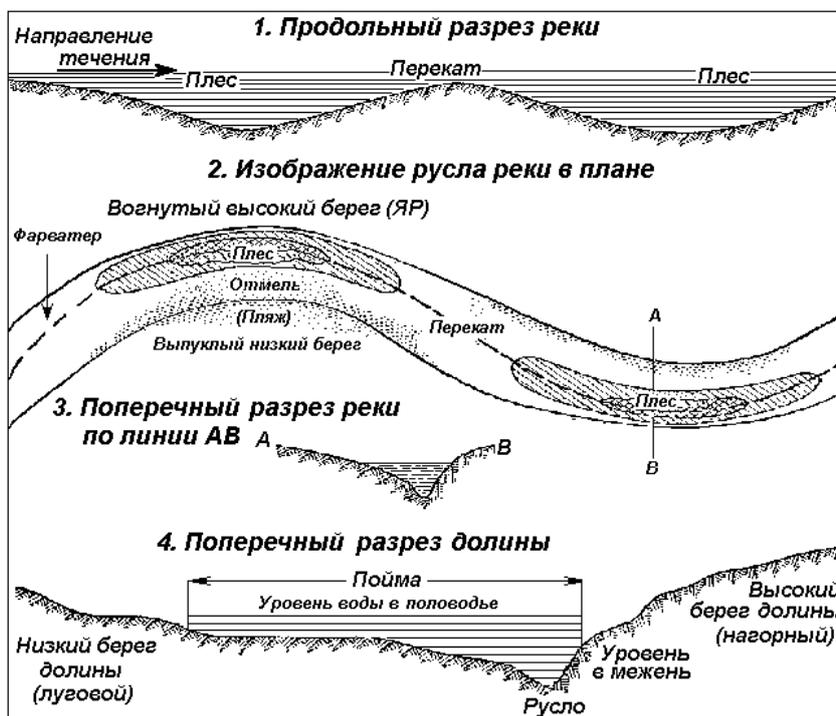


Рис. 5. Строение речной долины и русла

Тактические свойства и значение реки как препятствия определяются в топографическом отношении ее шириной, глубиной и скоростью течения, характером берегов (их начертание, крутизна, высота), качеством берегового грунта, грунта дна и поймы, их проходимость, наличием мостов, бродов, гидротехнических сооружений, островов и отмелей.

При изучении условий проходимости и выборе мест форсирования необходимо также учитывать режим реки (возможность изменения уровня воды, скорости течения и очертания береговой линии в зависимости от погоды и времени суток, а в переходные сезоны года, кроме того, время ледостава или ледохода).

Реки в зависимости от ширины принято подразделять на: узкие – до 60 м, средние – до 300 м и широкие – свыше 300 м, а скорость течения подразделять на: слабое – до 0,5 м/с, среднее – от 0,5 до 1 м/с, быстрое – от 1 до 2 м/с и очень быстрое – свыше 2 м/с. Проходимость рек по твердому грунту вброд в зависимости от глубины и скорости течения характеризуется примерными данными, указанными в табл. 3.

Таблица 3

Вид используемой при форсировании техники	Предельная глубина брода при скорости течения, м		
	до 1 м/с	до 2 м/с	более 2 м/с
Пешие группы людей	1,0	0,8	0,6
Тракторная техника на гусеничном ходу	1,2	1,1	1,0
Автомобили легковые	0,5	0,4	0,3
Автомобили грузовые	0,8	0,7	0,6

Ширина реки и скорость течения влияют на выбор способа переправы, ее продолжительность и на характер оборудования переправ. От характера берегов и поймы (их грунта, заболоченности, крутизны и высоты скатов, наличия обрывов и древесной растительности) зависят проходимость и качество подходов к реке. Нередко даже небольшие по ширине и глубине реки оказываются труднопреодолимыми, так как имеют широкую заболоченную пойму или обрывистые берега. Гидротехнические сооружения на реках, образующие водохранилища, изменяют уровень воды, затопляют и заболачивают расположенную выше по течению местность, что может сильно усложнить условия форсирования.

Зимой проходимость водных преград улучшается, так как большинство рек, озер и болот замерзает. Однако ледяной покров может легко разрушаться, особенно в периоды оттепелей под воздействием тяжелой автомобильной и тракторной техники. Разрушение льда на реках с быстрым течением может привести к образованию ледяных заторов и к затоплению прибрежной местности.

Топографические данные, необходимые для выбора места, способа переправы и организации форсирования с ходу, командиры поисково-спасательных подразделений изучают заблаговременно, сразу же как только становится известным факт возможного форсирования водной преграды при постановке

задачи на проведение поисково-спасательной операции. Изучение производится по карте, аэроснимкам и другим имеющимся материалам. При выходе к водному рубежу эти данные уточняются.

Из изложенного видно, насколько внимательно и всесторонне командиры подразделений должны изучать и учитывать при организации и проведении поисково-спасательных мероприятий различные объекты и условия местности. Оценивая и выбирая места, наиболее выгодные для быстрого продвижения поисково-спасательных групп и техники, надо искать их в первую очередь там, где условия местности наиболее благоприятны и менее сложны, и там, где это наиболее целесообразно по обстановке.

1.4. Классификация разновидностей местности

При рассмотрении свойств местности обычно различают следующие основные ее разновидности:

- а) по характеру рельефа – равнинная, холмистая и горная местность;
- б) по характеру почвенно-растительного покрова – лесная, болотистая, пустынная и пустынно-степная местность.

Оценивая общий характер и свойства любой из разновидностей местности, прежде всего определяют, насколько она благоприятна или неблагоприятна в отношении проходимости и насколько она обладает маскирующими свойствами. Это зависит, во-первых, от степени пересеченности и изрезанности местности различными естественными препятствиями (оврагами, балками, реками, озерами, каменными заборами, большими канавами), ограничивающими свободу передвижения пеших поисково-спасательных групп и техники, и, во-вторых, от степени ее закрытости возвышенностями рельефа и местными предметами (лесами, рощами, населенными пунктами), которые могут служить маскирующим фактором при визуальном отыскании места происшествия и потерпевших.

В соответствии с этим различают местность: а) пересеченную, слабо пересеченную и непересеченную; б) открытую, полузакрытую и закрытую.

Пересеченная местность, изобилующая резко выраженными возвышенностями и другими складками рельефа, наиболее способствует маскировке места

происшествия и затрудняет его отыскание, особенно при наземном наблюдении. Наличие большого количества естественных препятствий затрудняет продвижение поисково-спасательных групп и техники с целью быстрого оказания необходимой помощи и эвакуации пострадавших.

К *открытой* относится более или менее ровная безлесная местность, лишенная сколько-нибудь значительных естественных укрытий. По сравнению с другими типами местности она наиболее благоприятна при проведении поисковых мероприятий из-за своих минимальных маскирующих свойств. Кроме того, при надлежащем качестве и состоянии грунта, такая местность отличается почти повсеместной проходимостью и доступностью для всех видов транспорта и спасательной техники.

К *закрытой* местности относятся районы, в которых открытые участки составляют незначительную часть – порядка 25 % всей площади и меньше. По своим маскирующим свойствам и условиям проходимости закрытая местность противоположна открытой: хорошо защищает объекты при наземном и воздушном наблюдении, затрудняет ориентирование и продвижение, как моторизованных, так и пеших поисково-спасательных групп.

Полузакрытой принято называть местность, на которой закрытые пространства составляют около половины всей площади.

Классификация местности по характеру рельефа

Равнинная местность отличается однообразной, более или менее ровной или слабо волнистой поверхностью и отсутствием резко выраженных неровностей. В зависимости от высоты расположения над уровнем моря равнины могут быть как *низменностями* (не выше 200 м над уровнем моря), так и высокими *плоскогорьями*. По своим тактическим свойствам равнинная местность может быть весьма разнообразной, что зависит, в частности, от того, в какой степени она является закрытой или пересеченной (пустынно-степные, лесостепные, таежные, тундровые равнины).

Холмистая местность отличается волнообразной поверхностью, образованной неровностями (холмами) с относительными превышениями

(т.е. превышениями вершин над подошвами) не более 200 м. Холмистая местность в зависимости от характера и расчлененности рельефа относится обычно к типу полузакрытой, пересеченной местности, чаще всего бывает сильно пересечена и изрезана оврагами и балками.

К **горной** местности относят районы значительных поднятий поверхности земной коры, лежащие выше 500 м над уровнем моря. Рельеф такой местности чаще всего представляет собой систему прямолинейных или дугообразных горных цепей, состоящих из отдельных хребтов и их отрогов, перемежающихся с продольными и поперечными долинами. Горные хребты располагаются обычно более или менее параллельно друг другу или же расходятся лучеобразно от горных узлов. Иногда встречаются обширные горные массивы, отличающиеся неопределенностью своих очертаний.

Горная местность относится к закрытой и сильно пересеченной. Она ограничивает, но не исключает применение для поисковых и эвакуационных работ тракторной техники, автомобильного и гужевого транспорта. Чрезвычайная пересеченность местности затрудняет визуальное наблюдение и обнаружение места происшествия и пострадавших из-за складок местности, крупных камней, кустарников, а также резких, больших теней от скал, хорошо скрывающих различные мелкие и довольно крупные объекты.

Наряду с этим надо учитывать, что в горах могут происходить обвалы, камнепады, снежные лавины и селевые явления, которые могут создавать труднопреодолимые заграждения на местности, запружать горные потоки и ручьи, значительно поднимая их уровень.

Ориентироваться в горах приходится главным образом по рельефу – по выдающимся вершинам, направлениям хребтов и лощин.

Классификация местности по характеру почвенно-растительного покрова

Лесная местность является одним из наиболее типичных видов закрытой местности, тактические возможности проходимости которой зависят не только от свойств самого леса, но также от характера рельефа, почвенно-грунтовых условий, наличия и состояния дорожной сети.

Из лесных районов наиболее сложными условиями для проведения поисково-спасательных работ отличается лесисто-болотистая и горно-лесистая местность. Для такой местности, помимо древесной растительности, которая ограничивает обзор и затрудняет ориентирование, характерно также слабое развитие дорожной сети, наличие труднодоступных, а порой и непроходимых участков. Это обычно болота, а в горах – участки сильно расчлененного рельефа и бурные, хотя и небольшие реки, режим которых может сильно изменяться в результате дождей и ливней. При проведении поисково-спасательных операций в лесах командирам подразделений необходимо уделять особое внимание изучению и разведке местности, топографической подготовке личного состава поисковых групп, особенно по вопросам ориентирования, а также знания природных свойств и особенностей различных типов лесов. При тактической оценке обычно различают леса по их форме и густоте, а также по размерам и составу (породе) деревьев.

По форме различают леса: *простые*, или *одноярусные*, не имеющие подлеска, и *сложные*, или *многоярусные* (рис. 6), в которых кроны деревьев и кустарники образуют два, три, а иногда и четыре яруса. Примером двухъярусного леса может служить лес, состоящий, например, из сосны, образующей своими кронами верхний ярус, и елового или лиственного подлеска, составляющего нижний ярус.

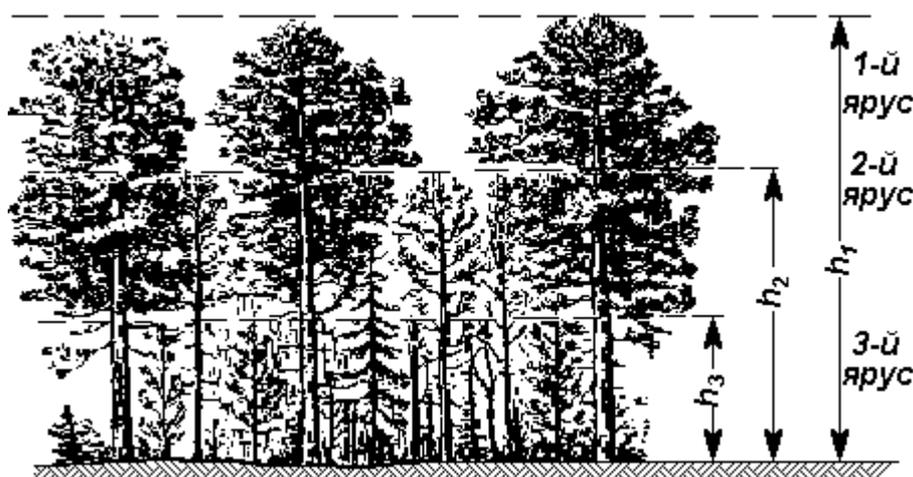


Рис. 6. Ярусность леса (h – высота яруса)

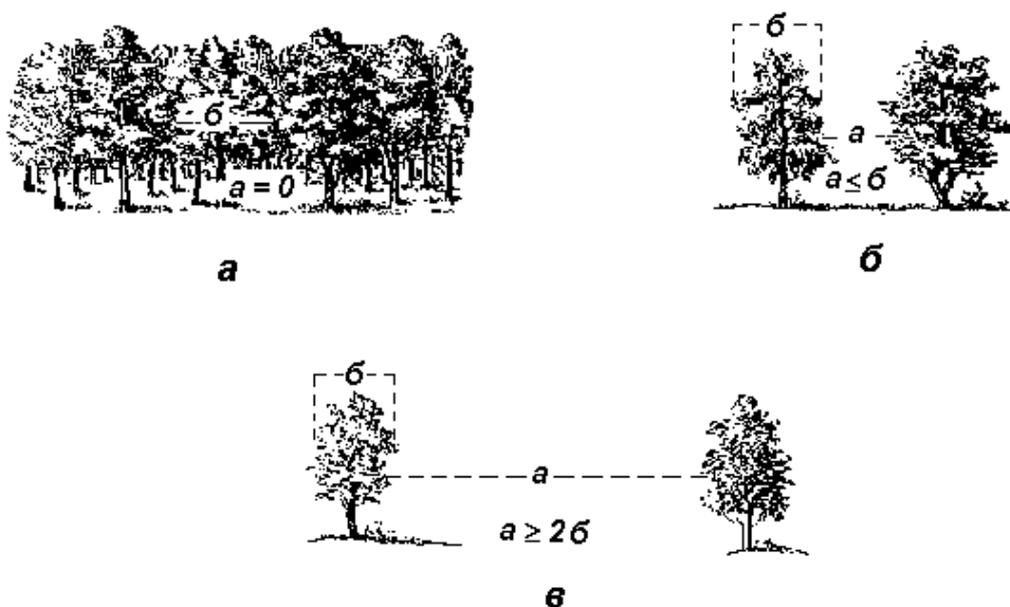


Рис. 7. Густота леса

По густоте и сомкнутости крон деревьев различают несколько видов лесов (рис. 7):

1. *Сплошной*, или очень густой лес. В нем кроны деревьев смыкаются, образуя сплошной полог. Этот полог служит хорошей маской, совершенно скрывающей все объекты, находящиеся под его прикрытием. Сильно заросший кустарником, засоренный буреломом, сплошной лес является значительным препятствием для движения даже мелких подразделений поисковых групп. Он сильно ограничивает обзор и затрудняет ориентирование. Для движения поисковых и спасательных подразделений с их техникой приходится использовать преимущественно дороги и просеки.

2. *Густой* лес, в котором расстояния между кронами не превосходят их диаметров. Густой, спелый лес ограничивает применение тракторной, автомобильной и других видов тяжелой техники, стесняя их маневр вне дорог и просек. В нем так же, как и в сплошном лесу, требуется обязательная расчистка для проведения эвакуационных работ.

3. *Редкий* лес, или редколесье. В редком лесу расстояния между кронами деревьев могут достигать до пяти их диаметров и более. Местность здесь хорошо просматривается с земли и воздуха. Она позволяет сравнительно свободно развернуть поисково-спасательные работы и при достаточно твердом грунте

допускает свободное передвижение автотракторной и другой техники на механической тяге.

По возрасту, от которого прежде всего зависят высота и толщина деревьев, леса можно условно разбить на три вида.

1. *Молодой*, или жердевой лес, высота которого достигает 4-6 м, а толщина деревьев 5-15 см. При инженерном оборудовании местности, для проведения отдельных видов работ, стволы деревьев могут быть использованы лишь в качестве кольев и жердей. Обычно такой лес очень густой, вследствие чего почти не просматривается и при отсутствии дорог не допускает свободного передвижения людей и техники.

2. *Средневозрастной* лес – высота деревьев более 6 м, а толщина до 20 см. По своим тактическим свойствам более похож на молодой лес.

3. *Спелый* лес – при толщине деревьев более 20-25 см. Крупные, толстые деревья могут быть использованы как строительный материал при проведении некоторых видов работ.

По составу и породе деревьев леса подразделяют на хвойные, лиственные и смешанные. Лиственный лес зимой, сбросив листву, теряет свои маскирующие свойства, густой же хвойный лес и в зимних условиях может укрывать объекты при визуальном наземном и воздушном наблюдении. Из хвойных пород лишь лиственница имеет опадающую на зиму хвою.

Лиственные и смешанные леса с их сочной листвой менее опасны в пожарном отношении, чем смолистые хвойные.

Для суждения о почвенно-грунтовых условиях местности полезно иметь в виду, что сосна сухолюбива и предпочитает песчаные почвы. Ель, напротив, предпочитает влажные, глинистые почвы, труднопроходимые в дождливое время. Еловые леса отличаются наиболее густым древостоем, менее устойчивы против ветра и, поэтому сильнее других бывают загромажены буреломом. К тому же ель имеет более густую по сравнению с сосной крону и низко расположенные по стволу сучья. Все это ограничивает видимость и затрудняет движение в ельнике.

В лесах суточные колебания температуры менее значительны, чем на открытой местности. Ночью и зимой в лесу теплее, а днем и летом прохладнее,

чем в поле. Лес хорошо укрывает от ветра: по мере удаления от опушки в глубь леса ветер постепенно затихает и уже на расстоянии 100-200 м от нее почти совсем не чувствуется. Лучше всего ветер задерживается еловыми и высокими многоярусными лесами, где обычно царит постоянное затишье.

Влажный лесной воздух способствует образованию обильной росы и инея. Частые туманы затрудняют наблюдение и ориентирование в лесу.

Болотистая местность снижает маневренность и скорость продвижения поисково-спасательных групп. Она изобилует труднодоступными, а порой и непроходимыми участками, образующими теснины.

Болотистую местность **в отношении проходимости** и влияния на эффективность действия поисково-спасательных подразделений можно разделить на два основных типа.

1. **Болота**, к которым условно относят увлажненные участки со слоем торфа более 30 см в неосушенном состоянии.

2. **Заболоченные земли**, где толщина торфяного слоя не превосходит 30 см. К ним же относятся заболоченные участки без торфяного покрова: мокрые солончаки – *шоры*, а также заболоченные и обычно заросшие камышом и тростником поймы и дельты рек – *плавни* (например плавни Кубани, Дона и некоторых других равнинных рек).

Постоянная или временная заболоченность чаще встречается на равнинах и в долинах рек, иногда на водоразделах и реже на скатах неровностей.

По растительному покрову и водному режиму различают низинные и верховые болота (рис. 8).

1. **Низинные болота** (травяные, камышовые, лесные) образуются преимущественно в поймах рек и питаются главным образом грунтовыми водами; часто они представляют собой заболоченные старые русла рек. Низинные болота обычно сильно увлажнены; они периодически затопляются полыми водами или же круглый год бывают покрыты водой. На них растут осока, камыш, вахта (трилистник), рогоз и другие травянистые растения, зеленый мох, из кустарников – преимущественно ива. Поверхность низинных болот плоская, иногда слегка вогнутая. Их глубина (мощность торфяного слоя) может достигать

нескольких метров. Травяные болота часто бывают внешне похожими на луга и нередко переходят в них. В этом случае границу болота можно определить по наличию влаголюбивой растительности (осока, мох) и более темному цвету травы на болоте по сравнению с суходолом. Лесные болота располагаются обычно дальше от рек и других водоемов, чем травяные. Их растительный покров состоит из ели, ольхи, березы или ивы. Возле стволов деревьев часто образуются осоковые или моховые кочки, между которыми местами выступает темно-коричневая поверхность торфа, вовсе лишенная травяного покрова. Такие болота бывают очень топкими в сырое время года.

2. *Верховые (моховые) болота* встречаются чаще всего на водоразделах; они питаются главным образом за счет атмосферных осадков. Толщина торфяного слоя может достигать 10 м и более.

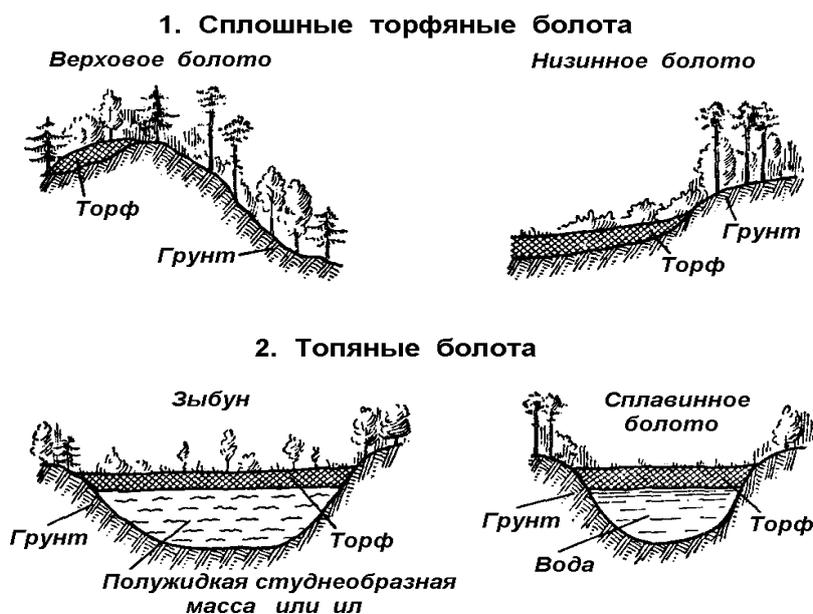


Рис. 8. Строение болот различных типов

Поверхность верховых болот обычно выпуклая. Растительный покров составляют: белый и бурый мох, образующий довольно плотную пружинящую дернину – подушку над торфяным слоем; осока, пушица и мелкие кустарники – голубика, багульник, подбел и др. Из древесных пород встречаются отдельно стоящие корявые сосны и лиственницы. Окраины верхового болота почти всегда обводнены сильнее (часто здесь на поверхности стоит вода), чем середина болота. Это обстоятельство может иногда создать ошибочное представление о степени проходимости болота. В сухое время года даже по неосушенному

моховому болоту возможно движение не только пешеходов, но зачастую и гусеничного транспорта. Бывают, однако, моховые болота со значительным количеством мочажин и небольших озер, в большинстве своем открытых или частично заросших зыбуном, которые могут сильно затруднять движение даже пешехода.

Болота верховые и низинные *по их строению* можно разбить на следующие типы (см. рис. 8):

1. *Сплошные торфяные болота*, у которых сплошная торфяная подушка покоится на более или менее твердом грунте.

2. *Топяные болота* – зыбуны и сплавинные болота – зыбкий, колеблющийся под ногами покров которых (зыбун, сплавина) покоится на полужидком, студнеобразном основании (остатки органических веществ), на иле, а иногда плавают на воде (сплавинное болото). По сплавинным болотам часто встречаются окна открытой воды; некоторые из них бывают затянуты сверху тонким слоем плавающей растительности – ряски, зеленого мха, вахты. Такой, обычно ярко-зеленый, ковер, похожий на лужайку, обманчив и прорывается, не выдерживая тяжести человека. Отдельные топяные участки могут встречаться и на сплошном торфяном болоте.

Болота редко бывают одинаковы по проходимости на всем своем протяжении, а также в разное время года. Часто среди болот, считающихся непроходимыми, можно при тщательной разведке найти участки, доступные для передвижения, которые не всегда известны даже местным жителям. Многие болота, труднопроходимые летом, зимой замерзают и делаются легкопроходимыми, в то время как легкопроходимые в сухое время года становятся труднодоступными в периоды весенней и осенней распутицы.

При разведке с целью определения проходимости надо установить вид и глубину болота, толщину и плотность торфяного слоя, направления и пути, наиболее выгодные для движения. Поверхность некоторых болот бывает обманчива: часто топкий или водяной поверхностный слой неглубок и покоится на твердом грунте, а кажущаяся прочной поверхность, наоборот, легко прорывается под тяжестью человека, и его засасывает вглубь.

О характере и проходимости болот можно судить по ряду признаков.

Сплошные торфяные болота с плотным торфом более доступны и проходимы. Крупный смешанный лес по болоту свидетельствует о небольшой (не более 1 м) глубине болота.

Черная ольха, полосы осоки и хвоща в лесу – признаки переувлажненных, заболоченных мест. Осоковые кочки и кочки вокруг деревьев – признаки большой влажности болота, особенно весной во время дождей; и наоборот, муравьиные и кротовые кочки указывают на более сухие и доступные участки.

Моховые болота, сплошь покрытые густым мхом, для пеших групп обычно легко проходимы при безостановочном движении, при остановке же мох быстро опускается и может заливаться водой. Окраины моховых болот обычно более топкие, чем их середина.

Сплавинные болота наиболее труднопроходимы, так как торфяная корка, плавающая на воде, легко продавливается даже при небольшой нагрузке. Сплавинные болота и зыбуны безлесны; встречающиеся на них кустарник и чахлые отдельные деревья бывают высотой не более 2 м.

Зеленые небольшие участки на безлесном болоте, кажущиеся твердыми островками, служат обычно признаками особо вязких и топких мест.

Пустынная и пустынно-степная местность – малонаселенная, почти безводная; растительность на ее обширных пространствах скудная, климат засушливый, резко континентальный с большими суточными колебаниями температуры и постоянными ветрами, особенно днем.

Поверхность пустынь обычно бывает слабо пересеченной, однообразно равнинной или волнистой, образованной песчаными складками рельефа; местами может встречаться и сильно пересеченная местность.

Пустынная и пустынно-степная местность открыта для наземного и, особенно, воздушного наблюдения, доступна для передвижения пеших и моторизованных групп, а также автотракторной техники вне дорог, кроме районов сыпучих песков, которые могут сильно ограничивать свободу маневра.

Однообразный характер местности в пустынях, почти полное отсутствие дорог и населенных пунктов затруднят ориентирование, в том числе по карте и аэроснимкам, требуя применения компаса, а также заблаговременной разведки

и обозначения на местности маршрутов движения и колонных путей. В пустынях лучшими ориентирами являются выделяющиеся по своим размерам или форме отдельные возвышенности, курганы и кусты, русла высохших рек, караванные пути, колодцы, оазисы.

Летом для южных пустынь в дневное время характерны сильная пылевая дымка и значительное колебание воздуха, возрастающие с повышением температуры. Это значительно уменьшает видимость, которая иногда не превышает нескольких сотен метров, искажает видимое изображение и делает почти невозможным применение оптических приборов наблюдения. Условия визуального наблюдения быстро ухудшаются через 2-3 часа после восхода, особенно если смотреть против солнца.

Источники водоснабжения в пустынной местности крайне ограничены. Вода в колодцах в большинстве случаев плохого качества – соленая или горько-соленая, иногда с запахом сероводорода, поэтому действия в такой местности требуют особо тщательной разведки водоемов, организации доставки воды и строгого соблюдения питьевого режима. Основными признаками для нахождения водных источников служат направления дорог и троп, следы животных, иногда направление полета птиц. На близость залегания подземных вод указывает также более светлая и высокая растительность, наличие мошкары и большое количество нор животных.

Почвенно-грунтовые условия пустынь бывают различны. По этому признаку различают пустыни: *каменистые*, *глинистые*, *песчаные*. Плотность грунтов по-разному влияет на проходимость пустынь и применение автомобильной и тракторной техники. Так, например, в глинистой пустыне значительные трудности могут возникать в дождливое время при движении по липкому, размокшему грунту. Глинистые участки – *такыры* – могут встречаться также в пологих понижениях песчаных пустынь. Они имеют гладкую, почти блестящую поверхность, состоящую из растрескавшихся глинистых плит. В дождливое время глина размокает, и такие участки делаются труднопроходимыми.

Местами в пустынях встречаются площади с засоленными почвами, называемыми *солонцами*, и с сильно засоленными – *солончаками*. Весной и после дождя солончаки превращаются в труднопроходимые вязкие соляные болота.

Постоянно увлажненные солончаки называются *шорами*. Они располагаются в низинах; их наличие свидетельствует о близком залегании грунтовых вод.

Песчаные пустыни представляют собой пространства, почти сплошь покрытые песчаными буграми или грядами. Рельеф песчаных пустынь характеризуется хаотически расположенными, разнообразной формы, невысокими (2-5 м) песчаными буграми с пологими, всюду доступными скатами, покрытыми скудной растительностью. Такие пески называются *бугристыми*. Наиболее крупные бугры нередко имеют собственные названия и являются хорошими ориентирами. Часто встречаются также *грядовые пески*, образованные закрепленными растительностью песчаными складками в виде длинных параллельных гряд с промежуточными перемычками. Длина гряд бывает различной – от 1 до 10 км, высота гряд – до 20 м и более.

Наряду с закрепленными песками огромные пространства могут занимать *сыпучие пески*, т.е. пески, не закрепленные растительностью и вследствие этого передвигаемые ветром. Песок, встречая на своем пути какие-либо препятствия (камень, куст), задерживается и образует песчаные бугры, чаще всего дугообразной формы, называемые *барханами*. Своей выпуклой, полого поднимающейся (5-10°) стороной барханы обращены в сторону господствующего ветра. Вогнутая, подветренная сторона барханов крутая (25-35°). Высота барханов в пустынях обычно 3-5 м, встречаются и более высокие (до 40 и даже до 100 м).

Под действием ветра барханы могут медленно перемещаться. При сильном ветре мелкий песок и пыль поднимаются в воздух и совершенно закрывают кругозор.

Сыпучие пески труднопроходимы, а во многих местах непроходимы для автомобилей.

1.5. Способы изучения местности

Изучение местности командиром поисково-спасательного подразделения является одним из необходимых условий правильной, быстрой и всесторонней оценки обстановки при принятии решения в различных ситуациях.

Местность изучается, исходя из полученных задач, обязательно в связи с другими элементами обстановки и применительно к конкретным действиям (организация системы поиска, передвижение, оказание необходимой помощи, эвакуация пострадавших и т.д.), из которых складывается выполнение данной задачи.

Изучение и оценка местности составляют единый процесс, заключающийся в последовательном рассмотрении всех условий местности, которые могут в той или иной степени, положительно или отрицательно, повлиять на быстроту определения места происшествия, передвижение поисково-спасательных подразделений, своевременное оказание необходимой помощи и эвакуацию пострадавших. Этот процесс складывается из изучения и оценки тактических свойств отдельных объектов, которые дают возможность составить цельное представление об условиях местности и их влиянии на предстоящие действия.

Основными вопросами изучения местности обычно являются:

- **условия обзора**: наличие и взаимное расположение командных высот с хорошим круговым наблюдением, наличие и характер естественных укрытий, маскирующих (закрывающих) отдельные участки местности, образованных обратными скатами и складками рельефа, лесами и другими местными предметами;

- **условия передвижения** пеших поисково-спасательных групп и техники: качество и состояние дорог, мостов и переправ, труднопроходимые участки, пути их обхода или объезда; проходимость местности вне дорог – характер рельефа и состояние грунта; наличие и характер естественных препятствий (рек, болот, лесов, оврагов), условия их преодоления; наличие и характер ориентиров, особенно пригодных для использования в условиях плохой видимости; населенные пункты, их размеры, характер планировки и построек, подступы к ним, опасность в пожарном отношении.

Последовательность изучения условий местности может быть различной – это зависит от характера решаемой задачи и тех конкретных вопросов, которые интересуют командира подразделения при организации и проведении поисково-спасательных мероприятий.

При изучении местности обычно приходится производить различные измерения и расчеты, связанные с определением расстояний и направлений, размеров и положения отдельных объектов, крутизны скатов, возможной скорости

передвижения и т. п. Решение подобных задач, включая анализ и оценку тактических свойств различных элементов местности, и составляет сущность ее изучения.

Для изучения местности применяются различные способы.

1. Разведка местности, т. е. сбор и изучение необходимых данных о местности путем непосредственного ее осмотра и обследования. В условиях проведения поисково-спасательных мероприятий разведка местности ведется, как правило, одновременно с выполнением поставленной задачи. Этот способ основной и наиболее совершенный, так как позволяет с максимальной полнотой и достоверностью изучить и оценить все особенности местности, ее состояние в данный момент и степень влияния на действия своего подразделения.

Для разведки местности применяется также *топографическая рекогносцировка*, т.е. обследование и изучение местности путем ее обхода или объезда. Топографические рекогносцировки широко применяются для разведки отдельных местных предметов (брода, леса, болота), а также рубежей, маршрутов движения, участков форсирования и т. п.

Непосредственный осмотр и обследование местности является лучшим способом ее изучения, не всегда, однако, применимым, из-за дефицита времени на проведение поисково-спасательных мероприятий. В таких случаях для изучения и оценки местности приходится более широко использовать топографические карты, умелое применение которых дает возможность командирам более быстро и полно изучать объекты на местности, уточнять данные об их местоположении (координаты) и точно фиксировать их на карте.

2. Изучение местности по карте. Топографическая карта крупного масштаба дает наглядное и точное изображение всех объектов местности и достаточно полную их характеристику. Она позволяет заблаговременно и быстро изучать местность в любых условиях, независимо от размера участка и его удаления. По карте можно производить необходимые измерения и расчеты, точно определять местоположение изучаемых объектов. Поэтому изучение по карте является самым распространенным способом изучения местности.

Однако при пользовании картой необходимо учитывать, что на ней невозможно изобразить все детали местности. Она не показывает также сезонных и

других изменений местности, происшедших с момента ее съемки. Поэтому данные, полученные по карте, нуждаются обычно в дополнении и уточнении непосредственно при выполнении поставленной задачи. Особое значение при этом имеют аэрофотоснимки интересующего вас района, т. е. воздушное фотографирование местности с самолета или со спутника. Никогда не следует пренебрегать возможностью пользоваться аэрофотоснимками, которые могут служить хорошим дополнением к карте для более подробного изучения местности в районе предполагаемого места происшествия.

3. Изучение местности по аэрофотоснимкам. По сравнению с картой аэрофотоснимки дают более свежие и подробные данные о местности, так как могут быть получены непосредственно перед началом проведения поисково-спасательных работ. Однако аэрофотоснимки тоже не дают полностью всех сведений о местности, например, о проходимости болот, глубине и качестве дна бродов, скорости течения рек и т. п. Поэтому их надо использовать, как правило, совместно с картой.

Дополнительные сведения о местности могут быть получены также путем опроса местных жителей.

Таким образом, перечисленные выше основные способы изучения местности дополняют друг друга. Лишь умелое их сочетание и применение могут обеспечить командиру поисково-спасательного подразделения получение наиболее полных и новейших данных о районе предстоящих действий.

2. ПРОСТЕЙШИЕ ПРИЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ НА МЕСТНОСТИ

2.1. Измерение углов

Для измерений на местности применяются различные угломерные приборы, дальномеры, высотомеры и т. п. Кроме того, для измерений и расчетов широко используются топографические карты. Наряду с этим в реальных условиях постоянно возникает необходимость быстро определять непосредственно на местности расстояния до целей, ориентиров и других объектов и направления на

них. Такие простейшие линейные и угловые измерения требуются при проведении поисковых работ, ориентировании на местности и особенно при подготовке документальных данных плана местности района происшествия. Измерять углы приходится, например, при определении местоположения различных объектов, направлений пути движения, при целеуказании и т. п. Угловые измерения часто применяются также для определения расстояний и высоты местных предметов.

При измерениях на местности, довольно часто приходится пользоваться соотношениями между угловыми и линейными величинами. Для перехода от измеренных углов к длине линий и обратно, вместо градусной системы угловых мер, применяется артиллерийская, более простая и удобная для быстрых и достаточно точных вычислений.

В этой системе за единицу угловых мер принят центральный угол круга, стягиваемый дугой, равной $1/6000$ длины окружности. Такая единица угловых мер называется *делением угломера* (так как она применяется почти во всех артиллерийских и стрелковых угломерных приборах) или тысячной.

Рассмотрим сущность и преимущества этой системы. Допустим, что мы находимся на местности в центре окружности, проходящей через какой-нибудь местный предмет, например, дом (рис. 9). Радиус этой окружности обозначен D (дистанция). Как известно, длина окружности C примерно в 6 раз больше длины радиуса. Следовательно, если окружность разделить на 6000 равных частей, как это принято в рассматриваемой системе угловых мер, то длина одного такого деления в линейной мере получится равной

$$T = \frac{C}{6000},$$

или, так как $C = 2\pi D \approx 6 D$, получим приближенно:

$$T = \frac{D}{1000}.$$

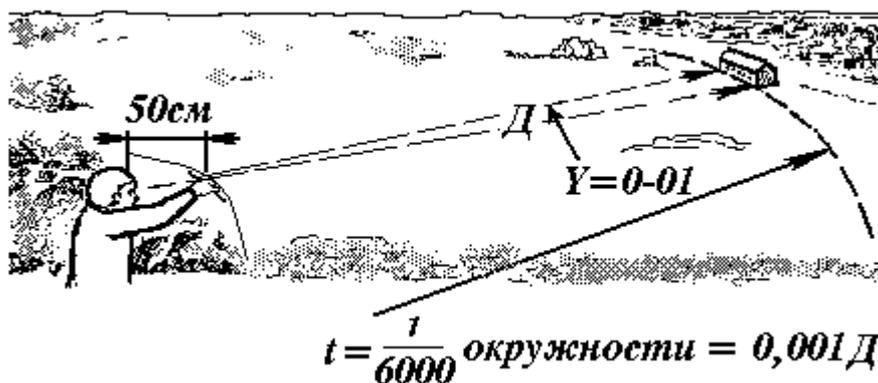


Рис. 9. Тысячная доля дистанции как мера угла

Таким образом, длина $1/6000$ части окружности (т.е. одно деление угломера) равна одной тысячной доле дистанции. Мерой углов здесь служит линейный отрезок, равный тысячной доле дистанции, что позволяет быстро и легко посредством простейших арифметических действий переходить от угловых измерений к линейным и обратно. В этом и заключается преимущество данной системы угловых мер по сравнению с градусной.

При измерении углов в тысячных принято называть и записывать отдельно сначала число сотен тысячных, а затем десятков и единиц их. Если при этом сотен или десятков не окажется, то вместо них называют и записывают нули (табл. 4).

Таблица 4

Угол в тысячных	Записывается	Читается
1250	12-50	Двенадцать, пятьдесят
155	1-55	Один, пятьдесят пять
35	0-35	Ноль, тридцать пять
1	0-01	Ноль, ноль один

Так как длина окружности равна 21 600 минутам, или в тысячных – 6000 делений угломера, то нетрудно установить соотношение между этими системами мер, т.е.

$$0-01 = 21600'/6000 = 3,6'.$$

Большое же деление угломера (т. е. 100 тысячных) будет равно

$$1-00 = 3,6' \times 100 = 360' = 6^\circ$$

Рассмотрим теперь простейшие способы измерения углов.

Измерение углов полевым биноклем

В поле зрения бинокля имеются две взаимно перпендикулярные угломерные шкалы для измерения горизонтальных и вертикальных углов (рис. 10). Величина



на (цена) одного большого деления соответствует 0-10 (десяти тысячным), а малого 0-05 (пяти тысячным).

Для измерения угла между двумя какими-либо направлениями надо, глядя в бинокль, совместить какой-либо штрих угломерной шкалы с одним из этих направлений и подсчитать число делений до второго направления. Умножив затем этот отсчет на цену деления, получим величину измеряемого угла в тысячных.

Рис. 10. Измерение угла биноклем

Например, на рис. 10 определяемый объект находится правее ориентира (дерева) под углом 0-60.

Измерение углов с помощью линейки

При отсутствии бинокля можно измерять углы обычной линейкой с миллиметровыми делениями. Если такую линейку держать перед собой, как показано на рис. 11, на расстоянии 50 см от глаза, то одно ее деление (1 мм) будет соответствовать 0-02. В этом легко убедиться из самой сущности понятия тысячной: в данном случае $D = 50$ см, т. е. одна тысячная дистанции равна 0,5 мм; поэтому одному миллиметру будет соответствовать угол, равный двум тысячным, т.е. 0-02.

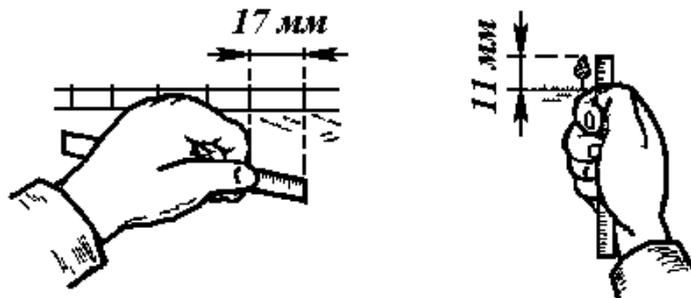


Рис. 11. Измерение горизонтального и вертикального углов с помощью линейки: угловые расстояния между столбами 0-34; высота дерева 0-22

Точность измерения углов этим способом зависит от навыка в вынесении линейки точно на 50 см от глаза. В этом можно быстро натренироваться с помощью отрезка шпагата или нити.

С помощью линейки удобно измерять малые углы и в градусах (до 30°). В этом случае ее следует выносить на расстояние 60 см от глаза. Тогда 1 см на линейке будет соответствовать 1° .

Измерение углов подручными предметами

Вместо линейки с делениями можно использовать палец, ладонь или любой подручный небольшой предмет (спичечную коробку, карандаш), размер которого в миллиметрах, а, следовательно, и в тысячных, известен. Для измерения угла такая мерка также выносится на расстояние 50 см от глаза и по ней путем сравнения определяется искомая величина угла.

2.2. Определение расстояний до местных предметов и их высоты

Для приближенного определения расстояний применяются следующие простейшие способы.

Глазомерный способ

Это один из самых простых и быстрых способов, которым обязан отлично владеть каждый член поисково-спасательной команды. Способность оценивать расстояния на глаз основывается на следующем:

- а) чем ближе предмет, тем яснее и резче он виден и тем больше подробностей на нем различается;
- б) чем ближе предмет, тем он кажется больше.

Чтобы развить свой глазомер, необходимо возможно чаще, при всяком выходе в поле, упражняться в оценке на глаз расстояний с обязательной проверкой их шагами, по карте или каким-нибудь другим способом. Прежде всего

необходимо научиться мысленно представлять и уверенно отличать на местности несколько наиболее употребительных расстояний (200, 400, 800 и 1000 м). Изучив и закрепив их в своей зрительной памяти, легко можно сравнивать с ними и оценивать другие расстояния.

В процессе такой тренировки основное внимание надо обращать на учет побочных явлений, которые влияют на точность глазомерного определения расстояний. Перечислим основные из них.

1. Более крупные предметы кажутся ближе мелких, находящихся на том же расстоянии. Ночью освещенные прожектором или искусственным светом объекты кажутся меньшими, а потому и более удаленными, чем это есть на самом деле.

2. Кажется, что более близко расположены предметы, видимые резче и отчетливее, поэтому:

а) предметы яркой окраски (белой, желтой, красной) кажутся ближе, чем предметы темных цветов (черного, коричневого, синего);

б) ярко освещенные предметы кажутся ближе слабо освещенных, находящихся на том же расстоянии;

в) во время тумана, дождя, в сумерки, в пасмурные дни, при насыщенности воздуха пылью наблюдаемые предметы кажутся дальше, чем в ясные солнечные дни;

г) чем резче контраст в окраске предметов и фона, на котором они видны, тем более уменьшенными кажутся расстояния до этих предметов; например, зимой снежное поле как бы приближает все находящиеся на нем более темные предметы.

3. Чем меньше промежуточных предметов находится между глазом и наблюдаемым предметом, тем этот предмет кажется ближе, в частности:

а) предметы на ровной местности кажутся ближе; особенно сокращенными кажутся расстояния, определяемые через обширные открытые водные пространства; противоположный берег всегда кажется ближе, чем в действительности;

б) складки местности (овраги, лощины), пересекающие измеряемую линию, как бы уменьшают расстояние;

в) при наблюдении лежа предметы кажутся ближе, чем при наблюдении стоя.

4. При наблюдении снизу вверх, от подошвы горы к вершине, предметы кажутся ближе, а при наблюдении сверху вниз – дальше.

Глазомерная оценка расстояний может облегчаться и контролироваться следующими приемами:

а) использованием нескольких человек для измерения одной и той же линии независимо друг от друга; среднее из всех определений будет наиболее точным результатом;

б) сравнением измеряемого расстояния с другим, обозначенным на местности протяжением, величина которого известна (например, вблизи измеряемого участка может проходить воздушная электролиния связи или электросети, расстояние между столбами которых известно).

Для грубой оценки расстояний можно воспользоваться примерными данными, приведенными в табл. 5.

Таблица 5

Объекты и их признаки	Расстояния, с которых они становятся видимы и различимы, м
Отдельный небольшой дом, изба	5000
Трубы на крыше	3000
Самолет на земле, трактор или грузовой автомобиль	2000...3000
Стволы деревьев, километровые столбы и столбы линий связи	1000
Движение ног и рук бегущего или идущего человека	700
Мотоцикл, велосипед, колья легких оград, переплеты рам в окнах	500
Цвет и части одежды на человеке, овал его лица	250...300
Черепицы на крышах, листья деревьев, проволока на столбах ЛЭП	200
Черты лица человека, кисти рук, детали его одежды	100...150

Каждый может уточнить и дополнить эту таблицу применительно к опыту своих наблюдений.

Определение расстояний по видимым линейным размерам предметов

Держа линейку с миллиметровыми делениями перед глазами на расстоянии 50 см, измерим по ней в миллиметрах видимую ширину или высоту (B) предмета, до которого требуется приближенно определить расстояние и действительные размеры которого известны (рис. 12). Чтобы получить расстояние в метрах, надо действительную высоту (ширину) предмета, взятую в сантиметрах, разделить на высоту (ширину) его, измеренную по линейке в миллиметрах, и результат умножить на 5.

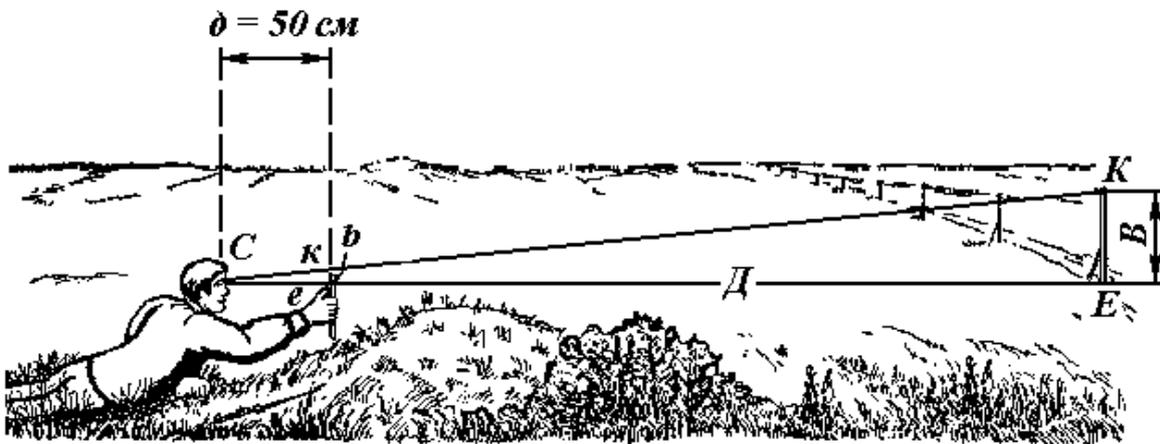


Рис. 12. Определение расстояний по видимым линейным размерам предметов

Обоснование способа расчета. Из подобия треугольников KEC и $кеС$ можно записать соотношение:

$$\frac{KE}{ке} = \frac{D}{d} = \frac{B}{b}.$$

Учитывая, что $d = 0,5$ м, решаем пропорцию для дистанции D :

$$D = 0,5 \times \frac{B}{b}.$$

Считая высоту предмета B в сантиметрах, а отсчет b по линейке в миллиметрах, окончательно получим:

$$D (\text{м}) = 5 \times \frac{B (\text{см})}{b (\text{мм})}.$$

Пример (см. рис. 12). Телеграфный столб высотой 4 м закрывает на линейке 8 мм. Определить расстояние до него от наблюдателя.

Решение: $D = 5 \times \frac{400}{8} = 250 \text{ м.}$

Определение расстояний по угловым размерам предметов

Поскольку одно деление угломера равно тысячной доле дистанции, т.е.

$t = \frac{1}{1000}D$ (см. рис.9), длина дуги в две тысячных, очевидно, будет равна $\frac{2}{1000} \times D$, а в три тысячных – $\frac{3}{1000}D$ и т.д.

В общем виде длина дуги T в Y тысячных выразится формулой

$$T = \frac{Y}{1000} \times D.$$

Для малых углов, не превышающих 300 тысячных (в градусной мере это соответствует примерно 18°), можно приближенно считать дугу $T = KA$ и соответствующий ей отрезок касательной $B = EA$ равными между собой, т. е. $T = B$ (рис. 13). Заменяя поэтому в предыдущей формуле значение T на B и переписав полученное при этом выражение в виде пропорции, получим:

$$\frac{B}{D} = \frac{Y}{1000}.$$

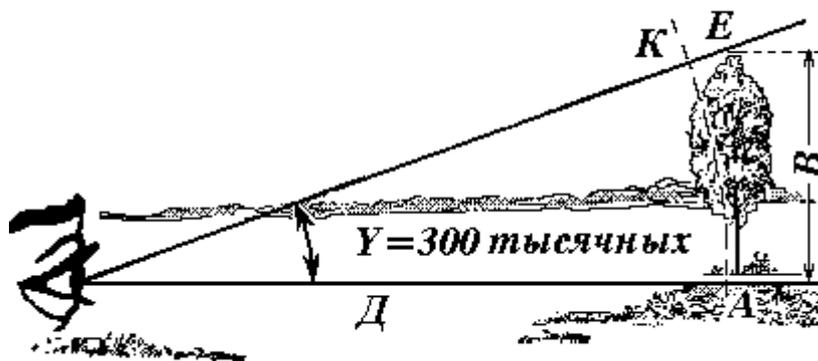


Рис. 13 Определение углового размера объекта

Эта пропорция носит название формулы тысячных. Решая пропорцию относительно B или D , получим одну из следующих формул:

$$D = \frac{1000B}{Y} \text{ (формула для определения расстояний);}$$

$$B = \frac{DY}{1000} \text{ (формула для определения высоты или ширины предмета).}$$

Необходимо отметить, что последние две формулы действительны для любых способов измерения углов в тысячных. Они дают достаточно точные результаты, если величина угла Y не превышает 300 тысячных (3-00).

Пример 1. Высота столба, возле которого находится объект, известна и равна 8 м. Столб покрывается одним малым делением вертикальной шкалы бинокля. Определить расстояние до цели.

Решение: Одно деление шкалы соответствует 0-05; следовательно, столб виден под углом в 5 тысячных. Расстояние до объекта будет:

$$D = \frac{1000 \times 8}{5} = 1600 \text{ м.}$$

Пример 2. Расстояние в 50 м между смежными столбами покрывается 40-миллиметровыми делениями линейки. Определить расстояние до столба.

Решение: Так как 1 мм соответствует 0-02, то в данном случае $Y = 0-80$, поэтому:

$$D = \frac{1000 \times 50}{80} = 625 \text{ м.}$$

Определение расстояний по звуку и вспышке выстрела или взрыва

Известно, что скорость распространения звука в воздухе примерно равна 330 м/с, или округленно, 1 км в 3 секунды. Распространение же света можно считать мгновенным. Таким образом, отсчитав по секундомеру или часам число секунд, истекших с момента вспышки до того момента, когда услышан звук выстрела или взрыва, можно подсчитать расстояние до источника звука.

Например, если с момента вспышки до услышанного выстрела прошло 9 секунд, то расстояние до этого источника будет:

$$D = \frac{9}{3} = 3 \text{ км.}$$

При отсутствии часов надо с момента вспышки выстрела начать счет порядковых двухзначных чисел, например двадцать один, двадцать два и т.д., и закончить этот счет, услышав звук выстрела. Отсчет каждого такого числа занимает примерно одну секунду.

Измерение расстояний шагами

Чтобы повысить точность измерения расстояний шагами, необходимо:

а) натренироваться в ходьбе ровным шагом, особенно в неблагоприятных условиях (на подъемах и спусках, при движении по кочковатому лугу, болоту, в кустарнике и т. п.);

б) знать длину своего шага в метрах; она определяется из промера шагами линии, длина которой известна заранее; длина такой линии должна быть не менее 200-300 м.

При измерении расстояний шаги считаются парами (обычно под левую ногу). После каждой сотни пар шагов счет начинается снова. Чтобы не сбиться, полезно каждую пройденную сотню пар отмечать на бумаге или же подгибать последовательно пальцы руки.

Принимая среднюю длину шага за 0,75 м, а пару шагов за 1,5 м, можно приближенно считать, что расстояние в метрах равно числу пар шагов, увеличенному в 1,5 раза.

Для более точных подсчетов надо брать действительную длину своего шага.

Определение расстояний по времени движения

Зная скорость своего передвижения, легко подсчитать пройденное расстояние по часам. Этот способ особенно полезен ночью, а также при движении на лыжах. Таким образом, расчет ведется по формуле

$$S = V \cdot t.$$

Средняя скорость движения походным шагом, если подъемы и спуски на пути не превышают 5° , около 5 км/ч.

Если требуется большая точность, то предварительно необходимо более тщательно определить скорость своего движения, измерив по часам время, затраченное на прохождение известного расстояния.

При движении на автомобилях расстояние определяется по спидометру.

Определение высоты местных предметов

Как рассматривалось выше, высоту местного предмета можно определить по его угловой величине, применяя формулу тысячных

$$B = \frac{ДУ}{1000}.$$

Пример. Дерево, находящееся от наблюдателя на расстоянии 200 м, видно под углом 0-40. Определить его высоту.

Решение: $B = \frac{200 \times 40}{1000} = 8 \text{ м.}$

Точность определения расстояний

Точность глазомера далеко не одинакова, она зависит от степени натренированности наблюдателя, от величины определяемых расстояний и от условий измерений. Для коротких и средних дистанций (до 600 м) при наличии достаточного опыта ошибка обычно не превосходит 10-15 % расстояния. При более значительных расстояниях ошибки могут достигать 50 % и даже больше.

Точность определения расстояний с помощью простейших линейных и угловых измерений несколько выше глазомера. Она, в основном, зависит от точности данных о действительных размерах наблюдаемых предметов и от тщательности измерений. Ошибки определения расстояний шагами при ровном хорошо выверенном шаге в среднем достигают 2-4 % измеренного расстояния.

2.3. Определение крутизны скатов

Оценка на глаз

Чтобы научиться оценивать крутизну скатов на глаз, необходимо изучить на местности и закрепить в зрительной памяти крутизну нескольких типичных скатов, чтобы затем, путем сравнения с ними, определять крутизну других скатов. Полезно при этом иметь в виду, что снизу, от подошвы возвышенности, скат всегда кажется круче, чем в действительности.

Более точные результаты получаются, если, зайдя сбоку ската, сравнить его крутизну (на глаз) с величиной какого-либо имеющегося под руками эталона (образца) угла. Так, например, можно использовать обычный чертежный прозрачный пластмассовый треугольник, величины углов которого известны (рис. 14).

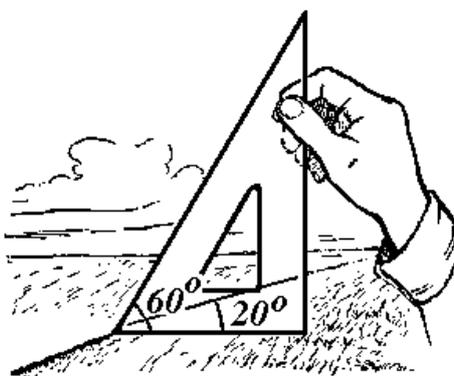


Рис. 14. Определение крутизны ската на глаз с помощью треугольника.
Крутизна ската около 20°

Можно измерить транспортиром углы между расставленными возможно шире большим, указательным, а также средним пальцами руки (рис. 15) и пользоваться этими «мерками» для оценки на глаз крутизны скатов.

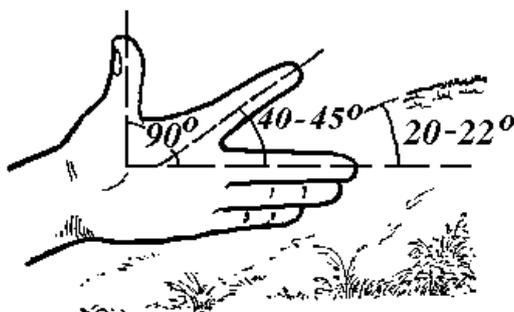


Рис. 15. Определение крутизны ската на глаз. Крутизна ската около 20°

Сравнение высоты ската с его заложением

В табл. 6 приближенно указано, во сколько раз при данной крутизне высота ската меньше его заложения.

Таблица 6

Крутизна ската	1°	2°	3°	4°	5°	6°	12°	15°	20°
Во сколько раз высота ската меньше его заложения	60	30	20	15	12	10	5	4	3

Запоминать эту таблицу не требуется, так как соотношения легко получаются от деления постоянного числа 60 на число градусов крутизны.

Для определения крутизны ската этим способом необходимо:

1) зайти сбоку ската, держа перед собой на уровне глаз карандаш и записную книжку, как показано на рис. 16;

2) оценить на глаз или с помощью делений, которые могут быть для этой цели нанесены на записной книжке, во сколько раз выдвинутая часть карандаша EC , т. е. высота ската, короче горизонтального обреза книжки AC , т. е. заложения ската;

3) разделить 60° на полученное число; частное от деления покажет крутизну ската в градусах.

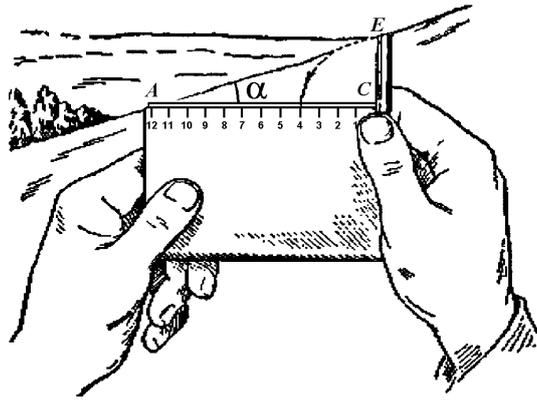


Рис. 16. Определение крутизны ската с помощью записной книжки

Пример. На рис. 16 высота ската EC меньше его заложения AC в 3 раза. Определить угол наклона ската к горизонтальной плоскости, т.е. его крутизну.

Решение: крутизна ската будет

$$\alpha = \frac{60}{3} = 20^\circ.$$

Промер шагами

Для вывода математического обоснования этого способа, рассмотрим ситуацию, представленную на рис. 17. Допустим, требуется определить крутизну ската AC .

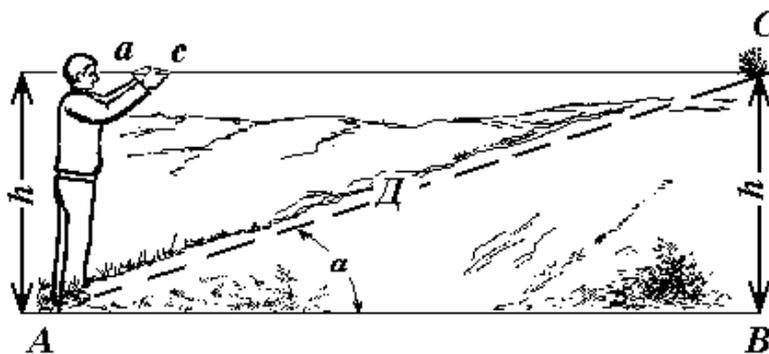


Рис. 17. Определение крутизны ската промером шагами

Из прямоугольного треугольника ABC , по соотношению его сторон, имеем следующую зависимость:

$$\sin a = \frac{h}{D},$$

где h – высота ската; D – его протяженность.

Из тригонометрии известно, что синусы малых углов равны самим этим углам, выраженным в радианной мере. Один радиан в градусной мере выражается значением $57^{\circ},3$ или округленно 60° . Поэтому предыдущая формула примет вид:

$$\alpha = \frac{60 \cdot h}{D}.$$

Эта зависимость будет корректно решаться в том случае, когда величины h и D , соответственно в числителе и знаменателе, будут в одних и тех же единицах измерения (как правило, в метрах).

Так как рост человека равен примерно одной паре его шагов (*ПШ*), а протяженность ската D также можно измерить парами шагов, то, формулу можно представить следующим образом:

$$\alpha = \frac{60}{\text{ПШ}},$$

т.е. крутизна ската в градусах равна постоянному числу 60, деленному на число пар шагов, соответствующее длине ската.

Для определения по этой формуле крутизны ската (см. рис. 17) становятся в точку A и, держа на уровне глаз горизонтально папку или книжку, визируют вдоль нее. На продолжении линии визирования AC замечают на скате какую-либо точку C . Затем, двигаясь по направлению к этой точке, измеряют парами шагов расстояние D до нее от точки A .

Пример. От начала подъема (точка A) до точки C на скате отсчитано 6 пар шагов.

Решение: крутизна ската будет

$$\alpha = \frac{60}{6} = 10^{\circ}.$$

Определение крутизны ската эклиметром

Эклиметром называется угломерный прибор для измерения наклона линий местности к горизонту. Простейший эклиметр нетрудно изготовить самому (рис. 18).

На обложке записной книжки, куске картона или фанеры параллельно обрезу проводится прямая линия AB . Из середины этой линии (точка C) описывается полуокружность и проводится перпендикуляр к линии AB . Точка пересечения перпендикуляра с полуокружностью обозначается 0 (ноль градусов). В обе стороны от нее наносятся с помощью транспортира деления через каждые 2° или 5° . Деления подписываются, как показано на рисунке. Остается к центру C подвесить на нитке груз M , и эклиметр готов к работе. Чтобы определить крутизну ската, эклиметр держат на уровне глаз так, чтобы линия визирования AB (рис. 19) была параллельна направлению ската. При этом визировать следует в точку N , расположенную над скатом на той же высоте, что и глаз наблюдателя. При таком положении эклимента нить его отвеса отклонится от 0° эклимента на угол α и покажет отсчет, равный углу крутизны ската. Последнее утверждение очевидно вследствие взаимной перпендикулярности сторон.

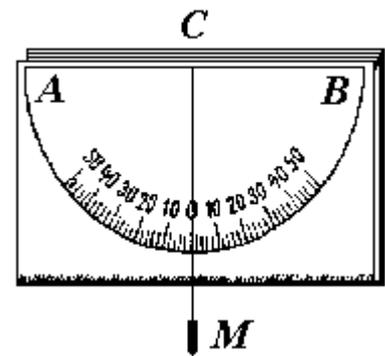


Рис. 18. Устройство самодельного эклимента

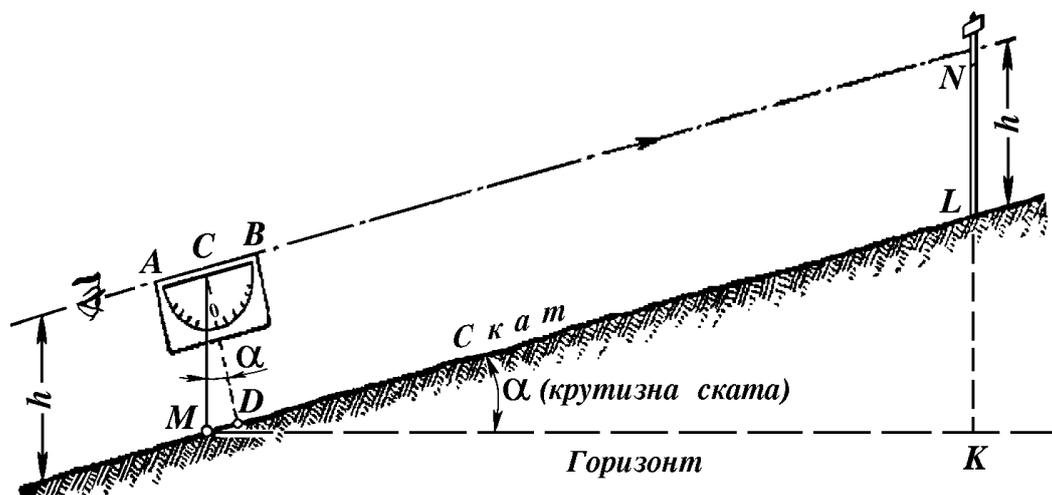


Рис. 19. Определение крутизны ската эклиментом

2.4. Определение ширины реки и выбор брода

Определение ширины реки производится на глаз, с помощью бинокля, линейки и т. п., т. е. одним из приемов, рассмотренных выше при изложении

способов измерения расстояний. Для этой цели можно применять и прием, основанный на свойствах равнобедренного треугольника.

Равнобедренный прямоугольный треугольник можно построить на обложке записной книжки или любом подручном плоском предмете с прямыми углами (рис. 20).

Пусть требуется определить ширину реки AD . Выберем на своем берегу точку C , находящуюся в створе с точками A и D (на продолжении линии AD). Для этого, держа треугольник вершиной прямого угла у глаза и визируя вдоль катета ac на точку A через точку D , перемещаемся в ту или иную сторону до тех пор, пока точки a и c не будут находиться точно на продолжении линии AD (см. рис. 20,а). Затем, не изменяя положения книжки, визируем вдоль второго катета cb и замечаем на продолжении этой линии на местности какую-нибудь точку E . Забив в точке C колышек, отправляемся вдоль намеченной линии CE и находим на ней точку B , при визировании из которой вдоль гипотенузы ba и катета bc точки A и C будут видны точно на продолжении этих отрезков (см. рис. 20б). В результате на местности получим равнобедренный треугольник BCA , в котором $BC = AC$. Измерив (шагами) сторону BC , узнаем длину линии AC ; вычтя же из нее отрезок DC , получим искомую ширину реки AD .

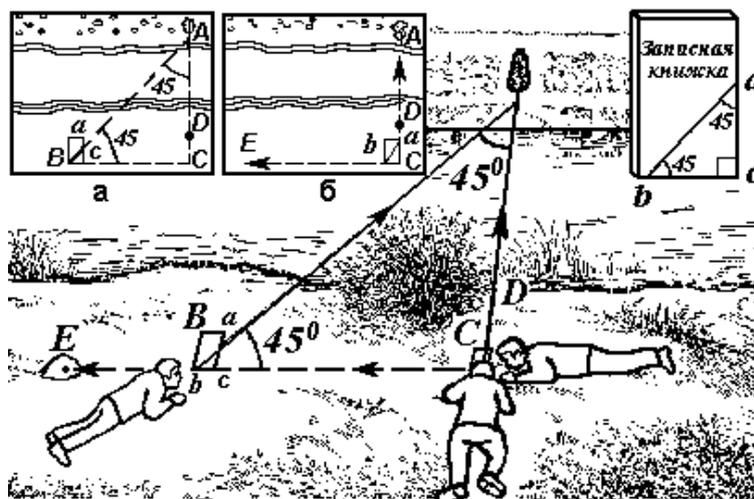


Рис. 20. Определение ширины реки:
а – визирование в точке В; б – визирование в точке С

Выбор брода. Внешними признаками для нахождения брода могут служить расширение реки на прямом ее участке, тропинки, дороги и отдельные колеи,

спускающиеся к реке, рябь на поверхности воды и большая прозрачность воды, если река течет по каменистому или гравелистому руслу. Если река образует излучины, то более мелкое место следует искать на перекате, т.е. там, где кончается один крутой берег и начинается другой, на противоположной стороне реки.

Глубина брода и грунт дна определяются непосредственно при переходе реки отдельными специально выделенными разведчиками. В необходимых случаях делаются промеры шестом с лодки через определенные промежутки.

О качестве грунта дна можно ориентировочно судить по скорости течения. Опытным путем установлено, что вода начинает размывать дно при средней скорости течения, приведенной в табл. 7.

Таблица 7

Грунт дна	Средняя скорость течения, м/с
Илистый	0,1
Песок мелкий	0,3
Песок крупный	0,8
Глина и суглинок средней плотности	0,5-0,9
Гравий	1,2
Галька мелкая	1,5
Каменистый	3,6

Таким образом, чем быстрее течение, тем плотнее и тверже должно быть дно реки.

Скорость течения определяется числом метров, проходимых водой за 1 секунду (м/с). Течение имеет обычно наибольшую скорость вдоль оси, проходящей над самыми глубокими местами русла.

Скорость течения можно измерить с помощью поплавка (обрубок бревна, пучок травы или любой легкий плавающий предмет). С этой целью отсчитывают в секундах время, в течение которого поплавок проплывает расстояние (например, 50 м или 100 м), предварительно измеренное вдоль берега реки.

Иногда может возникнуть потребность узнать более подробно и объективно о максимальном уровне и границах возможного разлива реки во время высоких

вод. Об этом можно судить по таким местным признакам, как наличие заливных лугов и речных наносов, по следам, оставляемым водой на прибрежных деревьях, откосах и т.п.

3. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕМЛИ

3.1. Форма и размеры Земли

Физическая поверхность Земли имеет очень сложную конфигурацию со всеми ее неровностями (горами, низменностями и т.п.). Поэтому, говоря о форме Земли, имеют в виду некоторую воображаемую поверхность океанов и открытых морей,

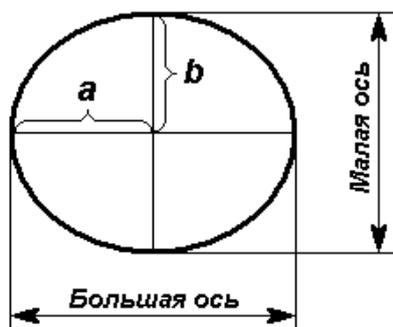


Рис. 21. Земной эллипсоид

мысленно продолженную под всеми материками. Эта воображаемая поверхность среднего уровня океана, как бы покрывающая всю нашу планету, называется *уровенной поверхностью*, а фигура Земли, ограниченная этой поверхностью, – *геоидом*. По своей форме геоид представляет собой неправильную геометрическую фигуру, которую невозможно

выразить какой-либо простой математической формулой. Однако установлено, что он по своему виду весьма мало отличается от эллипсоида вращения, т. е. правильного геометрического тела, образуемого вращением эллипса вокруг его малой оси (рис. 21). Отступления по высоте поверхности геоида от поверхности наиболее близко подходящего к нему по своим размерам эллипсоида, как это доказано ныне исследованиями ученых, характеризуются в среднем величиной порядка 50 м и не превосходят 150 м. Такие расхождения столь незначительны по сравнению с размерами Земли, что на практике даже при самых точных работах ее форму принимают за эллипсоид, который называют *земным эллипсоидом* или *сфероидом*.

Размеры земного эллипсоида определяются посредством специальных высокоточных измерений на земной поверхности и вычислений по ним длины дуг меридианов и параллелей, а затем и размеров самого эллипсоида. Путем таких

определений установлено, что земной эллипсоид лишь незначительно сплюснут у полюсов и мало отличается от шара. Ось вращения Земли короче диаметра земного экватора на 43 км (приблизительно), поэтому для ряда практических задач, не требующих особой точности, фигуру Земли принимают за шар, радиус которого равен примерно 6371 км, а вся поверхность около 510 млн. км².

Установление размеров земного эллипсоида, наиболее близко подходящего по своей форме и размерам к истинной фигуре Земли, имеет весьма важное теоретическое и практическое значение. Особенно это важно в деле создания точных топографических карт, так как при изображении на них физической поверхности Земли со всеми неровностями ее приходится проектировать на поверхность земного эллипсоида. Если размеры последнего будут установлены неверно, то это приведет к неверным исчислениям при проектировании на его поверхность (а следовательно, и при изображении на картах) всех длин линий и размеров площадей по сравнению с их действительными размерами на уровенной поверхности Земли.

В мире существует много опорных геодезических основ, используемых для привязки при составлении карт конкретных районов. Каждая геодезическая основа была получена путем подгонки конкретной математической модели Земли (эллипсоид) под истинную форму Земли (геоид) таким образом, чтобы свести до минимума расхождения между указанным эллипсоидом и геоидом в заданном районе. В результате получался так называемый местный *референц-эллипсоид*. При использовании различных геодезических основ и референц-эллипсоидов получают и различные координатные сетки широты и долготы и, следовательно, совокупности географических координат.

В Советском Союзе для точных геодезических расчетов и построения топографических карт с 1946 года был принят референц-эллипсоид, получивший имя советского ученого-геодезиста Ф.Н. Красовского, под чьим руководством в 1942 году были проведены измерения. В 1990 году параметры этого референц-эллипсоида были уточнены с помощью современных измерительных методик. В настоящее время в России для высокоточных измерений и картографирования используется геодезическая модель Земли, получившая наименование «Земля-90».

3.2. Основные точки и линии на Земном шаре

Чтобы легче разбираться в географических терминах и понятиях, применяемых в последующем изложении, напомним некоторые из них (рис. 22).

Концы земной оси, вокруг которой происходит суточное вращение Земли, называются *географическими полюсами*: северным (P_N) и южным (P_S). Северным полюсом считается тот, вокруг которого вращение Земли видится против

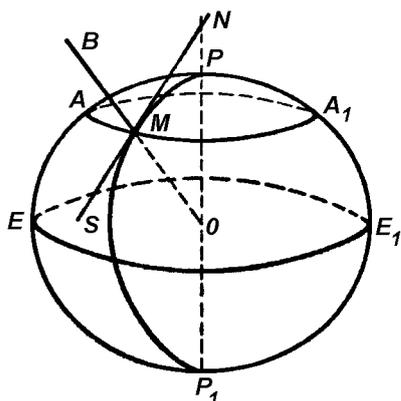


Рис. 22. Основные точки и линии на земном шаре

хода часовой стрелки, а противоположный ему полюс – южным.

Плоскость, перпендикулярная к оси вращения Земли и проходящая через ее центр, называется *плоскостью земного экватора*. Эта плоскость пересекает земную поверхность по окружности, называемой *экватором*. Плоскость экватора делит Землю на два полушария – *северное и южное*. Линия пересечения земной поверхности плоскостью,

параллельной плоскости экватора и проходящей через данную точку (M), называется *параллелью* этой точки.

Для каждой точки на земной поверхности существует вполне определенная прямая, называемая *отвесной* или *вертикальной линией* (BM). Она указывается направлением свободно подвешенной нити с грузиком на конце (отвесом). Любая плоскость, проходящая через эту линию, называется *вертикальной* или *отвесной*, а перпендикулярная к ней – горизонтальной плоскостью. Плоскость, касательная к земной поверхности в данной точке, называется *плоскостью горизонта* в этой точке.

Вертикальная плоскость, проходящая через данную точку (M) и земную ось, называется *плоскостью географического меридиана* этой точки; линия пересечения плоскости меридиана с земной поверхностью называется *географическим* или *истинным меридианом* данной точки, а с плоскостью горизонта – *полуденной линией* (NS).

Сетка, образованная пересекающимися меридианами и параллелями, называется *географической сеткой*.

4. ПЛАН И КАРТА

Развернуть сферическую поверхность на плоскости без разрывов и складок нельзя. Это значит, что такую поверхность невозможно изобразить на плоскости без искажений, т.е. с полным соблюдением геометрического подобия очертаний всех находящихся на ней объектов. Очевидно, что спроектированные на уровенную поверхность очертания материков, островов и других частей Земли могут быть изображены с полным соблюдением подобия лишь на глобусе. Но подробное изображение земной поверхности потребовало бы настолько больших глобусов, что практическое их использование стало бы невозможным; поэтому земную поверхность изображают на плоскости, т.е. на листах бумаги, заведомо допуская при этом некоторые искажения длин, углов и площадей.

Однако небольшие участки уровенной поверхности Земли можно принимать за плоскость и изображать на бумаге с сохранением подобия всех очертаний, обеспечивая при этом практически необходимую точность.

Такое уменьшенное, точное и подобное изображение на плоскости отдельного небольшого участка местности, принимаемого за плоскость, называется *топографическим планом* или просто *планом*.

При изображении на плоскости обширных пространств земной поверхности приходится учитывать сферичность Земли. Для этой цели применяются различные геометрические способы условного построения на плоскости географической сетки, клетки которой затем используются как канва для изображения всех подробностей земной поверхности, измеренных в процессе топографической съемки или по аэроснимкам.

Способ изображения на плоскости сетки параллелей и меридианов земного сфероиды и изображения на ее основе земной поверхности называется *картографической проекцией*. Получаемая при этом на плоскости сетка меридианов и параллелей называется *картографической сеткой*, а изображение земной поверхности, выполненное на основе такой сетки, – *картой*.

Таким образом, картой называется уменьшенное изображение всей земной поверхности или отдельной ее части, выполненное на плоскости в какой-либо картографической проекции.

Все карты, изображающие поверхность Земли, в том числе моря и океаны, называются географическими. Из них в особую группу выделяются топографические карты, т.е. карты более крупных масштабов, отличающиеся наиболее подробным изображением всех деталей местности.

Исходя из этого географическими картами принято называть только карты мелких масштабов, на которых все расстояния, по сравнению с местностью, уменьшены более чем в миллион раз. Такие карты являются по существу обзорными, так как на них земная поверхность и все важнейшие ее географические элементы изображаются лишь в общем виде, со значительными обобщениями.

Топографическими картами называют карты, на которых все расстояния по сравнению с местностью уменьшены не более чем в миллион раз. На топографических картах, особенно на картах наиболее крупных масштабов, с предельной точностью и полнотой, допускаемой масштабом, изображаются все подробности рельефа и местных предметов.

Топографические карты изготавливаются, как правило, непосредственно по результатам инструментальных съемок местности, по аэрофотоснимкам или же составляются по картам более крупных масштабов. Географические же карты составляются по топографическим картам с использованием различных справочных материалов.

4.1. Масштаб карты (главный, численный и линейный)

Как было сказано выше, на карте (плане) все линии местности уменьшаются в определенное число раз. Поэтому, чтобы измерять расстояния по карте, необходимо знать степень этого уменьшения.

Степень уменьшения длины линий на карте (плане) относительно соответствующих им линий на местности называется *масштабом карты*.

Главным масштабом карты называется степень общего уменьшения земного шара до определенных размеров глобуса, с которого земная поверхность переносится на плоскость.

Масштаб карты может быть представлен в численной или в линейной форме.

Численный масштаб выражается дробью, у которой числитель – единица, а знаменатель – число, показывающее, во сколько раз действительные расстояния на земной поверхности уменьшены при нанесении их на карту (например: 1:25 000; 1:50 000; 1:100 000; 1:200 000; 1:500 000).

Численный масштаб обычно подписывается под южной стороной рамки карты.

Чем меньше знаменатель масштаба, тем изображения на карте будут крупнее, и наоборот, поэтому более крупным называется тот масштаб, у которого знаменатель меньше.

Численный масштаб – величина отвлеченная, не зависящая от системы линейных мер. Поэтому если известен численный масштаб карты, то измерения по ней можно производить в любых линейных мерах. Например, если на карте масштаба 1:50 000 измерен отрезок в 1 см, то ему на местности будет соответствовать линия в 50 000 см; если на той же карте измерить отрезок в 1 дюйм, то на местности будет 50 000 дюймов.

Расстояние на местности в метрах или километрах, соответствующее одному сантиметру карты, называется величиной масштаба. В приведенном примере (1:50 000) величина масштаба 500 м в 1 см. Эти данные также подписываются под численным масштабом. В обиходе принято карты называть по знаменателю или величине масштаба; например, карту масштаба 1:10 000 называют десяти-тысячной или стометровкой, 1:50 000 – пятидесятитысячной или пятисотметровкой, 1:100 000 – стотысячной или километровкой, 1:200 000 – двухсоттысячной или двухкилометровкой.

Линейный масштаб представляет собой прямую линию, разделенную на равные отрезки, обозначенные числами, показывающими, каким расстояниям на местности соответствуют эти отрезки (рис. 23). Линейный масштаб – это графическое выражение численного масштаба.



Рис. 23. Пример изображения численного и линейного масштаба на топографических картах

Для построения линейного масштаба проводят прямую линию и откладывают на ней сантиметры или какие-либо другие равные отрезки, удобные для измерения по карте. Каждому из этих отрезков должно соответствовать круглое число метров или километров на местности.

Длина отрезка, которая откладывается при построении линейного масштаба, называется основанием линейного масштаба. Например, для карты 1:25 000 основание масштаба будет 4 см (на местности 1 км), для карты 1:100 000 – 1 см (1 км на местности).

Чтобы можно было по карте измерять и малые расстояния, первый слева отрезок (основание масштаба) разбивается в свою очередь на более мелкие части. Количество метров или километров, соответствующее на местности наименьшему делению основания масштаба, называется ценой деления масштаба. Например, на рис. 23 цена деления масштаба будет для 1:25 000 – 25 м, а для 1:100 000 – 100 м. Деления на масштабе подписываются цифрами, означающими расстояния на местности. За начало счета расстояний по масштабу принимается правый конец левого большого деления, обозначаемый цифрой 0. Вправо от нуля отсчитываются расстояния, соответствующие целым основаниям масштаба, а влево – долям основания.

4.2. Сущность картографических проекций

Чтобы лучше понять геометрические измерительные свойства карты, разберем сущность картографических проекций. Для этого необходимо обратиться снова к глобусу.

На глобусе все части земной поверхности изображаются с полным сохранением своего подобия и пропорциональности. Это значит, что построенная на глобусе географическая сетка, а следовательно, и все изображение поверхности Земли обладает следующими основными **геометрическими свойствами**:

1. Любой отрезок линии, взятой на поверхности земного шара, изобразится на глобусе с одинаковым уменьшением, т. е. масштаб изображения остается на глобусе всюду одинаковым. Все меридианы на глобусе равны по длине между собой и равны экватору. Это свойство называется ***равномасштабностью*** изображения.

2. Любой горизонтальный угол, взятый на земном шаре, равен соответствующему ему углу на глобусе, т. е. изображение на глобусе любой фигуры подобно действительным ее очертаниям на местности. Все меридианы на глобусе пересекают параллели под прямым углом. Это свойство называется свойством ***равноугольности***.

3. Размеры всех площадей, изображаемых на глобусе, пропорциональны их действительным размерам на земном шаре, т. е. отношение площадей на глобусе к соответствующим площадям на земном шаре постоянно. Это свойство называется свойством ***равновеликости*** изображения.

Все эти свойства одновременно и полностью сохранить на карте невозможно. Построенная на плоскости (т. е. на карте) картографическая сетка, изображающая меридианы и параллели, и все контуры местности, внесенные в эту сетку, будут всегда в той или иной мере искажены.

Существует много различных картографических проекций. Каждой из них соответствует вполне определенный вид картографической сетки и вполне определенные, присущие ей искажения. Нельзя построить картографическую сетку, а следовательно, и карту, на которой бы полностью сохранилось свойство равномасштабности изображения, так как это означало бы одновременное сохранение равноугольности и равновеликости, что может быть достигнуто лишь на глобусе или при изображении сравнительно небольших участков земной поверхности – на плане.

Выбор проекции для построения карты зависит от того, каким требованиям должна отвечать данная карта. Все существующие проекции условились под-

разделять по двум признакам: по характеру искажений и по виду сетки меридианов и параллелей (картографической сетки).

По характеру искажений картографические проекции делятся на следующие группы.

1. **Равноугольные.** Эти проекции не имеют искажения углов и сохраняют подобие небольших фигур. В равноугольных проекциях угол, измеренный на карте, равен углу между этими же направлениями на поверхности Земли. Небольшие фигуры, изображенные на карте, подобны соответствующим фигурам на местности.

2. **Равнопромежуточные.** В этих проекциях расстояние по меридиану или по параллели изображается без искажения.

3. **Равновеликие.** В этих проекциях площадь изображенной фигуры на карте равна площади той же фигуры на местности, т. е. площади фигур передаются без искажений. Равенства углов и подобия фигур в этих проекциях нет.

4. **Произвольные.** Эти проекции не обладают ни одним из указанных выше свойств, но широко применяются для построения некоторых авиационных карт. Некоторые карты в таких проекциях имеют в определенных пределах практически очень небольшие искажения в длинах, направлениях и площадях, что позволяет более просто решать многие практические задачи.

По виду сетки меридианов и параллелей все картографические проекции делятся на *цилиндрические*, *конические*, *поликонические* и *азимутальные*. Каждая из указанных проекций имеет определенные свойства.

В целях ориентирования, изучения тактических свойств местности, построения маршрутов движения и поиска применяются, в основном, крупномасштабные карты цилиндрических и поликонических проекций.

Цилиндрические проекции

Получение цилиндрических проекций может быть представлено следующим образом. Поверхность глобуса переносится на боковую поверхность цилиндра с последующей разверткой его на плоскость. Этим и объясняется название проекций. Цилиндр может быть касательным к поверхности глобуса и секущим. В

зависимости от положения оси цилиндра относительно оси вращения глобуса цилиндрические проекции могут быть: *нормальные* – ось цилиндра совпадает с осью вращения Земли; *поперечные* – ось цилиндра перпендикулярна к оси вращения Земли; *косые* – ось цилиндра составляет некоторый угол с осью вращения Земли.

Равноугольная поперечно-цилиндрическая проекция. Эту проекцию предложил немецкий математик Гаусс, поэтому ее обычно называют проекцией Гаусса. Строят проекцию по законам математики. Поверхность глобуса проектируется на боковую поверхность цилиндра, расположенного перпендикулярно оси вращения глобуса, причем поверхность Земли делят меридианами на 60 зон. Каждая такая зона по долготе занимает 6° . Счет зон ведется на восток от Гринвичского меридиана, который является западной границей первой зоны (рис. 24). По широте зоны простираются от Северного полюса до Южного. Каждая зона изображается на своем цилиндре, касающемся поверхности глобуса по среднему меридиану данной зоны. Указанные особенности построения позволяют уменьшить искажения.

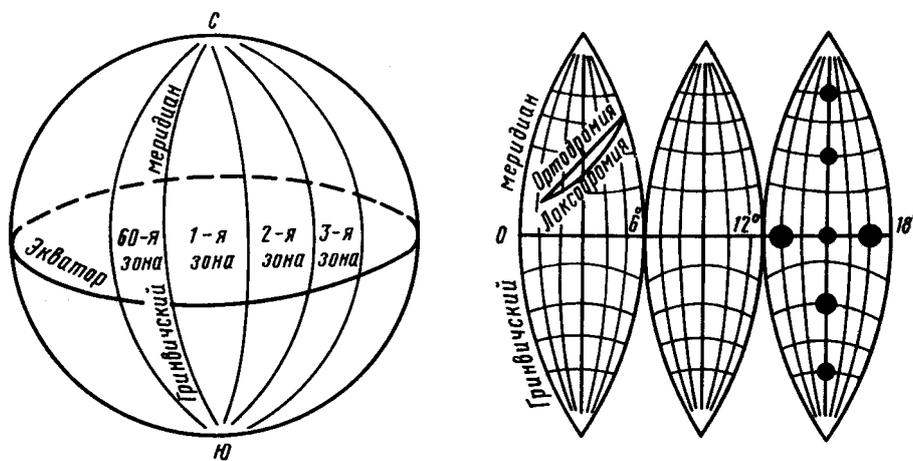


Рис. 24. Поперечно-цилиндрическая проекция

Карты в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции имеют такие свойства:

– незначительное искажение масштаба (на осевых меридианах искажения длин отсутствуют, а по краям зон на широте 0 не превышают $0,14\%$, т.е. 140 м на 100 км измеряемой длины, и практического значения не имеют);

– сохраняется равенство углов и подобие фигур (на крайних меридианах зон фигуры изображаются в более крупном масштабе, чем на среднем меридиане);

– осевой меридиан зоны и экватор изображаются прямыми взаимно перпендикулярными линиями; остальные меридианы – кривыми линиями, сходящимися от экватора к полюсам, а параллели – дугами, выпуклыми к экватору; кривизна меридианов и параллелей в пределах одного листа карты незаметна;

– в пределах одной зоны листы карт склеиваются без разрывов;

На картах масштаба 1:200 000 и крупнее нанесена километровая сетка прямоугольных координат Гаусса. Вертикальные линии параллельны среднему меридиану зоны, горизонтальные – экватору. В равноугольной поперечноцилиндрической проекции составлены карты масштабов 1:500 000; 1:200 000; 1:100 000; 1:50 000; 1:25 000 и 1:10 000, т.е. все карты крупного масштаба.

Поликонические проекции

Сущность построения поликонических проекций условно может быть представлена таким образом. Поверхность глобуса переносится на боковые поверхности нескольких конусов, касательных к параллелям или секущих глобус по заданным параллелям. На поверхность каждого конуса переносится небольшой пояс поверхности глобуса. Затем поверхность конуса разрезается по образующей и разворачивается на плоскость. После склеивания полос получается поликоническая проекция.

Видоизмененная поликоническая (международная) проекция была принята на международной геофизической конференции в Лондоне в 1909 году. В этой проекции издается карта масштаба 1:1 000 000. Строится она по особому закону, принятому международным соглашением.

Каждый лист карты масштаба 1:1 000 000 строится отдельно. Он захватывает по широте 4° и по долготе 6° . На каждом листе главный масштаб взят по крайним параллелям вследствие сечения глобуса конусом по этим параллелям и по меридианам, отстоящим от среднего меридиана листа на 2° к востоку и западу (рис. 25). По характеру искажений видоизмененная поликоническая

проекция является произвольной. На листах карт масштаба 1:1 000 000 искажения длин не превышают 0,14% и углов 7' и поэтому практического значения не имеют.

Меридианы на картах этой проекции изображаются прямыми линиями, сходящимися к полюсу, а параллели – дугами концентрических окружностей. Особенности построения сетки меридианов и параллелей в международной проекции приводят к тому, что склеивать без разрывов можно только листы одной колонки или одной полосы. Допускается

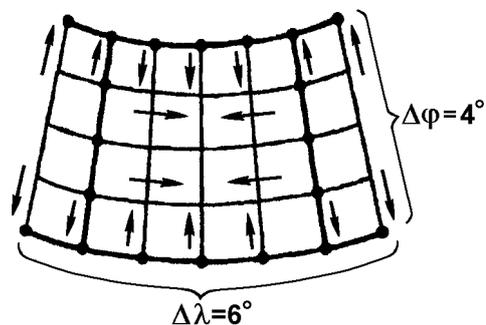


Рис. 25. Видоизмененная поликоническая проекция

склейка в «блок» девяти листов (3 × 3) карт масштаба 1:1000 000. В этом случае возникающие разрывы не вызывают существенных искажений длин и углов.

Угол схождения меридианов определяется по формуле

$$\sigma = \Delta\lambda \sin \varphi_{cp},$$

где $\Delta\lambda$ – разность долгот между заданными меридианами;

φ_{cp} – средняя широта листа карты.

4.3. Разграфка и номенклатура (обозначение) карт

Каждая карта издается на отдельных листах, имеющих определенные размеры по долготе и широте и представляющих части общей карты целого государства, материка, всего мира.

Система деления общей карты на отдельные листы называется ее **разграфкой**, а система обозначения листов – **номенклатурой**. Каждому листу карты в зависимости от масштаба по определенному правилу присваивается свое буквенное и числовое обозначение, что позволяет легко и быстро подбирать нужные листы карты для их склейки и подготовки к работе.

В практике применяются две системы разграфки карт: международная (для карт масштаба 1:1 000 000 и крупнее) и прямоугольная (для карт мелких

масштабов). В международной разграфке общая карта делится на отдельные листы так, что рамками (границами) листов служат меридианы и параллели. При прямоугольной разграфке общая карта делится на листы, имеющие форму прямоугольника. Рамка такого листа не совпадает с меридианами и параллелями.

Международная разграфка и номенклатура карты масштаба 1:1 000 000 выполнены следующим образом. Вся поверхность земного шара от экватора к северу и к югу до широт 88° делится на 22 пояса в каждом полушарии. Каждый пояс занимает по широте 4° и обозначается от экватора к полюсам заглавной буквой латинского алфавита (А, В, С и т. д.). Районы Северного и Южного полюсов от 88° до 90° широты изображаются на отдельных листах, обозначенных буквой Z. Поверхность земного шара делится на 60 колонок, каждая колонка занимает 6° по долготе и обозначается арабскими цифрами. Счет ведется от меридиана 180° с запада на восток. В результате такого деления получают

листы карт размером 4° по широте и 6° по долготе.

Таким образом, номенклатура листа карты масштаба 1:1 000 000 состоит из заглавной буквы латинского алфавита и номера, написанного арабскими цифрами (рис. 26), например, N-37 (Москва), P-38 (Котлас). Она указывается на верхнем обрезе листа. В нижней части листа изображается схема расположения прилегающих листов.

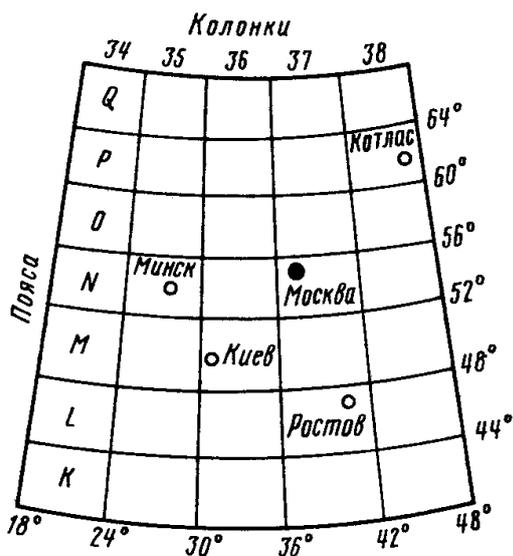


Рис. 26. Схема расположения листов карты масштаба 1: 1 000 000

Лист карты масштаба 1:1 000 000 принят за основу разграфки и номенклатуры листов карт масштабов 1:500 000; 1:200 000 и 1:100 000. Листы этих карт получают путем деления листа карты масштаба 1:1 000 000 на части и имеют установленные схемы расположения.

Для обозначения листов применяются буквы русского алфавита, римские и арабские цифры.

Так, разграфка карт масштаба 1:500 000 получается делением листа десятикилометровки на четыре равные части, каждая из которых обозначается заглавной буквой русского алфавита: А, Б, В и Г (рис. 27). Лист карты масштаба 1:500 000 имеет размеры 2° по широте и 3° по долготе. Номенклатура листа такой карты (пятикилометровки) состоит из номенклатуры листа десятикилометровки и заглавной буквы русского алфавита, например **Н-37-Г**.

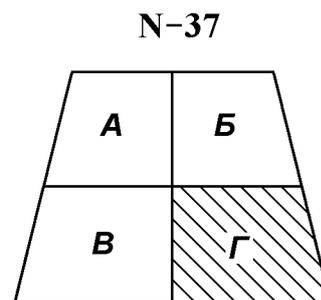


Рис. 27. Получение номенклатуры карты масштаба 1:500 000

Разграфка листов карт масштаба 1:200 000 получается путем деления листа десятикилометровки на 36 равных частей (6 рядов и 6 колонок), которые нумеруются римскими цифрами от I до XXXVI. Лист карты масштаба 1:200 000 (двухкилометровки) занимает 40' по широте и 1° по долготе. Номенклатура листа двухкилометровки состоит из номенклатуры листа десятикилометровки с добавлением соответствующего номера, написанного римскими цифрами, например, **Н-37-XXXVI**.

На северные районы (выше широты 68°) карта масштаба 1:200 000 издается сдвоенными по параллели листами. Номенклатура таких листов складывается из обозначения листа десятикилометровки и римских цифр соответствующих пар листов двухкилометровки, например **Р-42-XXXIII-XXXIV**.

Для получения листов карты масштаба 1:100 000 лист десятикилометровой карты делят на 144 равные части (12 рядов и 12 колонок), которые нумеруются арабскими цифрами от 1 до 144. Лист карты масштаба 1:100 000 имеет размеры 20' по широте и 30' по долготе. Номенклатура листа карты масштаба 1:100 000 состоит из номенклатуры листа десятикилометровки и соответствующего номера, написанного арабскими цифрами, например **Н-37-140**.

Для получения листов карты масштаба 1:50 000 лист теперь километровой карты делят на четыре равные части, с размером каждой из них 10' по широте и 15' по долготе, с обозначением заглавными буквами русского алфавита, аналогично методике обозначения листов пятикилометрового масштаба. Номенклатура листа такой карты (пятисотметровки) состоит из номенклатуры листа

километровки и заглавной буквы русского алфавита соответствующей четверти, например N-37-112-Б.

Для подбора нужных листов при затребовании карт на тот или иной район и для быстрого определения их номенклатуры существуют специальные сборные таблицы. Они представляют собой схематические карты мелкого масштаба, разделенные меридианами и параллелями на клетки. Каждая такая клетка соответствует отдельному листу карты данного масштаба, а ее нумерация указывает номенклатуру этого листа.

4.4. Измерение расстояний на карте

Способы измерения расстояний

При пользовании численным масштабом расстояния на карте измеряют в сантиметрах, обычно при помощи линейки с сантиметровыми делениями. Зная величину масштаба, т.е. расстояние, соответствующее на местности одному сантиметру карты, умножают его на измеренное по карте число сантиметров. Например, на карте масштаба 1:25 000 измерили отрезок длиной 3,8 см. Расстояние на местности, соответствующее этому отрезку, будет равно:

$$D = 250 \cdot 3,8 = 950 \text{ м.}$$

Если же требуется узнать какой величиной отрезка будет на карте измеренное на местности расстояние D , то необходимо величину D разделить на значение масштаба. Например, расстояние D , равное 1350 м, изобразится на карте масштаба 1:50 000 отрезком: $d = 1350 : 500 = 2,7$ см.

Измерения по линейному масштабу производятся обычно циркулем. При отсутствии циркуля его может заменить масштабная линейка или же полоска бумаги, на которой рисками отмечается измеренное на карте или откладываемое на ней по масштабу расстояние.

Для повышения точности измерения расстояний используют шкалу линейного масштаба, расположенную левее нулевой риски. При этом одну из ножек циркуля устанавливают на риску, соответствующую основанию линейного

масштаба в правой его части, а другая ножка циркуля должна находиться в левой его части, в пределах точной шкалы. Измеряемое расстояние в этом случае будет равно сумме отрезков правой и левой частей линейного масштаба.

Приближенно расстояния по карте можно определять с помощью подручного предмета (спички, карандаша и т.п.). Для этого надо предварительно определить по масштабу карты, какому расстоянию на местности соответствует длина этого предмета.

Измерение длинных линий, не уместяющихся на линейном масштабе карты, производится по частям. Для этого берут по масштабу раствор циркуля, соответствующий какому-нибудь целому числу километров или метров, и таким «шагом» проходят по карте определяемое протяжение, ведя счет перестановок ножек. Наиболее рациональный порядок перестановки ножек показан на рис. 28, где AF – измеряемая линия; $A - B$, $B - C$ и т. д. – места постановки ножек. Стрелками показано направление перемещения ножек.

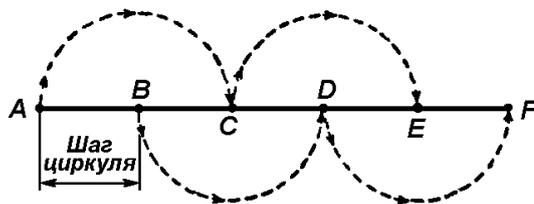


Рис. 28. Измерение длинных линий

Для измерения извилистой линии шаг циркуля берется меньше (например, 0,5 см или 1 см), сообразно длине звеньев линии.

Измерение ломаной линии с различной длиной звеньев более рационально

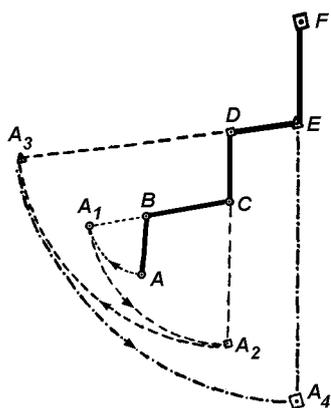


Рис. 29. Измерение ломаных линий

вести способом, представленным на рис. 29. Пусть требуется измерить по карте расстояние по линии $ABCDEF$. Установив раствор циркуля по первому звену линии, т.е. по AB , переставляем заднюю ножку в точку A_1 (на продолжении следующего по ходу измерения звена BC). Оставляя ее теперь на месте, т.е. в точке A_1 , увеличиваем раствор циркуля перемещением передней его ножки в точку C . Затем, не изменяя положения передней ножки, заднюю из точки A_1 переставляем в точку A_2 (на продолжении третьего звена DC). После этого переднюю ножку перемещаем дальше в точку D и т.д., пока не пройдем таким образом всю линию. В итоге получим отрезок A_4F рав-

ного длине ломаной линии $ABCDEF$.

ный искомой длине линии на карте. Остается, не изменяя полученного раствора циркуля, перенести его на линейный масштаб или миллиметровую линейку и определить расстояние, как было указано выше.

Для определения расстояний по карте, особенно при измерениях по кривым, извилистым и длинным линиям, очень удобен специальный прибор, называемый *курвиметром* (рис. 30). Внизу прибора

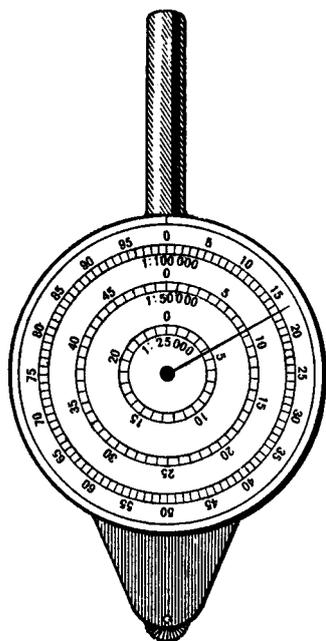


Рис. 30. Курвиметр (шкалы отсчета в километрах)

имеется колесико, соединенное системой передач со стрелкой. При движении колесика вдоль измеряемой по карте линии стрелка передвигается по циферблату и указывает пройденное колесиком расстояние. Деления на шкале циферблата бывают различные: на одних курвиметрах они обозначают путь, проходимый колесиком, в сантиметрах, на других же – непосредственно расстояния на местности, в зависимости от масштаба карты.

Так, на рис. 30 показан курвиметр с тремя шкалами, из которых каждая соответствует определенному масштабу карты (1:25 000, 1:50 000 и 1:100 000). Для измерения расстояния следует предварительно вращением колесика установить стрелку курвиметра на начальное (нулевое) деление, а затем прокатить его вдоль всей измеряемой линии, наблюдая, чтобы показания стрелки при этом возрастали. Если курвиметр дает показания в сантиметрах, то расстояния нужно вычислять по масштабу карты.

На рис. 30 стрелка курвиметра показывает по шкале для масштаба 1:25 000 – 4,2 км, для масштаба 1:50 000 – 8,5 км и для масштаба 1:100 000 – 17 км. Перед употреблением курвиметр следует проверить, измерив им какую-нибудь линию, длина которой известна.

Точность измерения расстояний на карте

Глаз человека не может различать без применения оптических приспособлений очень мелкие деления, а циркуль, как бы ни были тонки острия его иглолок, не дает возможности совершенно точно устанавливать раствор ножек. Вследствие этого точность откладывания и измерения отрезков по масштабу ограничена пределом, который в топографии принимается равным 0,1 мм и называется *предельной графической точностью*. Расстояние на местности, соответствующее 0,1 мм на карте, называется предельной точностью масштаба этой карты. Таким образом, это та максимальная точность, которая теоретически возможна при измерении расстояний по данной карте или плану. В соответствии с этим предельная точность масштаба будет равна:

1:10 000	1 м
1:25 000	2,5 м
1:50 000	5 м
1:100 000	10 м
1:200 000	20 м
1:500 000	50 м
1:1 000 000	100 м

Точность измерения отрезков при помощи циркуля и линейного масштаба несколько ниже, чем при измерении хорошей миллиметровой линейкой. Точность измерения расстояний курвиметром меньше, чем циркулем-измерителем. Считается, что средняя квадратическая ошибка одного измерения десятисантиметрового прямолинейного отрезка с помощью циркуля равна 0,3-0,4 мм, а курвиметром – 1,6 мм.

В действительности ошибка измерения расстояний по карте бывает всегда значительно больше, так как на точность измерений влияют не только применяемые инструменты, но и точность картографического изображения (изменение размеров бумажной основы под воздействием температуры и влажности воздуха, помятость карты), толщина и извилистость измеряемых линий. При тщательном выполнении работы предельная ошибка измерения прямолинейного отрезка практически не превышает 1 мм.

Для повышения точности и исключения грубых ошибок каждое измерение желательно проводить не менее двух раз. При этом из полученных результатов берется среднее значение.

5. ИЗОБРАЖЕНИЕ МЕСТНЫХ ПРЕДМЕТОВ НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ

5.1. Основные требования к топографическим условным знакам

Топографические карты должны быть не только точными, в смысле изображения местности в данном масштабе, но и наглядно представлять ее действительную картину. Если карта не обеспечивает наглядности, т.е. не представляет ясного и выразительного чертежа местности, она неудобна для работы.

Чтобы легко можно было читать карту, т.е. хорошо понимать, что изображает на ней каждая линия или фигура, необходимо, во-первых, чтобы любая из этих линий и фигур, изображающая тот или иной род местных предметов, отличалась по своему виду от других и, во-вторых, чтобы изображение местных предметов, прежде всего бросающихся в глаза на местности, также четко выделялось и на карте.

Топографическая карта дает уменьшенную картину местности, наблюдаемую как бы сверху, с самолета. На ней приходится показывать не только крупные, но и много мелких местных предметов (например колодцы, километровые столбы и т.п.). Изображение таких объектов в масштабе карты получится в виде точки, так как их размеры меньше величины предельной графической точности. Изображения же крупных предметов хотя и получаются в масштабе, но по их виду в большинстве случаев также невозможно определить, что они представляют собой в натуральном виде. Поэтому, чтобы можно было свободно отличать на карте различные объекты, их изображают условными знаками. Условные знаки, применяющиеся на топографических картах, называются **топографическими условными знаками**.

К топографическим условным знакам предъявляются следующие требования. Они должны быть:

1. **Наглядны и выразительны**, т.е. напоминать по своему рисунку или цвету внешний вид (в перспективе, в плане) или характерные особенности изображаемых ими предметов.

2. **Содержательны**, т.е. показывать точно не только расположение и вид различных объектов местности, но и давать по возможности полную количественную и качественную их характеристику. Например, породу и средние размеры деревьев в лесу, тип и грузоподъемность мостов, класс дорог и т. п. При этом важно, чтобы род предмета и его свойства выражались по возможности самим условным знаком, при минимальном количестве дополнительных цифровых характеристик и других подписей, которые лишь затемняют карту.

3. **Стандартны**, т.е. максимально возможно одинаковы для всех топографических карт любого масштаба.

4. **Красивы, просты** для вычерчивания, легки для понимания и **удобны** для запоминания.

Очевидно, что надлежащее качество и умелое применение условных знаков обеспечивают большую выразительность и полноту содержания карты по сравнению с любым другим изображением местности (аэроснимком, рисунком). Условные обозначения, т. е. сами условные знаки и применяющиеся при них отдельные краткие подписи и цифровые характеристики, позволяют обогатить содержание карты такими данными, которые не воспринимаются зрительно на местности (например, скорость течения рек, глубина и проходимость болот, высота точек земной поверхности над уровнем моря и т.п.).

Однако даже на карте самого крупного масштаба невозможно изобразить во всей полноте бесконечное разнообразие местных предметов, их разновидностей и индивидуальных свойств. Если попытаться сделать это, карта окажется чрезмерно перегруженной различными деталями, затрудняющими ее чтение и использование. Поэтому при съемках и составлении карт приходится в той или иной степени, зависящей прежде всего от масштаба и назначения карты, производить отбор (исключение) и обобщение второстепенных деталей местности, чтобы отчетливее показать ее более существенные элементы и характерные

особенности. Чем мельче масштаб, тем в меньшем количестве и с меньшими подробностями местные предметы изображаются на карте.

5.2. Классификация местных предметов и их условных знаков

Топографические условные знаки, изображающие на картах элементы местности, делятся на контурные (масштабные), внемасштабные (точечные), линейные и пояснительные.

Контурные применяются для изображения элементов местности, которые по своим размерам могут быть выражены в масштабе карты, т.е. по ним можно определить длину, ширину и площадь изображенного объекта. Такими знаками изображаются моря, озера, болота, леса, крупные города и т.п.

Каждый такой условный знак состоит из контура, т.е. границы площади данного объекта, и заполняющих его одинаковых по своему рисунку знаков, которые называются заполняющими условными знаками.

Все контуры изображаются на карте точно в масштабе, с сохранением их подобия действительным очертаниям на местности. Вычерчиваются они пунктиром, если не совпадают с другими линиями на местности (канавами, дорогами, заборами), которые изображаются своими условными знаками.

Заполняющие условные знаки, нанесенные внутри контура, не указывают ни местоположения отдельных предметов в пределах контура (например, деревьев в саду), ни их количества.

Внемасштабные применяются для изображения элементов местности, которые не могут быть выражены в масштабе карты (мосты, заводские трубы, аэродромы и т.п.).

При изображении такого объекта в масштабе на карте получилась бы точка. Внемасштабный условный знак включает в себя так называемую главную точку, показывающую точно положение данного объекта на карте, а своим рисунком указывает, что это за объект. Главная точка находится:

– у знаков симметричной формы (кружок, квадрат, прямоугольник, треугольник) – в центре (см. условные знаки завода без трубы, пункта триангуляции и т.п.);

– у знаков, имеющих форму фигуры с широким основанием (памятник, отдельный большой камень, заводская труба, водонапорная башня, отдельное небольшое строение и др.), – в середине основания;

– у знаков, имеющих в основании прямой угол (отдельно стоящее дерево, указатель дорог и т. п.), – в вершине угла;

– у знаков, представляющих собой сочетание нескольких фигур (завод с трубой, постройка башенного типа, часовня и др.), – в центре нижней фигуры.

Этими главными точками необходимо пользоваться при точных измерениях по карте расстояний между объектами и при определении их координат.

Линейными условными знаками изображают реки, каналы, железные и шоссейные дороги, нефтегазопроводы и т.п. Такие знаки позволяют определить лишь протяженность этих местных предметов. Их точное положение на карте определяется продольной осью (серединой) их условного знака.

Пояснительные условные знаки применяются для дополнительной характеристики элементов местности, изображенных на карте. Например, фигурка хвойного или лиственного дерева внутри контура леса показывает преобладающую в нем породу деревьев, стрелка на реке – направление течения и т.п. (прил. 2, 3).

Пояснительные условные знаки применяются всегда в сочетании с условными знаками первых трех видов, дополняя их.

5.3. Виды и свойства топографических условных знаков

При изображении на топографических картах все местные предметы подразделяются на группы, для каждой из которых установлена единая стандартная система условных обозначений: населенные пункты, промышленные, сельскохозяйственные предприятия, сооружения и средства связи, дорожная сеть, растительный и почвенно-грунтовой покров, гидрография, отдельные местные

предметы – ориентиры, административные границы и ограждения. Условные знаки одних и тех же предметов на картах масштабов 1:10 000 – 1:200 000 в основном одинаковы по начертанию и отличаются только своими размерами.

Рассмотрим основные правила применения условных знаков и других обозначений на топографических картах.

1. Построение условных знаков. Для каждой однородной группы местных предметов (например, населенных пунктов, дорог, мостов) установлен, как правило, общий условный знак, определяющий род предмета. Он имеет обычно простое начертание, удобное для нанесения и запоминания (прил. 1), и позволяет сравнительно легко понимать, что изображено, так как по своему облику или цвету до некоторой степени напоминает внешний вид или характер изображенного предмета.

Если данная группа местных предметов имеет несколько типовых разновидностей, то для их показа основной, единый для данной группы предметов условный знак частично видоизменяется или дополняется. Так, например:

а) разновидности некоторых однородных, но различных по своей конструкции сооружений – больших мостов, колодцев и т. п. – изображаются своим общим условным знаком (см. прил. 1), но с добавлением к нему элементов, до некоторой степени напоминающих своим видом конструкцию данного объекта;

б) различные классы автогужевых дорог (см. прил. 1), административных границ и некоторых других линейных объектов показывают на карте линиями различного начертания (прерывистыми, сплошными, двойными и т.п.), усиливая их, по мере повышения класса объекта, путем утолщения и увеличения количества линий или точек между отдельными звеньями линии;

в) преобладание огнеупорных (каменных или бетонных) построек в кварталах населенных пунктов показывается более темной цветной заливкой по сравнению с неогнеупорными (см. прил. 1).

2. Пояснительные подписи на картах. Помимо условных знаков, на картах применяются полные и сокращенные подписи, а также цифровые характеристики некоторых объектов. Полностью подписываются собственные названия населенных пунктов, рек, урочищ, гор и т. п.

Сокращенные подписи, сопровождающие некоторые условные знаки, стандартны, как и сами знаки, для всех топографических карт. Они применяются для дополнительной характеристики изображаемых на карте местных предметов. Подписанные рядом с условными знаками заводов, фабрик, сельхозпредприятий и некоторых других объектов, они указывают отрасль промышленности, род производства или добычи полезных ископаемых. Например: *древ.* – предприятие деревообрабатывающей промышленности, *маш.* – машиностроительной промышленности, *кирп.* – кирпичный завод, *лесхоз* – лесное хозяйство, *вдкч.* – водокачка, *мин* – минеральный источник, *арт. к* – артезианский колодец, *аэроп.* – аэропорт, *шах.* – шахта, *спас. ст.* – спасательная станция. Цифровые обозначения применяются для указания числа домов в сельских населенных пунктах, высот наиболее характерных точек рельефа (вершин гор, холмов, перевалов и пр.), высоту и толщину деревьев, расстояние между ними (см. прил. 2), длину, ширину и грузоподъемность мостов (см. прил. 3) и т. п.

Расцветка карт. Для повышения наглядности карты печатаются в красках, цвет которых также играет роль условных обозначений. Применение красок позволяет как бы расчленить содержание карты на отдельные составные элементы (изображение лесных пространств, водной системы, рельефа, населенных пунктов, дорожной сети) и показать их более отчетливо, не нарушая при этом цельности всей картины местности. Это значительно облегчает чтение карты. Цвета красок, применяющихся при издании топографических карт, стандартны и более или менее соответствуют окраске изображаемых ими объектов: изображения лесных массивов, садов, виноградников, кустарников покрываются *зеленой краской*; изображения морей, рек, озер, колодцев, источников, болот, солончаков, ледников, а также цифры и знаки, обозначающие ширину и глубину рек, водопады, пороги, причалы и пр. – *синей* или *голубой*; изображение рельефа и его элементов (скалы, обрывы, осыпи, промоины и т. д.), а также условные знаки береговых валов, сухих рек, каменистых россыпей, галечника, каменистых поверхностей, песков – *коричневой*; полотно шоссейных дорог и автострад – *оранжевой*, а улучшенных грунтовых дорог – *желтой*.

5.4. Условные знаки, применяемые для изображения местных предметов при составлении графических документов

При составлении схем, плакатов и других простейших чертежей местности особое внимание должно обращать на наглядность, четкость и достоверность чертежа. Немаловажное значение имеет и быстрота выполнения такой работы, поэтому необходимо иметь навыки простейшего топографического черчения.

Черчение выполняется простым остро заточенным карандашом средней твердости, по возможности от руки, стараясь выдерживать все необходимые размеры знаков на глаз. Дополнительно можно использовать набор цветных карандашей, линейку, треугольник, транспортир, полевой циркуль и мягкую резинку – ластик. Вообще же надо стремиться к тому, чтобы при черчении не приходилось ничего стирать.

Чтобы не загрязнять чертеж, каждое построение в карандаше намечается вначале тонкими едва заметными линиями, которые после проверки их правильности обводятся более плотными линиями.

При вычерчивании длинных кривых линий нужно сначала наметить положение такой линии, а затем нанести ее короткими штрихами. Штрихи проводятся сверху вниз (на себя), для чего бумагу каждый раз поворачивают в нужном направлении. Линия должна получаться плавной, одинаковой толщины, без узлов. Местные предметы, выступающие над поверхностью (кварталы населенных пунктов, улучшенные дороги) показываются с утолщенными нижними и правыми сторонами, а берега рек, озер, прудов – с утолщением левых и верхних сторон, как будто бы источник света, их оттеняющий, находится в левом верхнем углу чертежа. Леса и кустарники изображаются овалами, которые своими длинными сторонами располагаются параллельно верхнему обрезу листа (рис. 31).

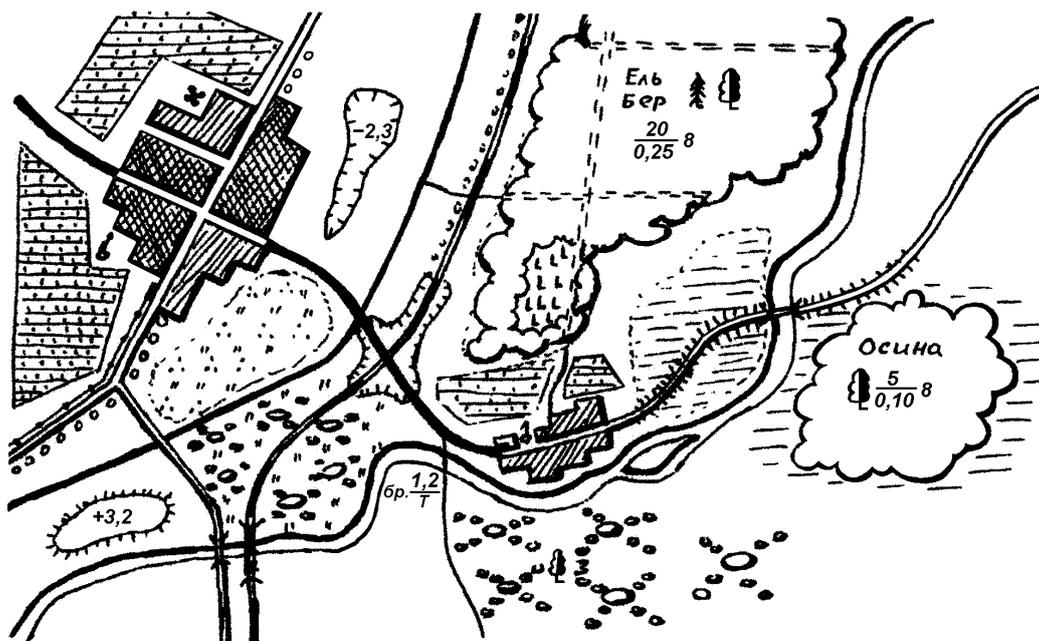


Рис. 31. Пример простейшего чертежа местности

Небольшие, хорошо выделяющиеся возвышенности (холмы, курганы) обозначаются тонким контуром со штрихами во внешнюю сторону. Внутри такого контура может быть указано взаимное превышение вершины над подошвой в метрах со знаком «+».

Углубления и выемки грунта также обозначаются тонким контуром, но со штрихами во внутреннюю сторону и указанием величины углубления в метрах со знаком «-».

По этому же принципу (только без указания величины взаимного превышения) обозначаются насыпи или выемки грунта вдоль полотна железных и шоссейных дорог.

Кварталы населенных пунктов заштриховываются в произвольном направлении, но в общем для всего чертежа. Жилые кварталы, имеющие 60 % и более каменной застройки, заштриховываются двойными штрихами (сеточкой), если же менее 60 % – одинарными штрихами (см. рис. 31).

5.5. Изображение рельефа на топографических картах

Для изображения рельефа местности на картах и планах применяются особые способы – специальные условные знаки. Таких способов, различных по

своей наглядности и измерительным качествам, существует несколько. Чаще всего эти условные знаки применяются в комплексе. Таким образом, современная топографическая карта дает трехмерное представление о земной поверхности, позволяя производить по ней не только измерения в горизонтальной плоскости, но и определять положение различных местных предметов по высоте.

Наиболее точным является способ изображения рельефа *горизонталями* – замкнутыми кривыми линиями, соединяющими на карте точки с одинаковой высотой относительно уровня моря. Принцип получения изображения рельефа местности этим способом показан на рис. 32.

Горизонтали проводятся через определенное целое число метров по высоте.

Разность высот между двумя смежными горизонталями (h) называется *высотой сечения* горизонталей, которая зависит от масштаба карты и рельефа.

Расстояние между соседними горизонталями на карте (d) называется *заложением*.

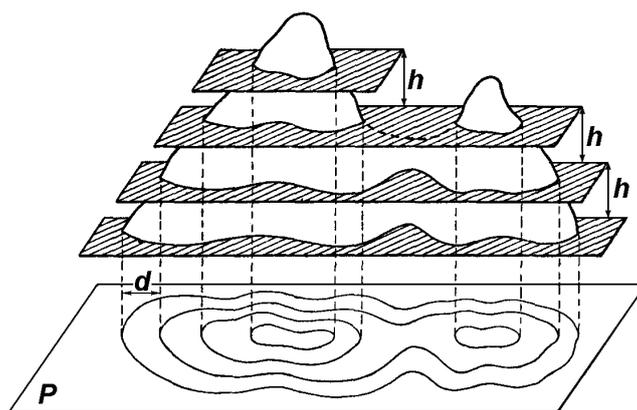


Рис. 32. Изображение рельефа горизонталями

Высота сечения всегда указывается под южной стороной рамки карты – ниже линейного масштаба. Каждая пятая горизонталь имеет дополнительное обозначение на карте в виде числа, соответствующего ее абсолютной высоте. Такие горизонтали изображаются более утолщенной линией. Кроме основных горизонталей на карте могут быть обозначены половинные и вспомогательные (четвертные) горизонтали, имеющие штриховое изображение.

Очертания (изгибы) горизонталей на карте сохраняют полное подобие действительным очертаниям соответствующих им неровностей местности. Следовательно, по форме горизонталей на карте можно судить о формах рельефа местности.

Следующим по точности изображения рельефа является способ *отметки высот*. Наивысшие точки рельефа местности (вершины холмов, гор), а также перевалы подписываются на карте числом, соответствующим абсолютному значению высоты этой точки относительно уровня моря. Однако судить о характере рельефа между двумя соседними отметками высот довольно сложно.

Гипсометрический способ заключается в том, что изображаемый рельеф раскрашивается послойно-тонально от бледно-желтого до темно-коричневого. Чем выше рельеф, тем темнее тон окраски. При помощи шкалы тонов, указываемой под южной стороной листа карты, можно лишь определять общую высоту рельефа изображенной на карте местности.

Способ отмывки применяется для горных районов посредством оттенения неровностей местности. Тени накладываются на юго-восточных склонах, предполагая, что источник освещения находится в северо-западной части листа карты. Это повышает наглядность изображения, давая лишь общее представление о характере рельефа.

5.6. Определение по карте абсолютных высот и взаимного превышения точек местности

Высота точки земной поверхности над уровнем моря называется ее *абсолютной высотой*, а над какой-либо другой поверхностью или точкой – *относительной высотой* или *превышением*.

Абсолютные высоты точек местности определяют на карте по высотным отметкам или по горизонталям. Если точка расположена на горизонтали, то ее абсолютная высота равна отметке этой горизонтали. Если точка расположена между горизонталями, то ее абсолютная высота определяется интерполяцией высот двух смежных горизонталей.

Взаимное превышение точек местности равно разности их абсолютных высот.

5.7. Определение по карте направлений и крутизны скатов

Направлением ската называется направление его наибольшей крутизны.

На карте это направление перпендикулярно к горизонтали, проходящей через

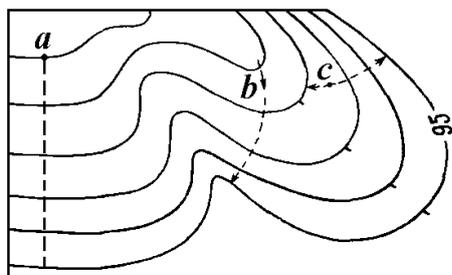


Рис. 33. Определение направления ската по горизонталям

данную точку на скате. Таким образом, чтобы определить по карте направление ската в какой-либо точке a , лежащей на горизонтали (рис. 33), надо в этой точке восстановить в виде короткого штриха перпендикуляр к горизонтали в сторону понижения ската; это и будет указатель ската. Для определения направления ската в любой точке (b или c), находящейся между горизонталями, следует провести через нее линию, пересекающую приблизительно под прямым углом ближайшие в обе стороны от этой точки горизонтали (см. рис. 33). Эта линия и будет указывать направление ската.

Крутизна ската определяется по карте по степени сближения между собой горизонталей на этом скате. Чем меньше заложение между горизонталями на карте, тем скат круче, и, наоборот, чем заложение больше, тем скат положе. Зависимость между заложением (d), крутизной ската (α) и высотой сечения (h) видна из рис. 34.

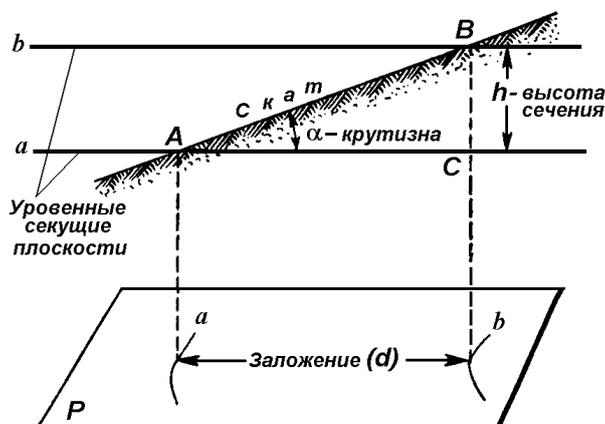


Рис. 34. Элементы ската между двумя смежными горизонталями

Решая прямоугольный треугольник ABC, получаем следующее соотношение

$$\operatorname{tg} \alpha = h/d.$$

На основе этой формулы и построены все практические способы определения крутизны скатов по горизонталям на карте. Сама же эта формула, пригодная для точных вычислений крутизны скатов, применяется очень редко.

Наиболее употребительны следующие способы определения крутизны скатов.

1. **По шкале заложений.** Шкалой заложений называется специальный график, помещаемый на всех топографических картах рядом с линейным масштабом (рис. 35). Вдоль горизонтального основания этой шкалы подписаны цифры, означающие крутизну скатов в градусах. Перпендикулярно к основанию отложены в масштабе карты соответствующие им заложения (т. е. величины промежутков между смежными горизонталями на карте). Верхние концы перпендикуляров соединены плавной кривой, с помощью которой можно находить заложения для всех промежуточных значений крутизны, не подписанных на шкале.

Для определения крутизны надо взять циркулем или с помощью полоски бумаги расстояние по скату между двумя смежными сплошными горизонталями и, приложив этот отрезок к шкале, прочесть внизу число градусов крутизны (на рис. 35 крутизна ската, измеренная вдоль дороги, равна приблизительно $1,5^\circ$).

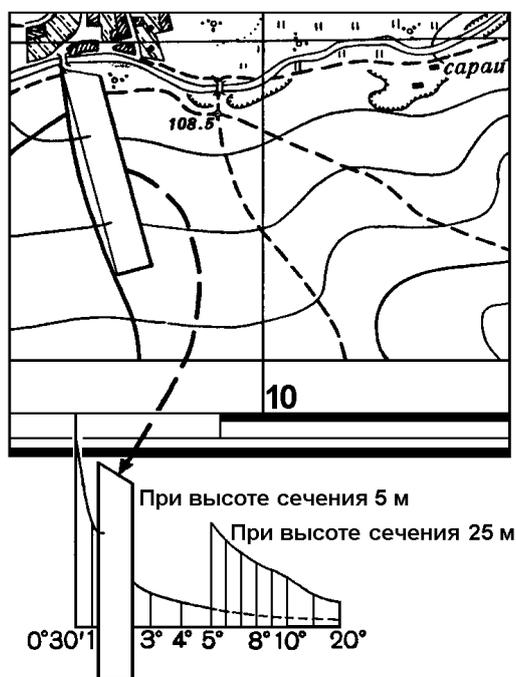


Рис. 35. Определение крутизны ската по шкале заложений

На картах шкала заложений дается обычно для двух высот сечений: одна – для заложений между основными, другая – для заложений между утолщенными горизонталями. Это облегчает определение крутизны ската в тех местах, где горизонтالي расположены тесно и измерить расстояние от одной до другой затруднительно.

2. Вычисление по приближенной формуле. На карте обычно не приходится определять крутизну скатов более 25° . Для небольших же углов, не превышающих указанную величину, можно, исходя из точной формулы, вывести приближенную, более удобную для вычислений:

$$\alpha = 60h/d,$$

где h – взаимное превышение горизонталей, м;

d – величина заложения также, измеренная на карте по масштабу, м.

3. Оценка на глаз. Этот способ сводится к глазомерному сравнению величины заложения между двумя смежными горизонталями с длиной 1 см. Крутизна ската, соответствующая заложению в 1 см, зависит от масштаба карты, а также от высоты сечения и неодинакова на различных картах. Однако при нормальной высоте сечения, принятой для наших карт, крутизна ската, соответствующая заложению в 1 см, получается независимо от масштаба карты одинаковой – равной $1,2^\circ$ (округленно 1°).

Таким образом, для большинства карт, если у них высота сечения не отличается от нормальной, применимо общее правило: крутизна ската во столько раз больше (меньше) 1° , во сколько раз его заложение между двумя смежными горизонталями меньше (больше) 1 см.

6. СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И КООРДИНАТНАЯ СЕТКА НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ

6.1. Географические координаты

Координатами называются угловые или линейные величины, определяющие положение точки на какой-либо поверхности или в пространстве.

В топографии применяются такие системы координат, которые позволяют наиболее просто определять положение точек земной поверхности как путем непосредственного измерения на местности, так и при работе на картах. К числу таких систем относятся *географические, плоские прямоугольные, полярные и биполярные координаты*.

Географическими координатами называются угловые величины (широта и долгота), определяющие положение точек на земном шаре.

Географической широтой называется угол между отвесной линией в данной точке земной поверхности и плоскостью экватора. Широту принято обозначать греческой буквой φ . Очевидно, что для любой точки М на поверхности шара (рис. 36) угол МСN будет широтой этой точки. Широты отсчитываются вдоль дуги меридиана в обе стороны от экватора, в пределах от 0° до 90° . К северу от экватора широты считаются *северными*, а к югу от экватора – *южными*.

Все точки, лежащие на одной географической параллели, имеют одинаковую широту, поэтому одна широта еще не определяет положения точки на земной поверхности. Необходимо знать вторую координату – долготу.

Географической долготой называется двухгранный угол между плоскостью меридиана, условно принятого за начальный и плоскостью меридиана данной точки. Географическую долготу обычно обозначают греческой буквой λ . Угол ОСN (см. рис. 36) будет долготой точки М. За начальный принят Гринвичский меридиан, проходящий через Гринвичскую обсерваторию вблизи Лондона. Долготы отсчитываются вдоль дуги экватора или параллели в обе стороны от начального меридиана, в пределах от 0° до 180° . Долготы к востоку от начального меридиана до 180° называются *восточными*, а к западу – *западными*. Все точки, лежащие на одном меридиане, имеют одинаковую долготу.

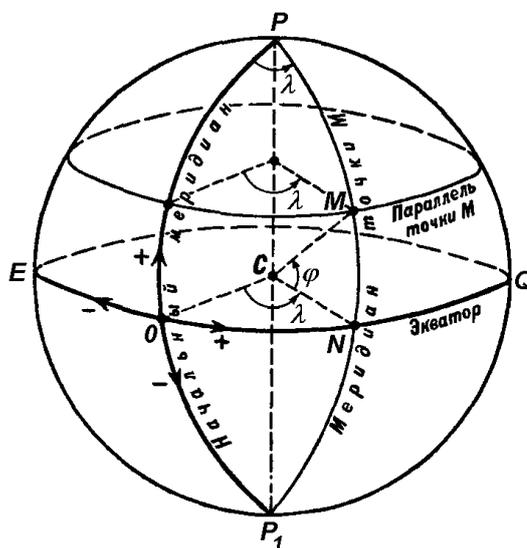


Рис. 36. Географические координаты

Определение географических координат по карте. Каждый лист топографической карты имеет рамку в виде трапеции, верхняя и нижняя стороны

которой являются параллелями, а боковые – меридианами. Долготы этих меридианов и широты параллелей подписаны в углах карты (рис. 37).

Для определения по карте географических координат точек, на ней нанесена вторая рамка. Она состоит из двух параллельных, проведенных близко одна от другой, линий, разбитых на минуты широты (по боковым сторонам) и долготы (по верхней и нижней сторонам рамки). Чтобы определить по карте географические координаты какой-нибудь точки, надо через нее провести меридиан, т.е. прямую, соединяющую одноименные деления (или их доли) на северной и южной сторонах минутной рамки.

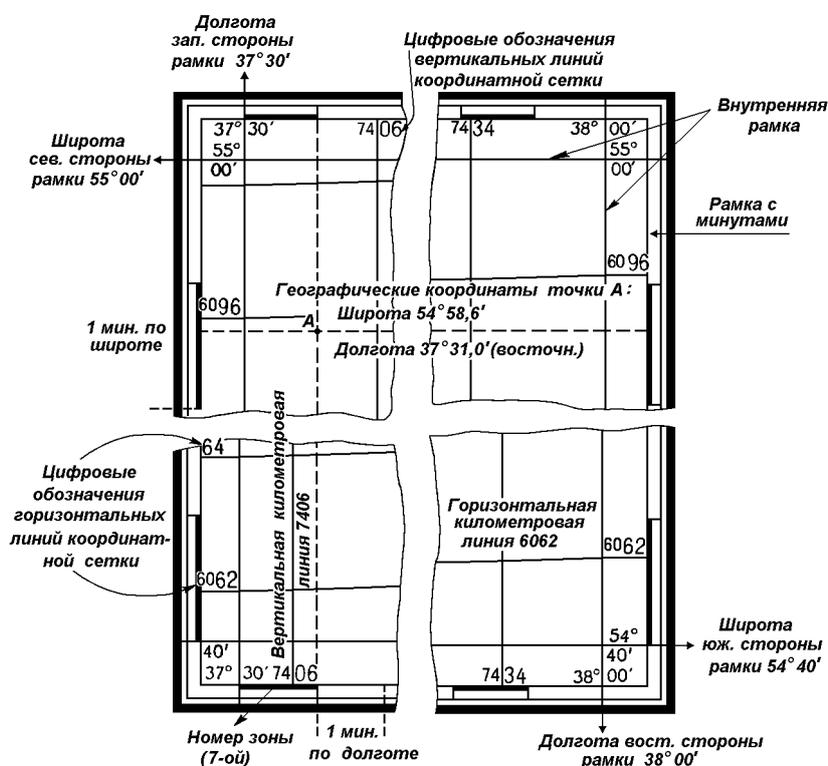


Рис. 37. Оформление рамки листа топографической карты масштаба 1:100 000

С помощью этих делений, отсчитываемых от угла рамки до проведенного меридиана, определяется долгота точек. Аналогично, пользуясь восточной и западной сторонами рамки, проводят параллель и по делениям рамки определяют широту точки.

На рис. 37 широта точки А будет 54°58,6' (северная), а долгота 37°31,0' (восточная).

К несомненным достоинствам географических координат относится то, что они могут быть определены с высокой степенью точности с помощью специ-

альных измерительных инструментов и устройств. Таким способом можно определять и наносить на карту положение любой точки независимо от того, находится ли она на земле, в море или в воздухе.

Недостатком системы географических координат является относительная сложность и громоздкость связанных с ней вычислений, так как при этом приходится иметь дело не с линейными, а с угловыми единицами измерений.

6.2. Плоские прямоугольные координаты

Плоскими прямоугольными координатами называются линейные величины (абсцисса и ордината), определяющие относительное положение точки на плоскости.

Две взаимно перпендикулярные прямые X и Y , относительно которых можно определить положение любой точки (рис. 38), образуют оси координат. Вертикальная ось X называется осью абсцисс, а горизонтальная ось Y – осью ординат. Точка пересечения этих осей (точка O) является началом координат.

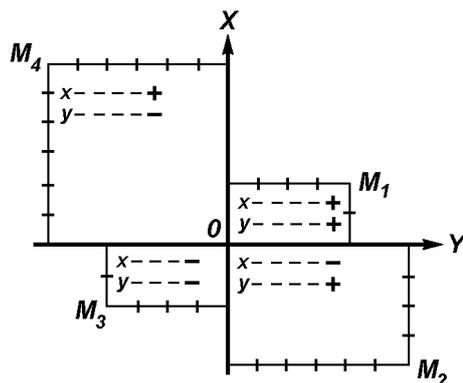


Рис. 38. Прямоугольные координаты

За положительное направление осей координат в топографии принимается для оси абсцисс направление на север, а для оси ординат – на восток. Такое направление осей более удобно для практических целей, так как совпадает с направлениями счета широт и долгот.

Положение любой точки M на плоскости относительно начала координат O (см. рис. 38) определяется кратчайшими расстояниями до нее от координатных осей, измеренными в каких-либо мерах длины, например в метрах.

Для всех точек, лежащих на оси X , ордината $y = 0$, а для точек, расположенных на оси Y , абсцисса $x = 0$.

Определение координат значительно упростится, если разбить на плоскости (на карте) прямыми, параллельными осям координат, сетку квадратов с разме-

рами сторон, допустим, в 2, в 4 или в 5 см. Такая сетка называется **прямоугольной координатной сеткой**.

Рассмотрим основы построения прямоугольной координатной сетки на топографических картах. В поперечно-цилиндрической проекции (а именно в этой проекции составляются крупномасштабные карты) поверхность земного шара разбивается на шестиградусные меридианные зоны (см. рис. 24).

В любой из этих зон каждый осевой меридиан и экватор изображаются на карте взаимно перпендикулярными линиями.

Приняв осевой меридиан в каждой зоне за ось X (абсцисс), экватор – за ось

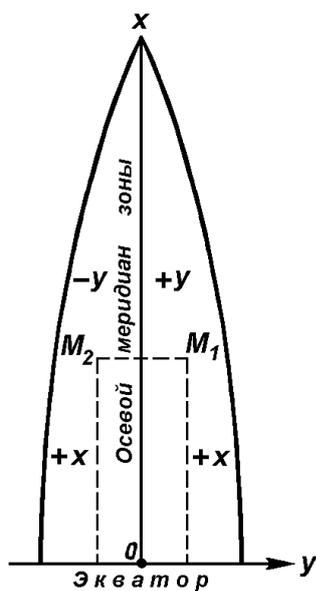


Рис. 39. Система плоских прямоугольных координат в северной половине зоны

Y (ординат), а их пересечение – за начало координат, получим систему плоских прямоугольных координат для данной зоны. Таким образом, каждая зона будет иметь свои собственные оси и начало координат, иными словами, свою отдельную систему координат (рис. 39). Вместе с тем, оси и начало координат в каждой зоне будут иметь вполне определенное географическое положение, а следовательно, и взаимную связь как с системой географических координат, так и с системами прямоугольных координат всех остальных зон. Это единство и взаимная связь отдельных координатных зон, объединенных общей для всей поверхности земного

шара системой, достигается тем, что ось X в каждой зоне совмещается с одним из меридианов (осевым меридианом зоны), а ось Y – с экватором.

Если теперь на каждую зону отдельно нанести координатную сетку со сторонами квадратов в 1 или 2 км в масштабе карты и оцифровать ее соответствующим образом, то такая сетка будет по существу графическим выражением плоской прямоугольной системы координат, все линии которой будут связаны определенным образом с географической сеткой меридианов и параллелей.

Благодаря наличию на карте координатной сетки прямоугольные координаты любой точки просто и удобно могут быть измерены от ближайших к ней ко-

ординатных линий X и Y, оцифровка (нумерация) которых указывает их удаление в километрах от осей координат.

Как видно из рис. 39, абсциссы X всех точек, находящихся в северной половине зоны, имеют положительное значение. Ординаты же Y будут иметь разные знаки: к востоку от осевого меридиана знак плюс (+), а к западу – знак минус (-). Чтобы не иметь дела с различными знаками, что затрудняло бы работу, значение ординаты Y осевого меридиана условно принимают равной не нулю, а 500 км. Этим самым ось X как бы переносят к западу (влево) от осевого меридиана на 500 км (рис. 40). В результате этого все ординаты Y в пределах всей зоны будут иметь лишь положительные значения, возрастающие с запада на восток; при этом к востоку от осевого меридиана они будут иметь значения, большие 500 км, а к западу – меньшие (см. рис. 40).

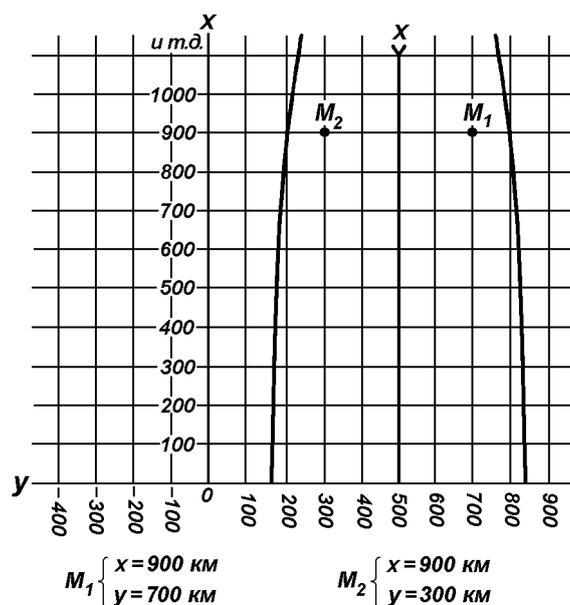


Рис. 40. Ордината Y осевого меридиана каждой зоны равна 500 км

Если изображение зоны с нанесенной на ней сеткой квадратов разделить на отдельные листы карты, то каждый лист будет покрыт координатной сеткой, составляющей часть разграфки, общей для всей зоны.

Так как линии, образующие эту сетку, отстоят одна от другой на целое число километров, отложенных в масштабе карты, они называются километровыми линиями (горизонтальными и вертикальными). По той же причине и вся координатная сетка иногда называется километровой.

Каждая координатная зона имеет свой порядковый номер. Счет координатных зон (от 1 до 60) ведется от Гринвичского меридиана, с запада на восток. Западной границей первой зоны является начальный меридиан, долгота которого 0° (рис. 41).

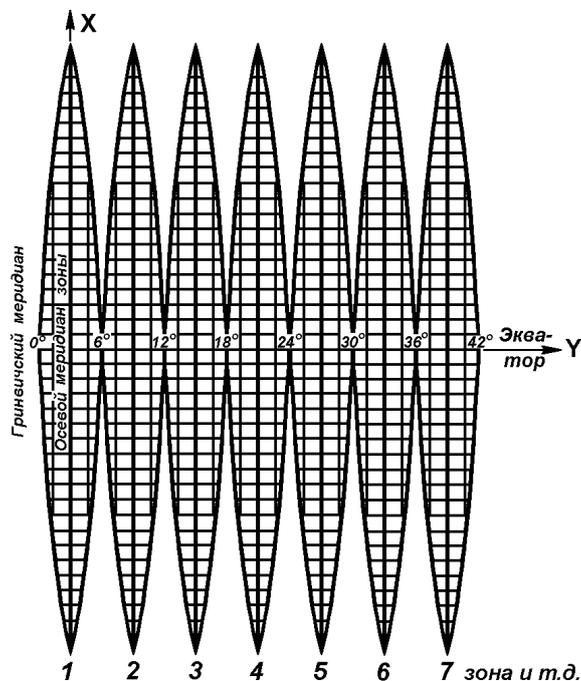


Рис. 41. Изображение координатных зон на плоскости

Определение прямоугольных координат точек по карте. В каждой зоне числовые значения координат x и y повторяются. Чтобы можно было определить, к какой зоне относится точка с указанными координатами, и тем самым найти ее положение на поверхности земного шара, к значению координат Y слева приписывается цифра, обозначающая номер зоны. Если бы точки M_1 и M_2 (см. рис. 40) находились, допустим, в четвертой зоне, то их координаты x и y были бы:

Для точки M_1

$$x_1 = 900 \text{ км}$$

$$y_1 = 4700 \text{ км}$$

Для точки M_2

$$x_2 = 900 \text{ км}$$

$$y_2 = 4300 \text{ км}$$

Все километровые линии подписаны на карте в соответствии с порядком счета координат. Цифры у выходов километровых линий за рамку (см. рис. 37) означают координаты их в километрах.

Координаты линий, ближайших к углам рамки, подписываются полностью, остальные – сокращенно, последними двумя цифрами. Таким образом, подпись 7434 у крайней справа вертикальной километровой линии (см. рис. 37) означает, что эта линия находится в седьмой зоне и проходит в 66 км западнее осевого меридиана зоны (для которого $y = 500$ км). Подпись 6062 у крайней снизу горизонтальной километровой линии означает, что она проходит в 6062 км к северу от экватора.

Чтобы указать приблизительно местоположение какого-нибудь пункта на карте, достаточно назвать квадрат сетки, в котором он расположен. Для этого надо прочесть за рамкой карты оцифровку вертикальной и горизонтальной километровых линий, образующих нижний левый (юго-западный) угол квадрата. При этом необходимо соблюдать следующее правило: прежде читать и называть оцифровку (номер) горизонтальной километровой линии, а затем вертикальной, т. е. сначала называть абсциссу x , потом ординату y . Например, точка M на рис. 42 находится в квадрате 36 77.

Если необходимо указать более точно положение какой-либо точки внутри квадрата, определяют ее координаты, отдельно абсциссу x и ординату y . Для этого записывают ближайшую к определяемой точке M нижнюю километровую линию квадрата (для примера это значение 36 на рис. 42). Измеряют по масштабу в метрах расстояние до точки M от этой километровой линии, т. е. отрезок m , и полученную величину (330 м) приписывают к координате линии. Так получается абсцисса x .

Для получения ординаты y записывают левую (вертикальную) сторону того же квадрата (т.е. 77) и затем приписывают к ней расстояние в метрах ($n = 750$ м), измеренное от нее до определяемой точки.

Таким образом, в данном примере координаты точки M будут: $x = 36\ 330$ м, $y = 77\ 750$ м.

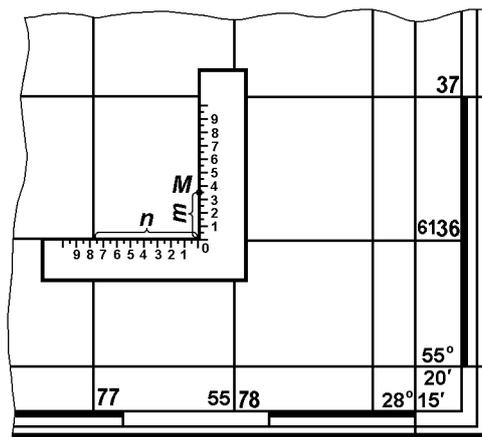


Рис. 42. Определение по карте координат точки

В этом случае при определении координат точки M цифровое обозначение километровых линий было записано не полностью, а лишь последними двумя их цифрами (36 и 77), поэтому такие координаты называют сокращенными координатами точки M .

Если же оцифровку километровых линий записывать полностью, то получим полные координаты. В нашем примере полные координаты точки M запишутся так: $x = 6\ 136\ 330$ м, $y = 5\ 577\ 750$ м.

Нанесение на карту точки по заданным координатам производится в обратной логической последовательности.

Измерение координат точек по карте и нанесение точек на карту по координатам производятся обычными способами, применяемыми при измерении расстояний по масштабу карты, т. е. с помощью циркуля, или же по линейке с миллиметровыми делениями. Для этой же цели могут применяться и специальные координатомеры (координатные мерки). На рис. 42 показан простейший координатомер, который легко изготовить самому из плотной бумаги или пластика.

6.3. Плоские полярные координаты

В этой системе линия ON , соответствующая оси X в плоской прямоугольной системе координат, называется полярной осью, а исходная точка O на ней – полюсом (рис. 43).

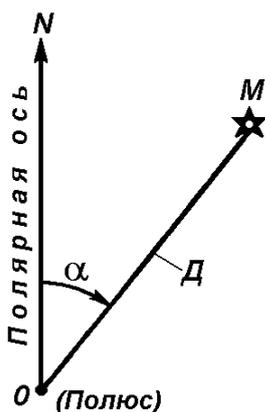


Рис. 43. Полярные координаты

относительно них положение любой точки M на местности или на карте определяется двумя координатами:

а) углом α , который называется углом положения и измеряется по ходу часовой стрелки в пределах от 0 до 360° от направления полярной оси до направления на заданную точку;

б) расстоянием D (дистанция) от точки полюса до заданной точки.

На местности за полярную ось, т. е. за начальное направление отсчета угла положения, может быть принято, в общем случае, любое выбранное направление. Как правило, это бывает направление на хорошо видимый характерный

ориентир от точки стояния, которая, соответственно, и будет в этом случае точкой полюса. Угол положения и расстояние до объекта могут быть определены любыми доступными способами (даже на глаз). Например, определяемый объект находится под углом 45° относительно направления на телевышку на удалении 500 метров.

Точность определения и привязки объекта к ориентирам на местности или карте будет зависеть от точности определения точки своего места стояния.

Если положение опорного ориентира неизвестно или его трудно выбрать (например на закрытой местности), за полярную ось принимают направление магнитного меридиана, определяемого по магнитному компасу.

При работе с картой более удобно за полярную ось принимать вертикальные линии координатной сетки или географические меридианы, образующие восточную и западную сторону рамки карты.

В зависимости от направления, принятого за начало отсчета (полярную ось), различают следующие виды углов положения (рис. 44):

1) **дирекционный угол** (α) – угол между северным направлением вертикальной линии координатной сетки и направлением на заданную точку;

2) **истинный азимут** (A) – угол между северным направлением истинного (географического) меридиана и направлением на заданную точку;

3) **магнитный азимут** (A_m) – угол между северным направлением магнитного меридиана (направлением северного конца магнитной стрелки компаса) и направлением на заданную точку.

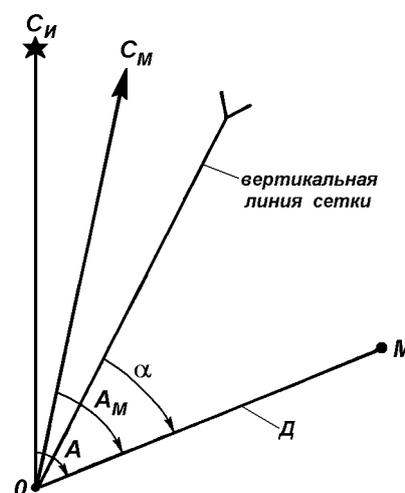


Рис. 44. Виды углов положения

Магнитный азимут точки (ориентира) еще называют *магнитным пеленгом* точки (ориентира).

Сближение меридианов, магнитное склонение, поправка направления

Вертикальные линии координатной сетки не совпадают с направлениями истинных меридианов, а образуют с ними некоторый угол (рис. 45). Происходит это потому, что меридианы, как известно, сходятся у полюса в одной точке, в то

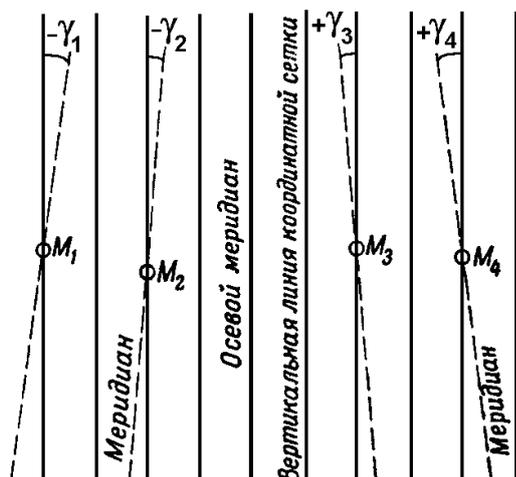


Рис. 45. Сближение меридианов

время как вертикальные линии координатной сетки в пределах каждой зоны, остаются параллельными между собой.

Угол между истинным меридианом данной точки и вертикальной линией координатной сетки называется *сближением меридианов* (γ). Из рис. 45 видно, что вблизи осевого меридиана сближение практически равно нулю. Чем дальше вертикальные линии отстоят от

осевого меридиана своей зоны, тем этот угол становится больше. На краях зоны он достигает 3° .

Если вертикальная линия сетки отклоняется северным концом к востоку от истинного меридиана, то сближение меридианов считается восточным (со знаком +), при отклонении же в противоположную сторону – западным (со знаком –).

Вследствие того, что магнитные полюсы Земли не совпадают с географическими (истинными), в общем случае, не совпадают и проведенные через их точки истинные и магнитные меридианы (рис. 46).

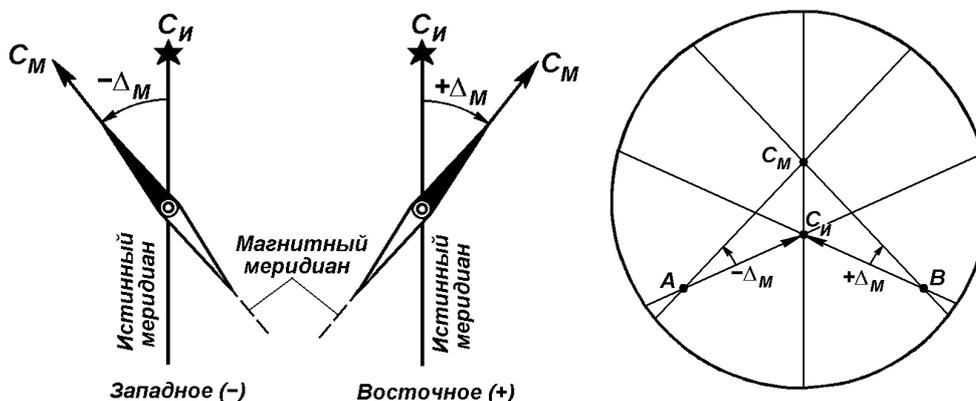


Рис. 46. Примеры взаимного положения истинных и магнитных меридианов

Магнитным меридианом называется линия, вдоль которой устанавливается свободно подвешенная магнитная стрелка под воздействием земного магнетизма.

Угол между северным направлением истинного меридиана и северным направлением магнитного меридиана называется **магнитным склонением** (Δm).

Отсчитывается магнитное склонение от истинного меридиана к магнитному в восточном направлении (вправо) со знаком «+», а в западном (влево) со знаком «-». Пределы измерения – $0 \dots 180^\circ$. Величина и знак магнитного склонения на поверхности Земли изменяются в зависимости от того, где находится точка измерения по отношению к полюсам (истинному и магнитному). Кроме того, вследствие дрейфа магнитных полюсов Земли, величина магнитного склонения в одной и той же точке со временем меняется и имеет вековые, годовые, суточные и эпизодические изменения. Суточные и годовые изменения достигают в среднем $4 \dots 10'$, а вековые – $6 \dots 15^\circ$. По результатам магнитных съемок составляются специальные магнитные карты, на которых методом изолиний наглядно представлено распределение элементов земного магнетизма.

Линии, соединяющие точки с одинаковым магнитным склонением, называются **изогонами**. Карта магнитного склонения составляется с учетом годовых изменений относительно среднего значения определенного отрезка времени в 5-6 лет, называемого эпохой магнитной карты. Это избавляет от необходимости каждый раз учитывать годовые изменения магнитного склонения.

Кроме изогон, на авиационных картах и картах специального назначения указываются **магнитные аномалии** – районы с резкими и значительными изменениями всех элементов земного магнетизма. Наличие магнитных аномалий связано с залежами магнитной руды в недрах этих районов, а магнитное склонение в них может достигать нескольких десятков градусов.

Вертикальные линии координатной сетки образуют некоторый угол и с магнитными меридианами. Угол между северным направлением магнитного меридиана данной точки и вертикальной линией координатной сетки, проходящей через эту же точку, называется **поправкой направления** (Π) или отклонением магнитной стрелки.

Очевидно, что эта поправка является алгебраической суммой величин сближения меридианов и магнитного склонения.

Данные о величине поправки направления, а также о величинах сближения меридианов и магнитного склонения помещаются в виде схемы на полях карты, под нижней стороной ее рамки (рис. 47).

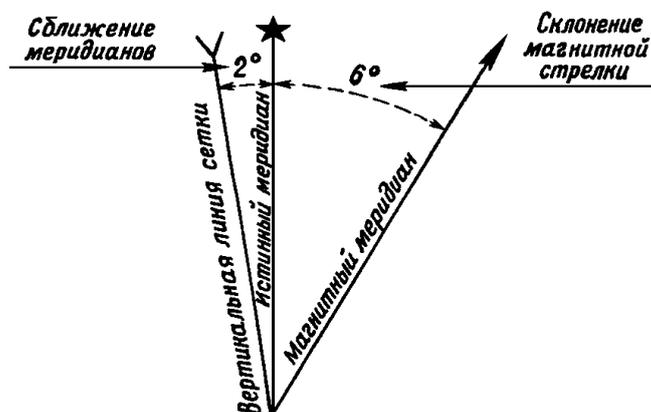


Рис. 47. Схема, помещаемая на полях карты

Эти данные о поправке направления необходимы для того, чтобы можно было быстро переходить от дирекционных углов, измеренных по карте, к соответствующим им на местности магнитным азимутам.

Измерение и построение дирекционных углов на карте

Измерение и построение дирекционных углов на карте производится обычно с помощью транспортира.

Чтобы измерить на карте дирекционный угол какого-нибудь направления, надо наложить на нее транспортир так, чтобы его середина, отмеченная штрихом, совпала с точкой пересечения определяемого направления и вертикальной километровой линии сетки, а край линейки (т.е. деления $0...180^\circ$ на транспортире) совместился с этой линией. Затем отсчитать по шкале транспортира угол по ходу часовой стрелки от северного направления километровой линии до определяемого направления.

Для построения на карте дирекционного угла в данной точке проводят через нее прямую, параллельную вертикальной линии километровой сетки, и от этой прямой строят при данной точке заданный дирекционный угол.

Переход от дирекционного угла к магнитному азимуту и обратно

Чтобы перейти от дирекционного угла к магнитному азимуту, надо ввести в этот угол поправку направления, т. е. поправку на отклонение магнитной стрелки. При этом если на карте указано восточное отклонение магнитной стрелки (со знаком +), то поправка вычитается из дирекционного угла, а если западное (со знаком -), то прибавляется.

Чтобы яснее представлять себе при работе на карте переход от дирекционных углов к магнитным азимутам и обратно, рассмотрим рис. 48, на котором представлены основные случаи взаимного расположения направлений магнитного меридиана и вертикальной линии координатной сетки относительно истинного меридиана. Как видно из рисунка, для всех этих случаев зависимость между различными углами можно представить в виде общей алгебраической формулы

$$\Pi = (\pm\Delta_M) - (\pm\gamma).$$

Таким образом поправка направления Π равна алгебраической сумме магнитного склонения Δ_M и сближения меридианов γ .

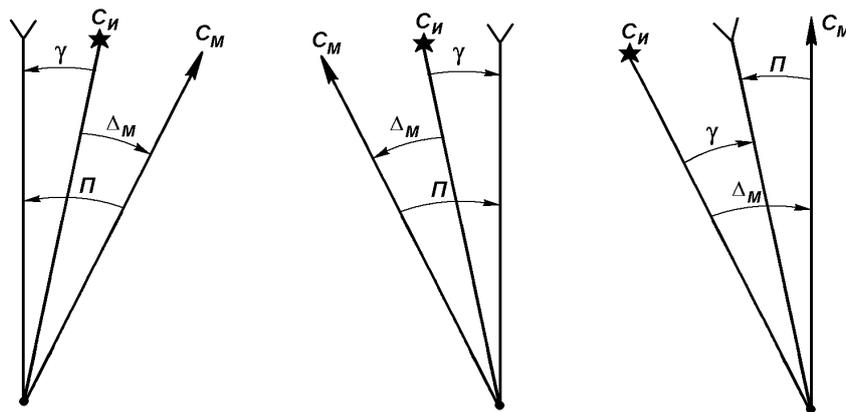


Рис. 48. Варианты взаимного расположения вертикальной линии координатной сетки, магнитного и истинного меридианов

Возвращаясь к рис. 44, можно вывести следующие зависимости между углами положения в системе плоских полярных координат:

$$A_m = \alpha - (\pm\Pi),$$

$$\alpha = A_m + (\pm\Pi).$$

6.4. Биполярные координаты

Эта система является разновидностью полярных координат. Она применяется преимущественно для засечки (определения) ориентиров и других пунктов на местности в тех случаях, когда положение определяемых точек требуется получить на карте (планшете) более точно.

В этой системе координат берется два полюса А и В (рис. 49), положение которых на местности и на карте (планшете) должно быть точно определено заранее, и общая ось АВ, называемая *базисом* или *базой засечки*.

Положение любой точки М относительно двух данных на карте (планшете)

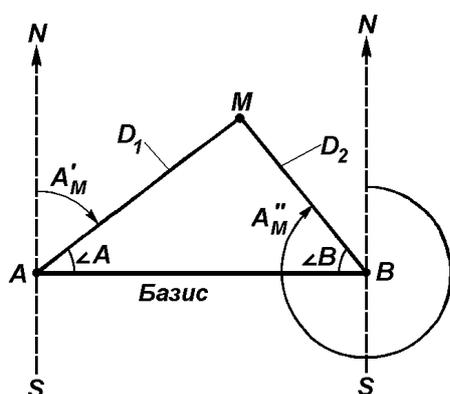


Рис. 49. Биполярные координаты

точек А и В определяется координатами, которые измеряются на местности или строятся графически непосредственно на карте (планшете). Этими координатами могут служить либо два угла положения, определяющие направления с точек А и В на искомую точку М, либо расстояния $D_1 = AM$ и $D_2 = BM$ до нее.

Углы положения при этом, как показано на рис. 49, измеряются в точках А и В или от направлений базиса (т.е. угол А равен углу МАВ и угол В равен углу МВА), или относительно северного направления магнитного меридиана (направления магнитной стрелки). В последнем случае углами положения будут магнитные азимуты A'_M и A''_M . Чтобы нанести по этим данным точку М на карту (планшет), надо магнитные азимуты предварительно перевести в дирекционные углы по формуле

$$\alpha = A_m + (\pm\Pi).$$

Определение положения точек в биполярной системе координат еще называют способом засечек, так как определяемая точка засекается с двух или нескольких достоверно известных точек.

Сравнивая между собой системы координат, можно сделать следующие выводы:

1. Все рассмотренные системы координат связаны между собой и позволяют определять положение точек как непосредственно на местности, так и на карте. По координатам, полученным в одной системе, можно получить посредством вычислений координаты тех же точек в другой системе.

2. Система географических координат является единой для всего земного шара. Она позволяет определять географическое положение любой точки относительно единого для всей земной поверхности начала координат. Этим началом координат служит точка пересечения начального (Гринвичского) меридиана с экватором.

3. Система плоских прямоугольных координат является общей для всего земного шара, но положение точек в ней определяется в каждой шестиградусной меридианной зоне относительно своего начала координат. Этим началом координат в каждой зоне служит точка пересечения осевого меридиана зоны с экватором. Благодаря тому, что географическое положение любой из этих зон и ее координатных осей на земном шаре вполне определено, системы прямоугольных координат отдельных зон связаны как между собой, так и с системой географических координат.

4. Системы плоских полярных и биполярных координат представляют собой как бы местные системы. Они применяются для определения положения одних точек относительно других на сравнительно небольших участках местности.

7. ИЗУЧЕНИЕ МЕСТНОСТИ И РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ПО КАРТЕ

7.1. Общие правила чтения карты и изучения местности по ней

Умение читать топографическую карту заключается в том, чтобы, рассматривая на ней одновременно изображение рельефа и местных предметов, отчетливо

и целю представлять себе пространственную картину каждого участка земной поверхности со всеми расположенными на нем объектами. Это значит, что каждый условный знак, изображающий тот или иной местный предмет, надо рассматривать не изолированно, а во взаимной связи с другими условными знаками и одновременно с чтением горизонталей. Таким образом, будет определен не только вид самого предмета (река, брод, лес, болото), но и его особенности, обусловленные рельефом и характером местности, на которой он расположен.

Изучение местности по карте производится в определенном порядке. Сначала путем беглого обзора всего изучаемого участка устанавливаются общий характер рельефа (равнинный, холмистый, овражно-балочный, горный) и другие важнейшие особенности местности, определяя, в какой мере она открыта или закрыта, ее пересеченность, залесенность и заболоченность, развитие дорожной сети, наличие водных препятствий, населенных пунктов и т. п.

В результате такого общего ознакомления с различными участками изучаемого района выявляют основные особенности каждого из них и наиболее важные в тактическом отношении объекты местности, которые могут оказать существенное влияние на выполнение поставленной задачи. Одновременно определяют, какие данные о местности надо дополнительно уточнить по карте путем измерений, расчетов и более подробного их изучения.

На основе этих предварительных соображений приступают к более подробному и последовательному изучению и оценке тактических свойств местности по отдельным участкам, рубежам и объектам применительно к решаемой задаче.

Так, например, при организации поисково-спасательных работ основным вопросом изучения местности будет установление вида, взаимного расположения и тактических свойств отдельных форм рельефа и местных предметов, определяющих условия обзора. Для этого необходимо выявить в данном районе все высоты, господствующие над окружающей местностью, и изучить их особенности: взаимное положение и видимость, характер скатов, дальность обзора и просматриваемость местности; установить наличие и характер складок рельефа (долин, лощин, оврагов), лесов, населенных пунктов и других местных предметов, образующих поля невидимости.

При решении вопросов, связанных с организацией передвижения к месту происшествия поисково-спасательных групп и техники, основной задачей изучения и оценки местности является определение условий ее проходимости для имеющихся в распоряжении транспортных средств. С этой целью изучают:

- качество и направление дорог, мосты, переправы;
- наличие и характер естественных препятствий (рек, озер, заболоченных участков), пути их преодоления или обхода;
- характер рельефа (крутизна и протяженность скатов, наличие оврагов, балок, обрывов);
- маскирующие свойства местности по маршруту движения и т.п.

В результате подробного изучения каждого участка или объекта местности делают выводы о влиянии местности на выполнение поставленной задачи и намечают мероприятия, вытекающие из этих выводов.

Изучая по карте отдельный объект местности, надо рассматривать не только условный знак, указывающий его вид, особенности начертания контура и размеры занимаемой площади или протяженность (реки, дороги), но также все относящиеся к нему пояснительные условные знаки, подписи и цифровые обозначения, уточняющие его характеристику (породу, густоту и размеры деревьев в лесу, ширину и вид покрытия дороги, скорость течения реки и т. п.).

При чтении карты необходимо не только обращать внимание на условные обозначения, непосредственно отображающие вид и свойства отдельных предметов, но и внимательно изучать косвенные признаки, позволяющие по наличию, качеству и расположению одних предметов судить о качестве других и получать по карте некоторые дополнительные данные о свойствах местности, которые на ней непосредственно не отображены. Рассмотрим это на примерах.

О качестве почвенно-грунтового покрова и связанных с этим условиях проходимости местности можно приближенно судить по характеру древесной растительности. Например, преобладание соснового леса дает основание предполагать наличие в данном районе песчаного или супесчаного грунта, т.е. более благоприятные условия проходимости в дождливое время; еловый лес обычно произрастает на глинистых, суглинистых и болотистых почвах; в лиственном

лесу чаще встречаются глина и чернозем, которые в дождливое время сильно размокают и становятся вязкими; в смешанном лесу – суглинок.

Помогает установить почвенно-грунтовые условия также и характер рельефа: так, например, холмы, овраги и балки с более крутыми скатами указывают на преобладание глинистых, а с пологими скатами – песчаных или супесчаных почв.

О проходимости реки можно судить по характеру ее поймы (степень заболоченности), берегов (наличие обрывов, осыпей, сплошных зарослей кустарника) и переправ. Если на карте в местах пересечения реки грунтовыми дорогами отсутствуют условные знаки мостов, бродов и других переправ, то значит, река в этих местах мелка и проходима вброд. Наличие на карте условных знаков бродов свидетельствует, что река проходима, как правило, лишь в тех местах, где показаны броды. Наконец, если грунтовые дороги пересекают реку только по мостам, то преодоление ее вброд обычно бывает затруднительно или вовсе невозможно.

О проходимости лесов можно судить, рассматривая степень их устроенности. Устроенные леса, характеризующиеся наличием в них просек, более или менее развитой сети дорог, лесничеств, лесозаводов, вырубленных кварталов и т.п., более проходимы. Они обычно содержатся в порядке, очищаются от бурелома, валежника, мелкой поросли и лучше просматриваются, что облегчает организацию системы поиска и наблюдения. В них легче ориентироваться, чем в неустроенных лесах.

Первостепенное значение во всех случаях имеет умение быстро и правильно читать по карте рельеф, в связи с которым, как правило, должны рассматриваться все остальные объекты местности.

Об общем характере рельефа изучаемого района сразу же дает понятие беглое ознакомление с густотой и начертанием горизонталей на карте.

Оценивая по карте общий характер рельефа, следует установить расположение в данном районе более крупных водоемов и заболоченных мест – рек, ручьев (учитывая направление их течения), озер, болот. Это позволит быстрее и лучше уяснить общую схему взаимного расположения основных водоразделов, долин, лощин и командных высот, а также направление общего понижения местности.

Составленное суждение о рельефе следует при этом проверять и уточнять по отметкам высот, горизонталям, урезам воды в водоемах, а также по указателям скатов.

Чтение рельефа, т. е. уяснение по горизонталям не только планового положения, но и пространственных форм неровностей местности, основывается на умении быстро, на глаз определять характерные точки и линии рельефа, относительное превышение точек, форму, крутизну и протяженность скатов.

7.2. Подготовка карты и работа с картой

Оценка карты. Оценить карту – это значит ознакомиться с каждым ее листом и уяснить при этом основные ее характеристики: масштаб, год съемки или исправления, год издания, поправку направления для перехода от дирекционных углов к магнитным азимутам, высоту сечения горизонталей, предельную крутизну ската, выражаемую горизонталями на карте.

Склеивание листов карт. Иногда выбранного листа карты необходимого масштаба бывает недостаточно, чтобы он перекрывал предполагаемый район поисково-спасательных мероприятий. В этом случае подбирают смежные листы карт одного выбранного масштаба и склеивают их в определенном порядке. Необходимые листы карт подбирают по сборной таблице, выписывают номенклатуру этих листов и после их получения приступают к склеиванию.

Листы карты склеивают следующим образом: северные листы накладываются на южные, а западные – на восточные. В соответствии с этим правилом нужно обрезать восточные и южные поля наклеиваемых листов. При такой обрезке поля склеенных листов не будут задирается при прокладке карандашом линий, которые обычно проводятся слева направо и сверху вниз.

Склеивку листов следует вести в таком порядке. Сначала накладывают верхний лист обратной стороной на нижний. Затем смазывают края обоих листов тонким слоем клея, после чего верхний лист переворачивают и аккуратно накладывают на северное поле нижнего листа, точно совмещая при этом меридианы и линейные ориентиры, переходящие с одного листа на другой. Добившись

совпадения меридианов и линейных ориентиров, расположенных на склеиваемых листах, прижимают наклеиваемый лист и несколько раз проводят по месту склейки чистым обрезком бумаги. При склеивании листов карты рекомендуется сначала склеивать листы колонок, а затем колонки склеивать между собой.

После склейки листов карту складывают так, чтобы ею было удобно пользоваться. Для этого намечают нужную полосу карты (обычно соответствующую ширине планшета), а лишние края подгибают. Полученная полоса карты складывается в «гармошку». Переворачивая звенья «гармошки», как страницы книги, можно быстро, не прибегая к полному разворачиванию карты, найти тот район, который нужен для обзора.

Нанесение точек на карту по заданным географическим координатам.

Для этого необходимо сначала приложить линейку к делению широты заданной точки на левой или правой стороне рамки карты и провести карандашом линию, перпендикулярную соответствующей вертикальной линии рамки карты. Затем приложить линейку к отсчету долготы заданной точки на верхней или нижней стороне рамки карты и провести линию, параллельную ближайшему меридиану (левой или правой стороне рамки карты). Пересечение двух проложенных линий укажет заданную точку.

Определение географических координат пункта по карте. Довольно подробно эта технологическая операция изложена в п. 6.1.

7.3. Построение профилей местности

Профилем называется чертеж, изображающий разрез местности вертикальной плоскостью. Направление на карте, вдоль которого строится профиль, называется профильной линией. Строить такие чертежи приходится в ряде случаев, например, для изучения маршрута предстоящего пути, особенно в горной местности, для определения по карте взаимной видимости точек и построения полей невидимости на карте.

Построение профиля делается обычно на миллиметровой или разграфленной бумаге.

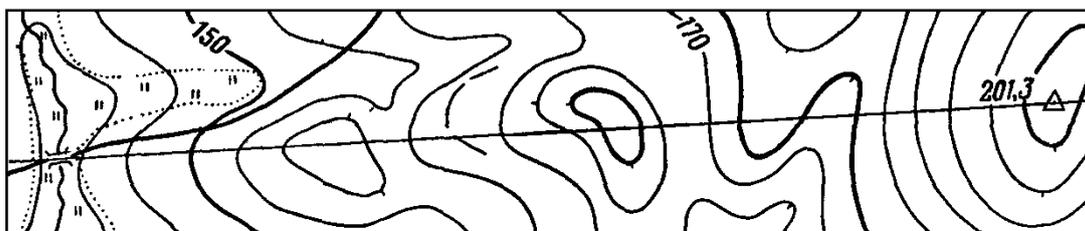


Рис. 50. Профильная линия, прочерченная на карте

Пусть требуется построить профиль по направлению от пункта триангуляции с отметкой высоты 201,3 до моста (рис. 50). Соединив на карте эти точки прямой линией, строят профиль в такой последовательности:

1) прикладывают к профильной линии графленую бумагу и переносят на ее край короткими вертикальными черточками все горизонтали. Одновременно подписывают около каждой черточки абсолютную отметку горизонтали, но без указания числа сотен метров (рис. 51);

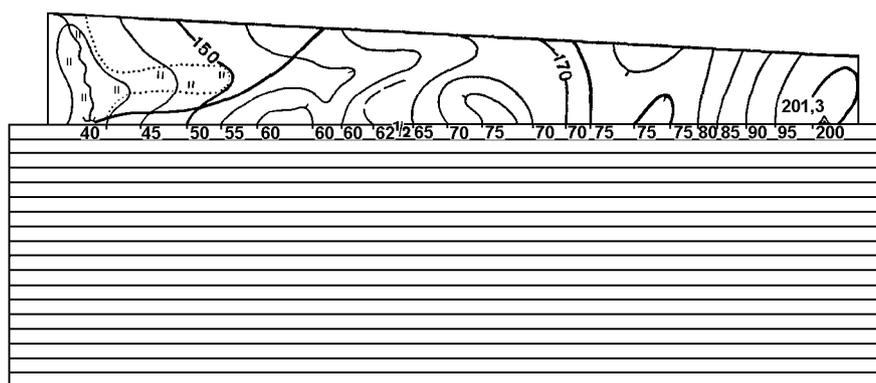


Рис. 51. Перенос горизонталей на графленную бумагу

2) снимают бумагу с карты и подписывают сбоку на разграфленных горизонтальных параллельных линиях соответствующие отметки высот горизонталей. Промежуток между двумя такими соседними линиями условно считается за высоту сечения горизонталей на карте (рис. 52);

в) от всех черточек опускают перпендикуляры до пересечения их с соответствующими по отметкам параллельными линиями (см. рис. 52). Точки пересечения обозначают крестиками;

4) полученные точки пересечения соединяют от руки плавной линией и оттеняют ее слегка штриховкой. При проведении линии надо обращать внимание на то, чтобы смежные точки с одинаковой высотой соединялись слегка закругленной кривой, вырисовывающей данную форму рельефа.

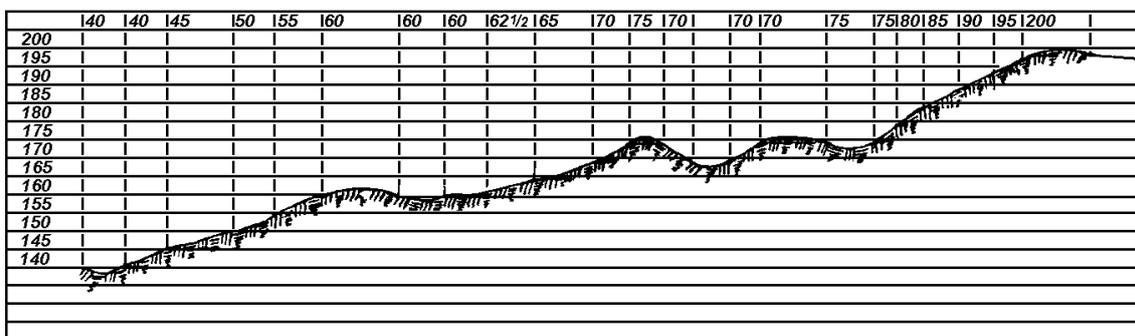


Рис. 52. Построение полного профиля

Построенный таким образом профиль называется *полным*, так как с карты были перенесены все горизонтали; в то же время этот профиль *условный*, так как расстояния между параллельными линиями на бумаге не соответствуют высоте сечения в масштабе карты. В нашем примере горизонтали на карте проведены через 5 м, а ее масштаб 250 м в 1 см. Чтобы выразить в масштабе карты и вертикальные размеры профиля, надо было бы параллельные линии провести на расстоянии 0,02 см одна от другой, что практически сделать невозможно.

Как правило, при построении профиля вертикальный масштаб всегда увеличивается в 10 раз и более, что создает искажения в изображении крутизны скатов. Поэтому такой профиль непосредственно не дает верного представления о крутизне скатов в градусах, а лишь наглядно показывает характер неровностей, относительную крутизну их скатов, а также взаимное превышение и видимость точек по выбранной линии.

Большое число горизонталей и их частое расположение (например, при работе на карте горного района) затрудняют построение полного профиля.

В этих случаях для упрощения работы часто строят *сокращенный* профиль. Для его построения надо перенести на обрез графленой бумаги только те горизонтали, которые обозначают границы подъемов и спусков, а также места резких перегибов скатов, пропуская все промежуточные, и тем самым, сокращая число точек. Дальнейшее построение по существу ничем не отличается от построения полного профиля.

В практике иногда применяется построение профиля по ломаной линии, например, профиль дороги или тропы, по которой предстоит движение.

Порядок построения профиля по ломаной линии в основном остается таким же, как и по прямой. В этих случаях за профильную линию принимается ось

дороги. Приложив графленую бумагу к первому колену дороги, переносят с него черточками все горизонтالي (если строится полный профиль) и обозначают, как в предыдущем примере, их отметки. Вместо отметок можно подписывать порядковые номера горизонталей. Горизонтали с одноименной высотой нумеруют одной и той же цифрой. Дойдя до изгиба дороги, отмечают его на обрезе бумаги крестиком, прикладывают бумагу ко второму колену и продолжают работу дальше тем же порядком.

Когда будут перенесены все горизонтали, переходят к построению профиля на общих основаниях. Под профилем вычерчивают схему пути с ориентирами в местах изменения направления дороги. Изменения направления показываются стрелками. У стрелок можно подписывать магнитные азимуты для использования их при движении по компасу.

7.4. Определение и нанесение на карту полей невидимости

Полями невидимости называются закрытые участки местности, не просматриваемые с предполагаемой точки наблюдения. Они образуются, главным образом, неровностями местности (обратные скаты, лощины, овраги), а также местными предметами, возвышающимися над земной поверхностью (леса, кустарники, населенные пункты).

Определять и наносить на карту поля невидимости может понадобиться при изучении условий обзора предполагаемого места происшествия с заранее выбранной по карте точки, возвышающейся над окружающей местностью.

Поля невидимости по карте можно определять, применяя способ построения профилей местности. Это делается следующим образом.

1. Из точки предполагаемого наблюдения на карте проводят ряд профильных линий и нумеруют их, начиная с правой границы сектора. Количество профильных линий зависит от характера местности (для примера на рис. 53 их проведено пять).

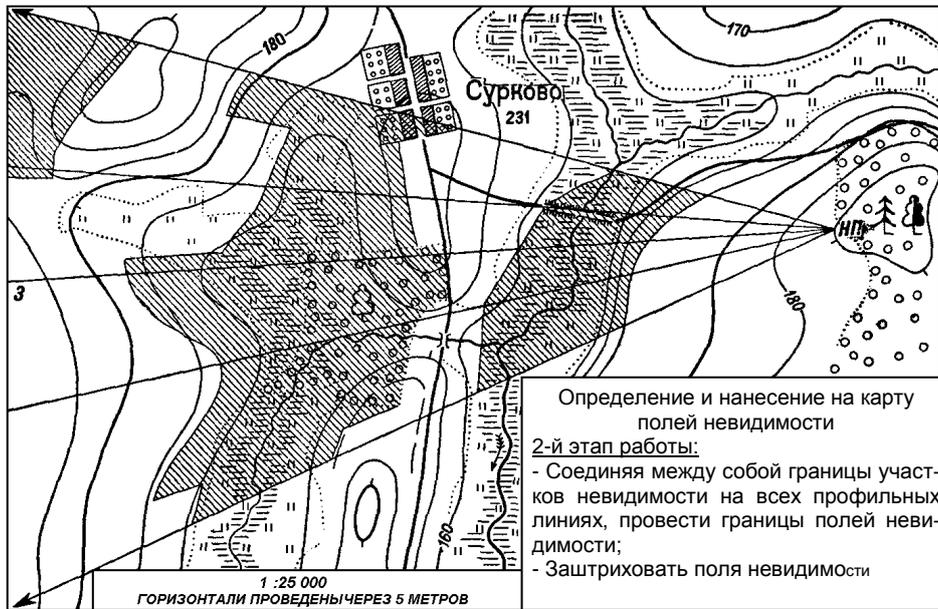


Рис. 53. Нанесение полей невидимости на карту

2. По всем проведенным линиям строят профили и на каждом из них из точки наблюдения проводят направления лучей зрения через все препятствия (рис. 54). Построение профилей лучше выполнять не на отдельных кусочках бумаги, а на одном листе. Построив первый профиль, нужно подогнуть бумагу и построить второй и т. д.

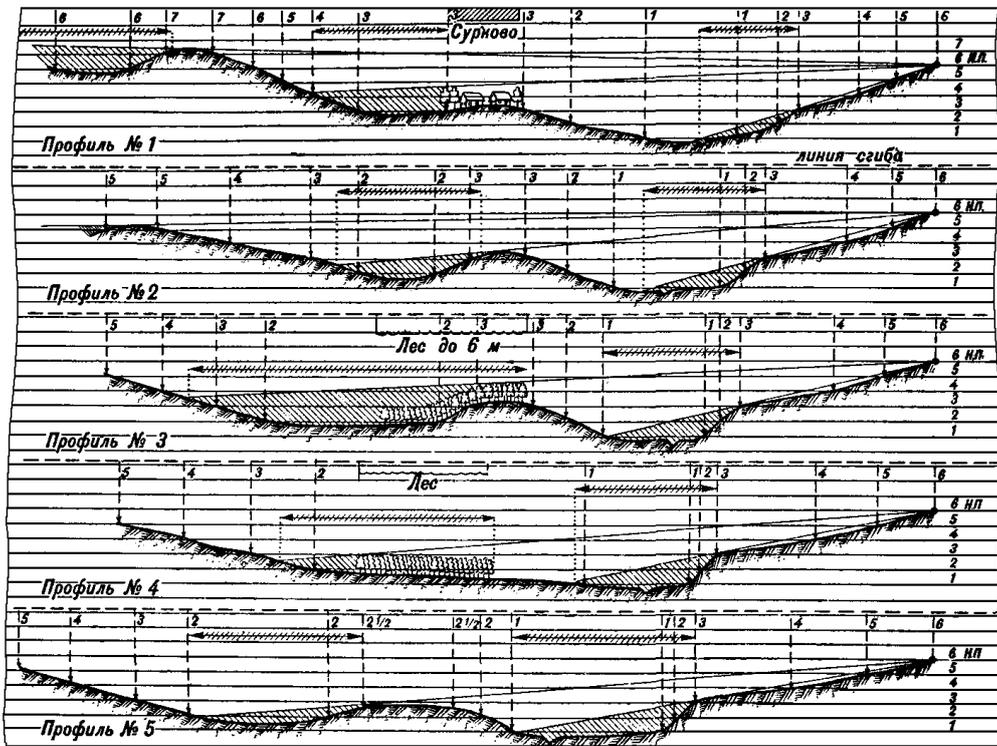


Рис. 54. Построение профилей для определения на карте полей невидимости

3. Полученные на профилях невидимые участки переносят на соответствующие профильные линии на карте и слегка заштриховывают.

4. Проводят на карте границы полей невидимости, соединяя плавными кривыми согласно рельефу местности все полученные на профильных линиях границы отдельных невидимых участков.

5. Заштриховывают поля невидимости (см. рис. 53).

7.5. Определение по карте границ невидимости без графических построений

При этом способе надо по карте, прежде всего, просмотреть и выявить те пункты местности в направлении наблюдения, которые могут мешать обзору. На рис. 55 такими пунктами могут быть выпуклые перегибы скатов (точка А), топографические гребни (точка В) и местные предметы (точка С).

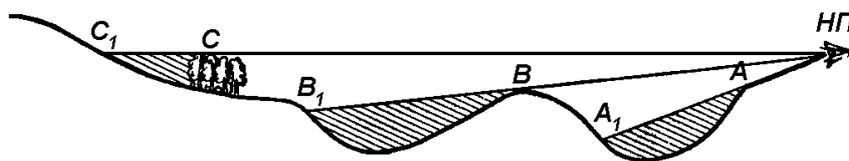


Рис. 55. Объекты местности, закрывающие видимость

Дальнейшая работа по установлению границ невидимости за этими укрытиями (точки А, В и С) сводится к определению по карте положения точек местности по высоте относительно линии визирования (луча зрения), проходящей от наблюдателя через верх данного укрытия. Сущность этого способа заключается в следующем.

Невидимый участок местности начинается от точки, в которой луч зрения, идущий от глаза наблюдателя, касается верха укрытия (на рис. 55 точки А, В и С), и оканчивается в точке, где этот луч встречается с поверхностью земли (точки А₁, В₁ и С₁).

Понижение любой точки луча зрения относительно плоскости горизонта наблюдателя находится в прямо пропорциональной зависимости от удаления этой точки от пункта наблюдения. Например, если в точке А, находящейся от пункта

наблюдения на расстоянии D (рис. 56), луч зрения понизился на 10 м, то на 20 м (в два раза больше) он понизится в точке A_1 , удаленной от наблюдателя на удвоенное расстояние ($2D$). Все точки местности, находящиеся за укрытием и не просматриваемые с наблюдательного пункта, расположены ниже луча зрения (рис. 57).

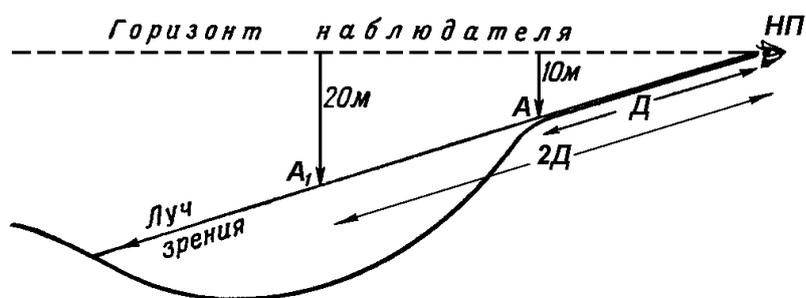


Рис. 56. Луч зрения понижается прямо пропорционально удалению от точки наблюдения

Таким образом, чтобы определить дальнюю границу невидимости в заданном направлении, надо, решая пропорцию, найти на карте ту точку, в которой луч зрения встретится за укрытием с поверхностью земли. В этом случае графического построения профиля местности для решения задачи не требуется, и на рис. 57 он показан лишь для пояснения сущности этого способа.

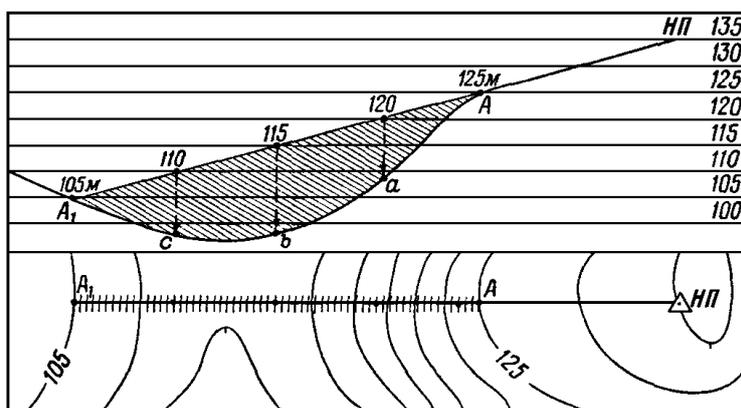


Рис. 57. Точки местности, не просматриваемые с НП, расположены ниже луча зрения

8. ВРЕМЯ. ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕНИ

8.1. Система измерения времени

Еще в древние времена человек стал замечать цикличность повторения дня и ночи, их продолжительности, а также смену времен года.

В основу измерения времени исторически заложено видимое положение Солнца при перемещении его по небесной сфере от восхода до заката. На самом же деле Земля, вращаясь вокруг своей оси с запада на восток, последовательно подставляет Солнцу свою поверхность.

В любой системе измерения необходимо определиться с точкой начала отсчета. Из-за различной продолжительности дневного и ночного времени в течение года, ежедневные моменты восхода и захода Солнца в одном и том же месте на земной поверхности бывают в разное время. А вот положение Солнца в так называемой точке верхней кульминации на небесной сфере ежедневно бывает ровно в полдень для данного меридиана, и этот момент времени может быть довольно легко зафиксирован. Принимать же его за начало отсчета суток было бы непрактично. Это связано с тем, что основная бытовая и производственная активность населения бывает в светлое время, поэтому, начиная рабочий день в одну дату, после полудня пришлось бы переходить в новую дату, что крайне неудобно. Поэтому еще древними астрономами было принято считать началом новых суток на данном меридиане момент нижней кульминации Солнца, т.е. истинный полдень (момент верхней кульминации) плюс 12 часов¹.

Промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями центра Солнца на одном и том же географическом меридиане называется *истинными солнечными сутками*. Однако продолжительность истинных солнечных суток в течение года непостоянна. Это связано

¹ Число 12 и кратные ему более мелкие доли (минуты и секунды времени и угловых величин), деление полной окружности на 360 градусов было связано с тем, что древние астрономы применяли двенадцатеричную систему счета (дюжинами), а не десятичную, которой мы пользуемся в настоящее время.

с неравномерностью видимого движения Солнца по эклиптике², вызванной эллиптичностью земной орбиты, а также наклоном оси вращения Земли к плоскости эклиптики. Для устранения этого неудобства пользуются таким понятием, как средние солнечные сутки.

Средними солнечными сутками называется промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями среднего Солнца, который равен средней продолжительности истинных суток за год. Среднее Солнце – в общем случае фиктивная (условная) точка, поэтому среднее солнечное время не измеряется, а рассчитывается.

Интервал времени полного оборота Земли вокруг своей оси (т.е. сутки) разделили на 24 части (12 частей дневного времени и 12 частей ночного времени) и получили отрезок времени, по продолжительности соответствующий 1 часу.

Календарь – это система счета длительных промежутков времени. Он связан с полным оборотом Земли при движении ее по своей орбите вокруг Солнца. Основной единицей времени современного солнечного календаря является тропический год, в течение которого завершается полная смена времен года.

Тропическим годом называется промежуток времени между двумя последовательными прохождениями центра истинного Солнца через точку весеннего равноденствия, равный 365,242 средних солнечных суток. В связи с этим любой солнечный календарь должен состоять из годов по 365 и 366 средних солнечных суток, т.е. каждый четвертый год должен быть удлинен на одни полные сутки (такой год называется *високосным*).

Современный календарь, называемый григорианским (новый стиль), введен в 1582 году римским папой Григорием XIII. В России 14 февраля 1918 года григорианский календарь заменил применявшийся до этого юлианский календарь (старый стиль). В григорианском календаре более точно учитывается длительность тропического года, который отличается от длительности года в юлианском календаре на 10 мин 48 с. Указанное несоответствие приводит к тому, что в этих календарях накапливается расхождение в 1 сутки каждые 133 года. Кроме того, в григорианском календаре високосными годами из столетних не

² Эклиптика – это большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годичное движение Солнца.

стали считать годы, число сотен в номере которых не делится на 4 без остатка (1700; 1800; 1900; 2100 и т. д.). В результате разницы в учете длительности тропического года и определения годов, относящихся к високосным, к началу XX века расхождение в григорианском и юлианском календарях достигло 13 суток.

8.2. Время местное, поясное, московское, международное скоординированное

Отсчет времени относительно меридиана наблюдателя называется *местным временем* данного меридиана (не следует путать со временем, применяемым в той или иной местности: республике, области и т.п.).

Отсчет времени на каждом меридиане создает неудобства в повседневной жизни, т.к. любое перемещение вдоль параллели вызывает необходимость перевода часов на новое, соответствующее данному меридиану время.

Для устранения этого неудобства в 1884 году в большинстве стран (в России с 1919 года) была введена система отсчета времени по поясам. В этой системе вся земная поверхность делится по меридианам на 24 пояса, в пределах каждого из которых принимается общее время, отличающееся от соседнего пояса ровно на 1 час. Угловая ширина каждого часового пояса составляет 15° . В каждом из них отсчет времени ведется по местному времени среднего меридиана этого часового пояса.

Таким образом, *поясным временем* называется среднее местное время центрального меридиана данного часового пояса.

Часовые пояса пронумерованы с запада на восток, начиная от Гринвичского меридиана, являющегося средним меридианом нулевого часового пояса. Необходимо отметить, что границами часовых поясов являются соответствующие меридианы в основном на обширных пространствах внешних морей и океанов. На суше границы часовых поясов проходят по границам государств, республик, областей и других административно-территориальных единиц. Это делается с той целью, чтобы в пределах каждого из сравнительно небольших административных образований сохранялось единое время.

Московское время – это время второго часового пояса плюс 1 декретный час. Декретный час был введен на всей территории Советского Союза в 1931 году для более полного использования в повседневной жизни светлого времени суток. Таким образом, в каждом часовом поясе часы показывают время на 1 час больше, чем среднее солнечное время. Кроме этого, с 1981 года по всей территории России на летний период стало вводиться так называемое летнее время, увеличенное по сравнению с декретным еще на 1 час. Поэтому в зимний период московское время отличается от гринвичского на 3 часа, а в летний период на 4 часа.

Всемирное координированное время (UTC – Universal Coordinated Time) – корректируемое атомное время в целях максимального приближения к среднему солнечному времени для Гринвичского меридиана. Эталон атомного времени создан на основе атомных стандартов частоты и имеет практически равномерную шкалу времени. UTC корректируется, как правило, в 00 часов первого числа месяца, когда расхождение приближается к предельно допустимому значению, равному 0,1 с.

Для определения разности по солнечному времени между любыми пунктами на земной поверхности, которые отличаются координатами долготы (т.е. находятся на разных меридианах), используют следующие зависимости углового видимого перемещения Солнца и времени:

$$24 \text{ час} = 360^\circ; 1 \text{ час} = 15^\circ; 1 \text{ мин} = 15'; 1^\circ = 4 \text{ мин}; 1' = 4 \text{ с}.$$

8.3. Линия смены даты

Линия смены даты, или «демаркационная линия» – это условная линия вблизи 180° меридиана, огибающая части материков и острова, отнесенные к различным часовым поясам. На этой линии в полночь местного поясного времени происходит смена даты суток на следующую. Таким образом, даты по одну и другую стороны этой линии разные: к западу от этой линии время считается на сутки вперед. В связи с этим наблюдается довольно интересная ситуация. Так первыми встречают новую дату и Новый год жители Чукотки, а последними на Земле (т.е. через сутки) встречают эти события жители Аляски, которых разделяет сравнительно узкий Берингов пролив Тихого океана.

8.4. Точность хода часов. Синхронизация хода часов

В нашей стране ежечасно по центральному радио передаются сигналы точного времени. Начало 6-го сигнала соответствует 00 мин 00 с каждого часа.

С целью синхронизации по времени взаимодействия различных служб, которые могут принимать участие в поисково-спасательных мероприятиях, необходимо знать точность хода своих личных часов, в том числе и каждому члену поисково-спасательной группы. Для этого должна регулярно проводиться сверка показаний своих личных часов и часов на рабочих местах всех служб, взаимодействующих с аварийно-спасательной службой. Согласно нормативным авиационным документам точность показаний часов на рабочих местах всех служб, обеспечивающих полеты, бортовых часов, а также личных часов летного состава должна быть не хуже ± 15 с.

Сверку часов по радиосигналам точного времени рекомендуется производить 4 раза в сутки: в 00 часов, в 06 часов, в 12 часов и в 18 часов. Корректировку хода часов можно проводить следующим образом: примерно за 1 минуту до сверки необходимо остановить часы, выставив на них значение ожидаемого часа 00 мин 00 с и в момент начала 6-го сигнала снова пустить часы. Можно также, не останавливая хода часов, в момент начала 6-го сигнала определить погрешность их показаний, запомнить эту погрешность или записать ее и учитывать в дальнейшем при отсчете времени.

8.5. Определение условий естественного освещения

Условия естественного освещения связаны с вращением Земли вокруг своей оси, поэтому в течение суток они меняются.

По условиям естественного освещения сутки принято делить на следующие промежутки:

- день, или светлая часть суток, который занимает промежуток времени от восхода до захода Солнца;
- ночь, или темная часть суток, от захода до восхода Солнца;

– сумерки – промежуток времени от момента наступления рассвета до момента восхода Солнца (утренние сумерки) и от момента захода Солнца до наступления темноты (вечерние сумерки).

В сумерки поверхность Земли освещается отраженным светом Солнца, находящегося под горизонтом.

Гражданские сумерки – это промежуток времени между заходом верхнего края Солнца и понижением центра Солнца под горизонтом на 6° . Опытным путем определено, что при нахождении центра Солнца относительно горизонта ниже 6° глаз человека уже ощущает темноту.

Так как ось вращения Земли наклонена по отношению к плоскости ее орбиты под углом $23^\circ 27'$ и с этим связана смена сезонов в течение года, то в каждую дату меняется продолжительность естественного освещения (дня, ночи, сумерек), в любой точке земной поверхности. Исключением являются даты весеннего (22 марта) и осеннего (22 сентября) равноденствия, когда по продолжительности день и ночь равны. А вот продолжительность сумерек зависит не только от сезона года, но и от географической широты точки. Причем, чем ближе к экватору расположена точка, тем короче в этой точке сумерки.

На успешное проведение поисково-спасательных мероприятий существенное влияние оказывают условия естественного освещения, а именно, начало и продолжительность дневного и ночного времени суток.

Для определения условий естественного освещения в любой точке земной поверхности на любую дату года (т.е. моментов восхода и захода Солнца, а также продолжительности сумерек) издан специальный «Календарный справочник времени восхода и захода Солнца, наступления рассвета и темноты».

Этот справочник состоит из трех частей. В первой приводится описание таблиц восхода и захода Солнца и рекомендации по их использованию. Во второй даны таблицы времени солнечных явлений в населенных пунктах. Как правило, это столицы государств и крупные города или аэродромы. Таблицы составлены в алфавитном порядке по названию географических пунктов для календарных дат года (чисел месяцев). В третьей – таблицы времени солнечных явлений в географических точках на гринвичском меридиане (так же, как и во второй для календарных дат года). Указанные здесь точки не связаны с какими-либо конкретными населенными пунктами, а даны через определенный интервал по

широте места. С помощью этих таблиц можно определить время солнечных явлений практически в любой точке Земли. Определив интересующий момент солнечного явления для заданной широты точки на гринвичском меридиане, можно, рассчитав временную поправку по долготе заданной точки, определить соответствующий момент солнечного явления для нее (см. зависимости, приведенные в п. 8.2).

С целью сокращения объема справочника календарные даты в таблицах частей II и III приведены с интервалом в 5 дней. Если интересующая дата находится в интервале между приведенными в справочнике датами, моменты солнечных явлений определяются их интерполяцией относительно ближайших более ранней и более поздней из приведенных дат.

Моменты солнечных явлений в таблицах части II и III справочника указаны по московскому декретному времени.

9. ОРИЕНТИРОВАНИЕ И РАБОТА С КАРТОЙ НА МЕСТНОСТИ

9.1. Сущность ориентирования

Ориентироваться на местности – значит определить свое местоположение относительно сторон горизонта, окружающих местных предметов, рельефа. Ориентирование требует умения правильно выбирать и использовать ориентиры, определять на местности направления (т. е. измерять углы) и расстояния.

Направление любой линии на местности определяется горизонтальным углом, образуемым этой линией с каким-нибудь известным направлением, принимаемым за начальное. Таким направлением может быть: направление на любой объект местности (ориентир), положение которого известно; направление меридиана, которое определяется по компасу, по небесным светилам и т.п.

При проведении поисковых работ с целью обнаружения места происшествия и пострадавших, членам поисково-спасательных групп постоянно приходится пользоваться ориентирами для определения и указания своего местоположения, направления движения, положения различных объектов и направлений на местности.

В качестве ориентиров могут использоваться любые предметы на местности и детали рельефа, хорошо заметные и выделяющиеся среди остальных.

Для использования ночью надо выбрать такие ориентиры, которые будут видны и в темноте (отдельное дерево, строение, фабричная труба и т.п.). Наиболее пригодны для этой цели ориентиры, расположенные на возвышенных местах и проектирующиеся при подходе к ним на фоне неба. Ночью надежнее всего выдерживать направление пути вдоль линейных ориентиров – дорог, рек, опушек леса, оврагов и т. п.

Ориентирование на местности требует большой наблюдательности, а также умения быстро замечать и запоминать малейшие признаки, характеризующие тот или иной участок местности.

9.2. Полевой компас и приемы работы с ним

Полевой магнитный компас – простейший измерительный прибор, предназначенный для быстрого ориентирования по сторонам горизонта (относительно магнитного меридиана) и измерения на местности магнитных азимутов.

Компас Адрианова (рис. 58) имеет следующие конструктивные особенности.

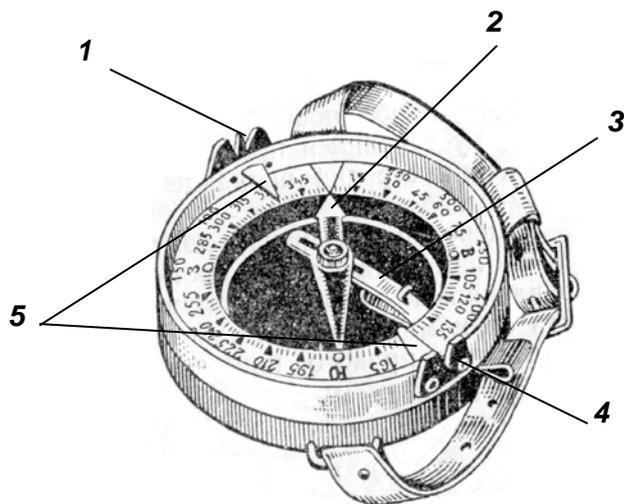


Рис. 58. Внешний вид компаса системы Адрианова:

1 – мушка визира на крышке; 2 – магнитная стрелка; 3 – фиксатор стрелки; 4 – прорезь визира; 5 – указатели (индексы) отсчета

В его корпусе помещено кольцо с делениями (лимб), обозначенными в градусной мере и в тысячных (в десятках тысячных). Цена одного деления лимба соответственно 3° или 50 тысячных (0-50). Счет градусных делений возрастает

по ходу часовой стрелки, а тысячных – в обратном направлении. Оцифровка делений выполнена в градусной мере – через 15° , а в тысячных – через 500 тысячных, с обозначением только десятков тысячных (т. е. 50, 100, 150 и т. д.). Компас имеет остекленную поворотную крышку с прорезью и мушкой, которые являются визирным приспособлением. На внутренней стенке крышки, напротив прорези и мушки, укреплены треугольные указатели (индексы) для отсчета углов визирования по лимбу.

Северный конец магнитной стрелки, указатели для отсчета и деления на лимбе, соответствующие 0° , 90° , 180° и 270° , покрыты светящимся составом, что облегчает работу с компасом ночью.

9.3. Факторы, влияющие на точность показаний магнитных компасов

Для предохранения острия иглы компаса от быстрого изнашивания, стрелка при его переноске и хранении должна быть в зафиксированном (заторможенном) положении – прижата фиксатором к стеклу.

Следует избегать работы с компасом во время грозы, а также вблизи высоковольтных линий электропередач. Необходимо также учитывать влияние на магнитную стрелку стальных и железных предметов, машин и агрегатов, обладающих собственным магнитным полем. Для повышения точности отсчета показаний магнитного компаса при движении на авто-мототехнике, необходимо, сделав кратковременную остановку, отойти в сторону от транспортных средств на удаление не менее 3-4-х метров.

Большие погрешности измерений (до нескольких десятков градусов) дают магнитные компасы и в районе магнитных аномалий.

9.4. Определение магнитных азимутов по компасу

Для определения *магнитного азимута* на какой-нибудь предмет надо стать лицом к наблюдаемому предмету. Сориентировать компас таким образом, чтобы

магнитная стрелка установилась против отметки 0° (Север). После этого, не меняя положения компаса, вращением крышки установить визирное приспособление прорезью на себя, а мушкой – на наблюдаемый предмет. В результате этого указатель отсчета, связанный с мушкой, по шкале лимба покажет определенный угол. Это и будет значение магнитного азимута определяемого направления.

Если при работе с компасом Адрианова значение азимута требуется измерить не в градусной мере, а в тысячных, то компас ориентируют так, чтобы нулевое деление лимба было направлено на наблюдаемый предмет. Тогда против северного конца стрелки по лимбу можно отсчитать искомый азимут в тысячных. Таким способом определяется *прямой азимут*, т. е. направление от своей точки стояния на какой-либо объект на местности. Довольно часто, например, для определения точки своего стояния на местности, приходится пользоваться так называемым *обратным азимутом*. Обратный азимут отличается от прямого на 180° . Для получения значения обратного азимута, надо к прямому прибавить 180° (если прямой азимут меньше 180°) или вычесть эту величину (если он больше 180°).

Определение на местности направления по заданному магнитному азимуту

Для того чтобы найти на местности направление по заданному азимуту, надо выполнить следующее:

а) вращением крышки установить указатель мушки компаса на отсчет по лимбу, соответствующий заданному азимуту;

б) держа компас горизонтально, прорезью визирного приспособления к себе, повернуться так, чтобы северный конец магнитной стрелки установился против нулевого деления на лимбе (на Север). В этом случае направление линии прорезь – мушка и будет заданным магнитным азимутом.

Измерение с помощью компаса горизонтальных углов

Чтобы измерить на местности в данной точке T угол между направлениями на два каких-нибудь объекта L и P , надо определить по компасу магнитные

азимуты этих направлений. Затем, если оба объекта находятся по одну сторону линии Север – Юг ($0 \dots 180^\circ$), из большего значения азимута вычесть меньшее (рис. 59,а). Если же объекты находятся по разные стороны от линии Север – Юг, то к значению азимута объекта, находящегося в правой полусфере (в пределах от 0° до 180°), необходимо добавить дополнение до 360° относительно значения второго азимута (рис. 59,б). В результате этих вычислений мы получим значение взаимного углового положения двух объектов.

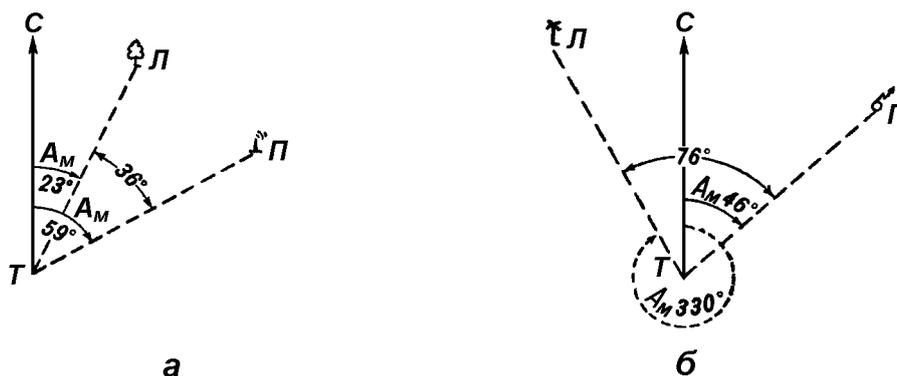


Рис. 59. Определение взаимного горизонтального углового положения объектов: а – угол ЛТП = $59^\circ - 23^\circ = 36^\circ$; б – угол ЛТП = $46^\circ + (360^\circ - 330^\circ) = 76^\circ$

9.5. Движение по азимутам с использованием магнитного компаса

При движении на незнакомой местности вне дорог, в лесу, ночью, в тумане направление движения выдерживают по магнитным азимутам с помощью компаса. Для этого, исходя из задачи и общего направления пути, надо предварительно по карте наметить маршрут движения и определить азимуты каждого участка пути – от одного опорного пункта (ориентира) до другого, а также расстояния, которые требуется пройти по каждому из этих направлений, чтобы выйти к намеченному объекту.

Подготовка по карте данных для движения по азимутам выполняется в следующем порядке.

Сначала на карте прочерчивается намеченный маршрут движения, разбитый на отдельные участки – от одного легко опознаваемого ориентира до другого.

Затем для каждого участка маршрута измеряются по карте и записываются дирекционные углы направления движения, которые с учетом поправки за отклонение магнитной стрелки (т. е. поправки направления) переводятся в магнитные азимуты.

Определив и записав магнитные азимуты, измеряют по карте длину каждого участка маршрута в метрах и, если требуется, переводят метры в пары шагов (при движении пешком) или подсчитывают время, потребное для прохождения каждого участка (при движении, например, на лыжах).

Движение по намеченному маршруту

На исходном пункте маршрута (сарай) по заранее определенному магнитному азимуту (20°) находят на местности направление первого участка пути (рис. 60). Заметив в этом направлении какой-нибудь ориентир (куст, дерево,

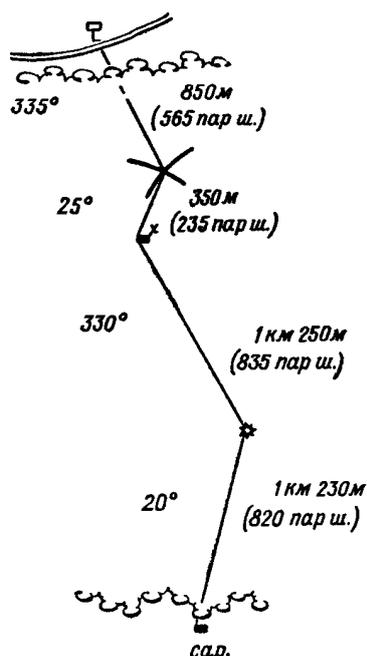


Рис. 60. Схема маршрута для движения по азимутам

камень), движутся к нему, ведя счет шагов.

Перейдя к намеченному промежуточному ориентиру, вновь определяют (по тому же азимуту) направление, намечают на нем следующий промежуточный ориентир и продолжают движение к нему. Так поступают до тех пор, пока не будет пройдено указанное в схеме маршрута расстояние (820 пар шагов) до первого пункта. В условиях тумана, в ночное время, когда промежуточных ориентиров не видно, направление движения выдерживают, непрерывно сверяясь по компасу.

Выйдя на выбранный заранее по карте ориентир (курган), определяют по компасу азимут второго участка маршрута (на дом лесника) и продолжают по нему движение таким же порядком, как и по первому участку.

В результате движения через все, намеченные заранее, опорные поворотные пункты маршрута на последнем участке пути выходят к заданному объекту.

Обход препятствий

Если при движении по азимуту на открытой местности встретится на пути какое-нибудь препятствие, то поступают следующим образом. Замечают ориентир на противоположной стороне препятствия в направлении движения, определяют глазомерно или вычисляют до него расстояние и прибавляют его к уже пройденному пути.

После этого, обойдя препятствие, подходят к выбранному ориентиру и, определив по компасу направление прерванного пути, продолжают движение.

На закрытой местности или в условиях ограниченной видимости (ночь, туман) обход препятствий можно совершать по компасу способом параллелограмма в следующем порядке (рис. 61):

1) подойдя к препятствию (точка 1), определяют по компасу азимут нового направления движения вдоль препятствия вправо или влево и продолжают движение по этому азимуту, измеряя расстояние до края препятствия (точка 2);

2) в точке 2, записав пройденное расстояние от точки 1 до точки 2 и, наметив направление по первоначальному азимуту, двигаются на точку 3 (конец обхода препятствия), также ведя счет шагов;

3) придя в точку 3, двигаются по обратному азимуту направления 1 – 2 до тех пор, пока не будет пройден путь до точки 4, равный расстоянию между точками 1 и 2;

4) в точке 4, определив направление по первоначальному азимуту, продолжают движение по намеченному маршруту, прибавив к пройденному до препятствия расстоянию длину отрезка между точками 2 и 3 (ширину участка обхода препятствия).

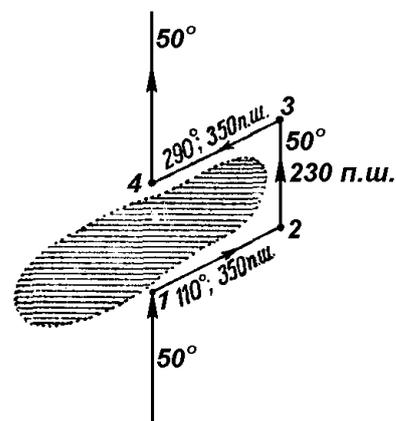


Рис. 61. Схема обхода препятствия

Точность движения по компасу

Даже при самых благоприятных условиях (исправный компас, отсутствие магнитной аномалии, тщательный учет величины магнитного склонения и т.п.)

невозможно совершенно точно установить на местности заданное направление, т.к. неизбежна ошибка отсчета по компасу. Считается, что ошибка определения направления в 1° вызывает боковое отклонение около 20 м на каждый километр пройденного расстояния. Если ошибка определения направления движения по компасу принимается в среднем равной 5° , то боковое отклонение в пути составит около 100 м на каждый километр расстояния. Поэтому, если, пройдя заранее измеренное по карте расстояние, не встретят заданный ориентир или объект, то его следует искать поблизости, в пределах окружности, радиус которой равен примерно $1/10$ пройденного расстояния.

Построение маршрута поиска

Осуществить привязку к исходной точке с целью выдерживания необходи-

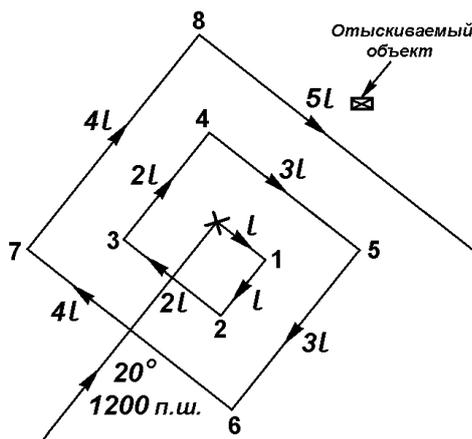


Рис. 62. Построение маршрута поиска (l – дальность видимости)

мого радиуса окружности, для поиска заданного объекта в предполагаемом районе местности, чаще всего не представляется возможным. Это может быть обусловлено наличием препятствий (например в лесу) или состоянием прозрачности атмосферы, ограничивающим дальность видимости.

В этом случае проще всего осуществлять поиск заданного объекта или ориентира методом «расширяющегося квадрата» (рис. 62).

Техника применения этого способа заключается в следующем:

- 1) выйдя в расчетную точку по заданному азимуту и не найдя искомый объект, определяют фактическую дальность видимости;
- 2) из расчетной точки отворачивают под углом 90° относительно азимута последнего участка маршрута влево или вправо. Следуют в этом направлении, отсчитывая расстояние, равное дальности видимости и просматривают местность по обе стороны от линии пути;

3) не обнаружив объект, поворачивают в ту же сторону под углом 90° к предыдущей линии пути и следуют в этом направлении на расстояние дальности видимости, просматривая местность;

4) если объект вновь не обнаружен, опять поворачивают в ту же сторону на угол 90° и уже проходят в этом направлении расстояние, равное двум дальностям видимости, просматривая местность;

5) далее поступают аналогичным образом, постепенно расширяя район поиска, до тех пор, пока объект не будет обнаружен.

Таким образом, маршрут поиска имеет вид прямоугольной спирали, направление движения по сторонам которой довольно легко определяется по компасу, а расстояния могут отмеряться шагами. При этом расстояние между соседними параллельными сторонами квадратов будет равно дальности прямой видимости, чтобы просматривать один и тот же участок местности с двух направлений, что значительно повышает вероятность обнаружения объектов.

9.6. Ориентирование по небесным светилам и различным признакам на местности

По Солнцу и часам

В северном полушарии Солнце бывает строго на юге в полдень для данного меридиана, т.е. в точке своей верхней кульминации. В этом случае направление от наблюдателя на Солнце совпадает с так называемой полуденной линией, находящейся в плоскости истинного меридиана данного места.

Зная долготу места, можно вычислить время истинного полудня в точке наблюдателя, используя следующие зависимости:

$$T_{полд.} = 12 + 1 \pm \Delta\lambda \text{ (для зимнего времени),}$$

$$T_{полд.} = 12 + 2 \pm \Delta\lambda \text{ (для летнего времени),}$$

где $\Delta\lambda$ – разница долгот, выраженная во времени, между долготой места и долготой среднего меридиана того часового пояса, по которому измеряется время в данной местности.

После определения времени истинного полудня на данном меридиане, по фактическому положению Солнца в любой другой момент времени можно определить направление на юг. Зная закономерность видимого перемещения Солнца на 15° за каждый час времени (см. п. 8.2), определяют сначала разницу между фактическим временем наблюдения и временем истинного полудня. Затем, переведя эту временную разницу в угловые величины, откладывают мысленно этот угол от видимого положения Солнца и получают направление на юг.

При этом необходимо соблюдать следующее правило: если Солнце прошло полуденную линию, рассчитанный угол откладывают на восток, а если Солнце еще не дошло до полуденной линии – на запад.

Например, необходимо определить направление на юг в 15.30 московского времени летом в районе города Ульяновска, который расположен на долготе $48^\circ 15'$. Поставленная задача решается следующим образом:

1) определяется время истинного полудня для меридиана Ульяновска летом по московскому времени. Относительно среднего меридиана московского часового пояса, имеющего долготу 30° , определяем разницу долгот и переводим ее из угловых величин в единицы времени:

$$\Delta\lambda = 48^\circ 15' - 30^\circ = 18^\circ 15' = 1 \text{ ч } 13 \text{ мин},$$

т.е. на этот интервал времени истинный полдень в Ульяновске наступит раньше, чем на среднем меридиане московского часового пояса, поэтому, применяя формулу для летнего времени, получаем:

$$T_{\text{полд.}} = 12 + 2 \pm \Delta\lambda = 12 + 2 - 1 \text{ ч } 13 \text{ мин} = 12 \text{ ч } 47 \text{ мин};$$

2) определяется разница по времени между истинным полуднем и фактическим временем:

$$\Delta T = T_{\text{факт}} - T_{\text{полд}} = 15 \text{ ч } 30 \text{ мин} - 12 \text{ ч } 47 \text{ мин} = 2 \text{ ч } 43 \text{ мин};$$

3) переводится полученный интервал времени в единицы угла, на который переместилось солнце относительно полуденной линии:

$$2 \text{ ч } 43 \text{ мин} \approx 40^\circ;$$

4) от видимого положения Солнца мысленно откладываем этот угол на восток (т.к. Солнце уже прошло полуденную линию) и получаем направление на юг из точки наблюдения в заданное время.

Точность определения направления истинного меридиана этим способом зависит от корректности вычислений и натренированности в откладывании углов глазомерно.

По Полярной звезде

В северном полушарии ночью, при ясной погоде можно определить направление истинного меридиана по звездам. Из астрономии известно, что точки пересечения оси вращения Земли с небесной сферой называются полюсами мира. Северный полюс мира находится как раз в районе Полярной звезды. Поэтому если встать лицом к Полярной звезде, то прямо перед нами будет находиться географический север.

Чтобы найти на небесной сфере Полярную звезду, которая находится в созвездии Малой Медведицы, надо сначала отыскать более яркое созвездие Большой Медведицы. Оно выглядит как огромный, хорошо заметный на ясном небе ковш из семи широко расставленных звезд. После этого необходимо мысленно продолжить прямую, проходящую через две крайние звезды ковша Большой Медведицы (рис. 63), на расстояние, равное пятикратному расстоянию между ними. В конце этой прямой довольно легко обнаружится Полярная звезда, как самая яркая из звезд в этом районе неба, по своей яркости соответствующая звездам α и β Большой Медведицы.

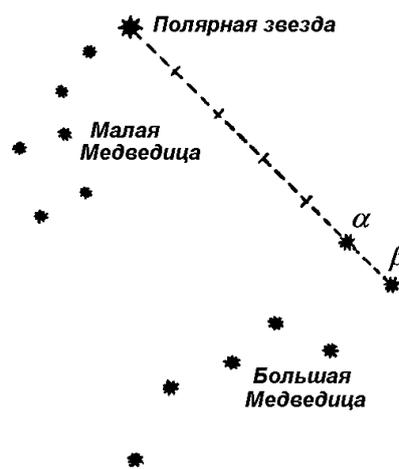


Рис. 63. Схема отыскания Полярной звезды

Точность определения направления истинного меридиана этим способом составляет 1-2°.

По различным признакам на местности

Определение сторон горизонта по различным признакам менее надежно, чем рассмотренные выше способы. Большинство этих признаков связано с положением местного предмета по отношению к Солнцу, так как большее или

меньшее освещение и прогрев солнечными лучами обуславливает некоторые различия в северной и южной сторонах этого предмета. Однако иногда другие факторы, например, направление господствующих ветров, нарушают эту закономерность. Поэтому перечисленными ниже признаками надо пользоваться осторожно, проверяя результаты ориентирования по другим признакам.

Муравейники почти всегда находятся с южной стороны дерева, пня или куста. Южная сторона муравейника более пологая, чем северная.

Трава на северных окраинах лесных полян, а также с южной стороны отдельных деревьев, пней, больших камней обычно бывает гуще.

Кора отдельно стоящих деревьев с северной стороны часто бывает грубее, иногда покрыта мхом; если мох растет по всему стволу, то на северной стороне его больше, особенно у корня. На соснах и елях смола выступает и накапливается больше на южной стороне стволов. Годовые кольца на пнях деревьев располагаются гуще с северной стороны.

Мох покрывает большие камни и скалы с северной стороны.

Снег раньше начинает таять на склонах холмов и оврагов, обращенных к югу. Лунки, возникающие у корней деревьев при таянии снега, бывают более вытянуты в южном направлении.

В больших лесных массивах просеки располагаются по направлениям север-юг и восток-запад, причем нумерация лесных кварталов возрастает с севера на юг и с запада на восток. На перекрестках просек устанавливают квартальные столбы, на затесах которых подписывают номера ближайших кварталов. Ребро между гранями затеса на столбе с наименьшими номерами кварталов указывает северное направление просеки.

Кроме того, стороны горизонта можно определять по следующим признакам.

Алтари православных церквей и кирх находятся в восточной части этих храмов, а колокольни – обычно, в западной. Перекладины крестов на куполах расположены по направлению север – юг, причем приподнятый конец нижней перекладины православного креста указывает на север. Алтари костелов находятся в западной части. Кумирни (языческие молельни) своим фасадом обращены к югу.

9.7. Ориентирование карты по сторонам света

Чтобы ориентироваться на местности по карте, необходимо прежде всего сориентировать карту, т. е. придать ей такое горизонтальное положение, при котором все линии и направления на ней были бы параллельны соответствующим линиям и направлениям на местности, а верхняя (северная) сторона рамки карты обращена на север.

Ориентирование карты можно производить непосредственно по линиям и направлениям на местности или же по компасу.

Ориентирование карты по линиям и направлениям на местности

Находясь на какой-либо линии местности, например на прямолинейном участке дороги, можно ориентировать карту по направлению этой линии. Для этого поворачивают карту так, чтобы направление изображения дороги на ней совпало с направлением дороги на местности. При этом следует проверить, чтобы условные знаки местных предметов и форм рельефа, расположенных по правую и левую сторону от дороги, находились с тех же сторон и на карте.

Таким же образом можно ориентировать карту по направлению, которое обозначено на местности не линией, а каким-нибудь ориентиром, хорошо видимым с точки своего стояния. При этом должно соблюдаться условие, что эта точка надежно опознана на карте, так же, как и сам ориентир. Делается это таким образом. Прикладывают линейку к этим точкам на карте и, визируя вдоль нее, поворачиваются с картой так, чтобы выбранный ориентир оказался на линии визирования. Очевидно, что при визировании линейку на карте нужно держать к себе тем концом, который обращен к точке стояния.

Ориентирование карты по компасу

Осуществляется следующим образом:

1) устанавливают компас на карту так, чтобы его диаметр $0^\circ - 180^\circ$ был параллелен вертикальной линии координатной сетки (или боковой стороне рамки карты), причем отметка 0° должна быть направлена к северной стороне рамки;

2) поворачивают карту с установленным на ней компасом до тех пор, пока северный конец стрелки не подойдет к делению 0° (Север).

При ориентировании карты, чаще всего, компас приходится устанавливать по линии координатной сетки, так как для удобства работы карту, обычно, полностью не разворачивают и ее рамки в этом случае бывают подогнутыми. При этом точность ориентирования карты будет достаточной и соизмеримой с точностью глазомерного определения направлений.

Ориентирование карты по небесным светилам и различным признакам

Сущность этого способа сводится к определению одним из приемов, указанных в п. 9.6, направления на север из точки своего стояния, после чего карту поворачивают северной стороной рамки в этом направлении.

9.8. Определение по карте точки своего местоположения

Точка своего местоположения определяется на карте по ориентирам. Это могут быть местные предметы или характерные формы и детали рельефа, необходимо лишь, чтобы они безошибочно опознавались на карте и на местности.

Проще всего определить точку своего местоположения, когда находишься рядом с ориентиром, тогда его условный знак и будет указывать на карте фактическое местоположение.

Если точка стояния на местности ничем не обозначена, то она определяется на карте по окружающим ориентирам – по расстояниям до них или же засечками направлений или азимутов на характерные ориентиры.

Проще всего метод засечек может быть применен, когда рядом находится линейный ориентир (например, дорога или река) и в поле зрения находится хорошо опознаваемый точечный ориентир.

Этот способ не требует измерения расстояний и заключается в следующем:

1) находясь на дороге или возле какой-либо другой характерной линии местности, сориентировать карту одним из способов, указанных в п. 9.7 и опознать на карте ориентир, видимый с точки стояния;

2) приложить линейку (или карандаш) к изображению этого ориентира на карте и, не сбивая ориентирования карты, поворачивать линейку вокруг условного знака ориентира до тех пор, пока ее направление не совпадет с направлением на видимый ориентир. Точка пересечения этой линии визирования с направлением дороги и будет на карте искомой точкой вашего местоположения.

Более сложный метод засечек – это прокладывание на карте обратных азимутов от характерных и хорошо видимых ориентиров на местности, опознанных на карте. Место пересечения на карте направлений обратных азимутов и будет точкой вашего стояния. Для определения точки своего местоположения на карте этим способом достаточно двух ориентиров, при условии, что обратные азимуты от них будут пересекаться на карте под углом, близким к 90° . Третий ориентир может быть использован для проверки правильности определения точки местоположения.

9.9. Способы сличения карты с местностью

Сличая карту с местностью, можно переходить от местности к карте или от карты к местности. А именно: определив на местности хорошо различимые характерные ориентиры, переходят к отысканию их изображения на карте или, определив по карте возможные для наблюдения характерные ориентиры, приступают к их отысканию на местности.

При этом необходимо соблюдать следующие правила:

1. Карта должна быть сориентирована по сторонам света, т.е. ее верхний (северный) обрез должен быть направлен на север.

2. Ориентиры следует опознавать не по одному, а по нескольким отличительным признакам, чтобы не принять один ориентир вместо другого, похожего на первый.

Основными признаками ориентиров являются их размеры, конфигурация, окраска. К дополнительным признакам относятся: тип, количество и направление линейных ориентиров (дорог, рек, линий электропередач), подходящих к населенному пункту или к определяемому объекту, взаимное расположение других, хорошо наблюдаемых, ориентиров.

Ориентир можно считать достоверно опознанным, если все его признаки совпадают с их изображениями на карте.

Чтобы найти на карте изображение предмета, наблюдаемого на местности, надо:

1) сориентировать карту по сторонам света и определить на ней точку своего местоположения;

2) не сбивая ориентировки карты, стать лицом к определяемому предмету, оценить на глаз расстояние до него и мысленно отложить это расстояние в масштабе карты по направлению от точки стояния на предмет;

3) на отложенном расстоянии найти условный знак, соответствующий наблюдаемому предмету.

Чтобы решить обратную задачу, т.е. опознать на местности предмет, указанный на карте, нужно также вначале сориентировать карту и найти на ней точку своего местоположения. Затем определить по ней расстояние до искомого объекта, направление на него и по этим данным отыскать предмет на местности.

9.10. Движение по карте

При подготовке к движению по карте на незнакомой местности необходимо придерживаться следующих правил.

1. При движении по дорогам. Предварительно надо хорошо изучить по карте маршрут движения, ориентиры вдоль него и по сторонам, определить и запомнить общее направление пути относительно сторон горизонта. Особенно внимательно должны быть изучены участки дороги в местах поворотов, на перекрестках и развилках, а также при выходе из населенных пунктов.

При подготовке к движению в лесу, в пустынной местности, ночью, в сильный туман необходимо определить по карте и записать магнитные азимуты на-

правлений движения, чтобы можно было, если потребуется, ориентироваться в пути по компасу.

В пути, особенно на перекрестках, развилках дорог и при выходе из населенных пунктов, необходимо тщательно проверять правильность направления движения, сличая карту с местностью. Каждый раз по достижении намеченного ориентира необходимо сразу же устанавливать последующий ориентир, расстояние или время движения до него и проверять таким образом правильность направления движения по каждому новому участку пути.

Если встретится развилка дорог, не показанная на карте, и возникнет сомнение, по какой из дорог следует продолжать движение, надо воспользоваться компасом. Для этого определяют по карте магнитный азимут направления дороги, по которой должно совершаться движение, и по этому азимуту с помощью компаса устанавливают направление дальнейшего пути.

При движении по карте в крупном населенном пункте ориентирами обычно служат перекрестки улиц (при движении надо вести им счет, сличая с картой), площади, скверы, выдающиеся здания, церкви, кладбища и другие местные предметы, обозначаемые на крупномасштабных топографических картах.

2. При движении без дорог. При подготовке к движению надо прочертить на карте намеченный маршрут, выбрав его по возможности так, чтобы каждый поворот пути был четко обозначен на карте каким-либо ориентиром. В дальнейшем, двигаясь от одного ориентира к другому, нужно пользоваться картой так же, как и при движении по дорогам.

Для движения без дорог на закрытой местности или ночью ориентиры надо выбирать чаще. Следует измерить по карте расстояния и магнитные азимуты направлений движения по каждому участку пути. В дальнейшем, двигаясь от ориентира к ориентиру, нужно проверять правильность движения, сличая карту с местностью, а в необходимых случаях – по азимутам и пройденным расстояниям между ориентирами.

9.11. Оценка пройденного расстояния по скорости и времени перемещения

Когда нет возможности в процессе движения выдерживать равномерный шаг, как например, на сильно пересеченной местности, или при движении на лыжах, пройденное расстояние определяют по времени и средней скорости перемещения. Для этого используется зависимость

$$S = V_{cp} \cdot t.$$

При этом точность определения пройденного пути будет тем выше, чем точнее будет учтена средняя скорость движения.

Среднюю скорость движения можно определить, засекая время прохождения достоверно известного или замеренного по карте расстояния по формуле

$$V_{cp} = S/t.$$

Для быстрого и довольно точного подсчета в уме пройденного расстояния или скорости движения необходимо оперировать величинами в одних и тех же единицах измерения. Например, если Вы хотите определить среднюю скорость своего движения в км/час, то дистанцию необходимо замерять в километрах, а время для вычислений брать в часах. Однако на практике довольно часто время приходится засекают в пределах менее часа, т.е. в минутах. Тогда рекомендуется засекают интервал времени пройденного расстояния в кратных долях часа. А именно: 3 мин = 1/20 ч; 6 мин = 1/10 ч; 10 мин = 1/6 ч; 12 мин = 1/5 ч; 15 мин = 1/4 ч; 20 мин = 1/3 ч; 30 мин = 1/2 ч; 40 мин = 2/3 ч; 45 мин = 3/4 ч и т.д.

Для определения пройденного расстояния по известной скорости движения необходимо умножить скорость на соответствующую долю часа.

Пример. Движение осуществлялось на лыжах в течение 20 минут со средней скоростью 15 км/ч. Необходимо определить пройденное за это время расстояние.

Решение: $S = V_{cp} \cdot t = 15 \text{ км/ч} \cdot 2/3 \text{ ч} = 10 \text{ км}.$

Для определения средней скорости своего движения необходимо пройденное расстояние, выраженное в километрах, разделить на соответствующую долю часа пройденного времени.

Пример. Пешим порядком пройдено расстояние 1200 метров в течение 15 минут. Необходимо определить среднюю скорость движения.

Решение: $V_{cp} = S / t = 1,2 \text{ км} : 1/4 \text{ ч} = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ км/ч}$.

Среднюю скорость движения можно подсчитать, применяя другой способ. Для этого вначале определяют расстояние, пройденное за одну минуту (т.е. делят пройденное расстояние на количество минут), а затем результат умножают на 60. Решение предыдущего примера этим способом будет выглядеть:

1) $1200 \text{ м} : 15 \text{ мин} = 80 \text{ м/мин} = 0,08 \text{ км/мин}$;

2) $0,08 \text{ км/мин} \cdot 60 = 4,8 \text{ км/ч}$.

10. ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ МЕСТНОСТИ

10.1. Понятие о сущности и видах топографической съемки

Топографической съемкой называется способ получения изображения местности путем ее измерений и обследования непосредственно в полевых условиях или по фотоснимкам.

Сущность топографической съемки заключается в определении положения на местности и нанесении на бумагу условными знаками контуров угодий, местных предметов и рельефа.

При съемке контуров задача заключается в возможно точном изображении каждого из них на плане с полным сохранением подобия действительным их очертаниям на местности. Каждый контур состоит из отрезков прямых или кривых линий, которые наносятся на бумагу по отдельным, наиболее характерным точкам – точкам излома или поворота линии контура. После нанесения этих основных точек, остается соединить их линиями для полного изображения контура. Если контур состоит только из прямых линий (шоссе, граница пашни,

огорода), достаточно определить его угловые точки. Если же предмет имеет криволинейный контур (проселочная дорога, река, опушка леса, озеро и т. п.), то выбор и число взятых точек будут зависеть от опытности съемщика, от его умения выбирать нужные точки, определять способы их нанесения и правильно изображать весь контур.

В зависимости от точности применяемых инструментов и методов съемки местности делятся на инструментальные, полуинструментальные и глазомерные.

Инструментальные съемки производятся специалистами-топографами для получения точных топографических планов и карт.

Полуинструментальные съемки применяются в тех случаях, когда требуется получить достаточно полную картину местности, но в более короткий срок. В этом случае точные инструменты применяются лишь для нанесения основных точек, а вся последующая работа продельвается приближенно, с помощью несложных приборов и на глаз. План, снятый полуинструментально, менее точен, чем топографическая карта того же масштаба, но зато съемка этим способом производится в несколько раз быстрее инструментальной.

Глазомерную съемку применяют, когда требуется быстро получить хотя бы приближенный по точности, но современный, наглядный и достаточно подробный чертеж местности, обычно в более крупном масштабе, чем имеющаяся карта. Глазомерную съемку производят с помощью простейших приборов и принадлежностей, легких и удобных для переноски (компас, карандаш, планшет или блокнот). Главную роль здесь играет хорошо развитый глазомер, поэтому такие съемки не могут отличаться высокой точностью, но позволяют быстро составить на местности простейшие оперативные графические документы.

Приемами глазомерной съемки местности с целью привязки места происшествия к ориентирам и местным предметам должен уверенно владеть каждый член поисково-спасательной группы.

10.2. Подготовка к глазомерной съемке и общий порядок работы

Для откладывания на плане измеряемых расстояний строится предварительно линейный масштаб. Масштаб съемки выбирается таким образом, чтобы весь снимаемый участок местности поместился на выбранном листе бумаги и, по возможности симметрично его краям. Так как расстояния при съемке измеряются не только на глаз (в метрах), но и шагами, то необходимо, помимо метрического масштаба, построить также масштаб шагов.

Масштаб шагов – это обычный линейный масштаб, приспособленный для откладывания на плане линий, измеряемых на местности шагами. Для его построения надо знать величину своего шага и метрический масштаб съемки.

Предположим, требуется построить масштаб шагов для съемки в масштабе 100 м в 1 см. Измерив свой шаг, съемщик установил, что 100 м равняются 60 парам шагов. В этом случае масштаб шагов будет 60 пар шагов в 1 см (рис. 64).



Рис. 64. Пример изображения выбранного линейного масштаба съемки

Съемка ведется обходом (объездом) всего данного участка по маршрутам, образующим замкнутые полигоны (многоугольники). Линии, по которым совершается обход участка при съемке, называются *ходовыми линиями*. Они обычно выбираются по дорогам, при отсутствии которых могут быть использованы в этих целях берег реки или ручья, окраина оврага, опушка леса и т. п.

Вершины углов поворота, в которых наносятся новые направления ходовой линии, называются *станциями*.

Съемщик, двигаясь по ходовой линии от станции к станции и промеряя расстояния шагами или каким-либо иным путем (по спидометру при движении на автомобиле), последовательно наносит на планшет встречающиеся по пути местные предметы и детали рельефа, откладывая измеренные до них расстояния

по масштабу. Местность по сторонам ходовой линии снимается, как правило, на глаз, а выдающиеся объекты и ориентиры – засечками.

Сходить с ходовых линий следует только в исключительных случаях, когда какие-либо препятствия закрывают кругозор и мешают съемке или когда поблизости от ходовой линии находится пункт, с которого лучше просматривается снимаемый участок.

Если с ходовой линии может быть детально просмотрена вся местность внутри данного участка, то он снимается одним обходом. В противном случае участок разбивают дополнительными ходами на части. Обходы в этом случае производятся таким образом, чтобы не приходилось проходить несколько раз по одной и той же дороге или возвращаться назад (рис. 65).

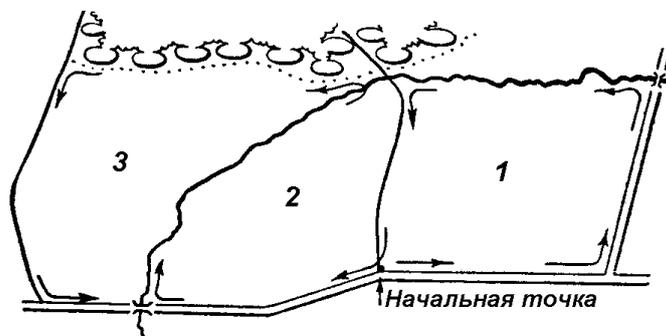


Рис. 65. Пример разбивки участка на части и определение оптимальных ходовых линий

10.3. Производство глазомерной съемки

При производстве глазомерной съемки необходимо придерживаться следующих правил:

1. Во время съемки планшет должен находиться в горизонтальном положении и быть сориентированным по сторонам света.

2. Первая точка хода, с которой начинается съемка, в отличие от всех последующих точек наносится произвольно, но с таким расчетом, чтобы весь снимаемый участок поместился на планшете и расположился по возможности симметрично относительно его краев.

3. Для нанесения на планшет опорных точек местности нужно сначала определить с помощью компаса на них направления, затем прочертить с помощью

визирной линейки на плане линии, на которых эти точки находятся. Это самый существенный момент в съемке, так как от правильности определенных и нанесенных направлений зависит точность всей работы.

4. Положение точек на планшете определяется или путем откладывания на прочерченных направлениях в масштабе плана измеренных до них расстояний (полярный способ), или же засечками (биполярный способ).

5. После нанесения первой точки, измеряют направление на вторую точку хода (станцию), определяют и прочерчивают направления на те видимые точки местности, которые в дальнейшем должны быть получены засечками. После этого, переходя ко второй точке хода, наносят на планшет круговым визированием ближайшие местные предметы и формы рельефа.

6. Все последующие точки хода определяют и наносят на планшет аналогичным образом. При этом дорога или контур местного предмета, вдоль которых может двигаться съемщик, а также все местные предметы и формы рельефа, находящиеся на пути его движения, наносятся с применением метода непосредственного промера.

При нанесении прямого участка дороги съемщик в начальной точке ориентирует планшет по компасу и визирует вдоль дороги на какой-нибудь выделяющийся предмет, находящийся на дороге или рядом с ней. Таким предметом может служить столб, дерево, здание, отдельный куст, камень и т. п. Прочертив по линии визирования направление дороги, съемщик движется по ней, измеряя расстояние. Дойдя до точки изгиба, откладывает пройденный путь в соответствии с принятым масштабом и вычерчивает дорогу условным знаком.

При нанесении извилистого участка дороги съемщик в начальной точке визирует и прочерчивает направление на точку резкого поворота дороги, не учитывая ее более мелкие извилины. Затем, измеряя расстояние, переходит в точку поворота, откладывает в масштабе по линии визирования пройденный путь и вычерчивает дорогу условным знаком, изображая мелкие изгибы на глаз.

При отсутствии дорог путь съемщика может проходить по контурам местных предметов. Двигаясь вдоль контуров этих предметов, съемщик наносит их по тем же правилам, что и дороги.

Местные предметы, находящиеся в стороне от движения, наносятся на планшет одним из следующих способов: *засечками*, *круговым визированием*, *по перпендикулярам* или *по створам*. Съемщик должен уметь в каждом отдельном случае выбрать и применить наиболее выгодный из них.

В процессе съемки нужно обращать самое серьезное внимание на дополнительную характеристику важнейших местных предметов, применяя установленные пояснительные условные знаки и подписи. Данные, которые невозможно изобразить на плане графически, заносятся в объяснительную записку, называемую *легендой* и помещаемую обычно на полях плана.

10.4. Невязка и ее устранение

Ходовые линии снимаемого участка представляют собой замкнутый криволинейный контур. Первая точка хода на планшете получается дважды: в начале ее намечают произвольно и от нее начинают все измерения; второй раз ее определяют в конце последней ходовой линии. Расстояние на планшете между точкой,

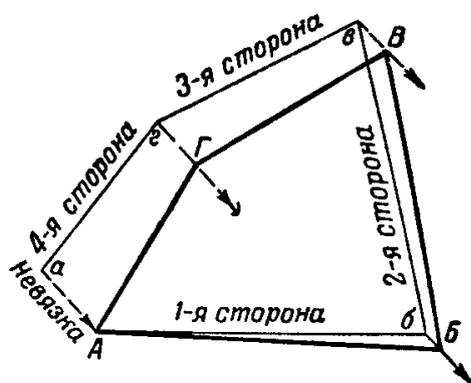


Рис. 66. Схема устранения невязки

назначенной вначале, и точкой, полученной в конце последней ходовой линии, называется *невязкой* хода. Невязка получается из-за неточности ориентирования и неизбежных погрешностей при измерении углов и расстояний на местности и откладывании этих величин на планшете.

Небольшой невязкой, не превосходящей 0,02 длины всего хода, можно пренебречь и соединить последнюю линию хода с начальной точкой.

Если же последняя сторона хода включает в себе важные местные предметы, то невязку, не превосходящую по своей величине 0,04 длины всей ходовой линии, необходимо устранить, разложив ее пропорционально на другие стороны (рис. 66).

Разбивка невязки может быть произведена и на глаз на одну или несколько ближайших последних сторон хода, которые передвигают для этого в сторону уменьшения невязки. Пользуясь полученными после устранения невязки линиями хода, передвигают затем также на глаз, соответственно, все снятые с этих линий объекты.

Если невязка превосходит 0,04 длины всего хода, значит, при съемке была допущена грубая погрешность, которую необходимо обнаружить. Для этого следует съемку повторить, двигаясь в обратном направлении и зарисовывая все заново.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Господинов Г.В. Топография: учеб. / Г.В. Господинов, В.Н. Сорокин. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 359 с.

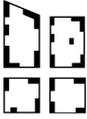
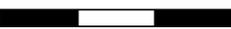
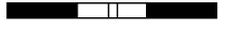
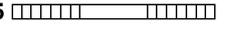
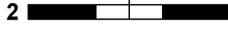
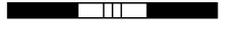
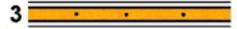
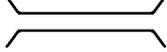
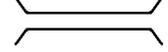
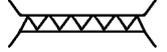
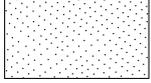
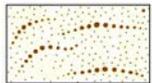
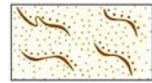
2. Черный М.А., Самолетовождение: учеб. / М.А. Черный, В.И. Кораблин. – М.: Транспорт. 1977. – 352 с.

3. Аникин А.М., Авиационная картография: учеб. пособ. / А.М. Аникин, А.В. Малишевский. – Л. ОЛАГА, 1988. – 66 с.

4. Воздушная навигация и аэронавигационное обеспечение полетов: учеб. / А.М. Аникин, А.М. Белкин, А.В. Липин, Ю.Н. Сарайский и др.; под ред. Н.Ф. Миронова. – М.: Транспорт, 1992. – 295 с.

5. Кононов И.И. Календарный справочник времени восхода и захода Солнца, наступления рассвета и темноты / И.И. Кононов, А.А. Ловчиков, В.Н. Сдержиков; под ред. В.Ф. Киселева. – М.: Изд-во Воздушный транспорт, 1984. – 510 с.

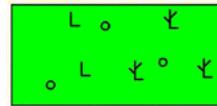
Условные знаки некоторых местных предметов и их разновидностей

Рисунок основного (исходно- го) условного знака	Разновидности условного знака			
	<p>I. Кварталы в населенных пунктах</p> <p>Кварталы с преобладанием построек:</p> <p>1. Неогнеупорных</p> <p>2. Огнеупорных</p>			
	<p>II. Железные дороги</p> <p>1  3  5 </p> <p>2  4  6 </p> <p>Однопутная с полотном 3. Двухпутная 5. Строящаяся 1. На 1 путь. 2. На 2 пути 4. Трехпутная 6. Узкоколейная</p>			
	<p>III. Шоссеиные дороги</p> <p>1  3 </p> <p>2  4 </p> <p>1. Шоссе. 2. Автострада, автомагистраль 3. Усовершенствованное шоссе 4. Строящееся шоссе</p>			
	<p>IV. Грунтовые дороги</p> <p>1  3  5 </p> <p>2  4  6 </p> <p>1. Грунтовая (проселочная) 3. Строящаяся 5. Полевая и лесная 2. Улучшенная грунтовая 4. Труднопроезжие части дороги 6. Пешеходная тропа</p>			
	<p>V. Мосты</p> <p> Деревянный</p> <p> Каменный</p> <p> Металлический</p> <p> На судах, понтонах и плотах</p>			
	<p>VI. Колодцы</p> <p> Колодец</p> <p> Главный колодец в степных и пустынных местностях</p> <p> Колодец с журавлем</p> <p> Колодец с ветряным двигателем</p>			
	<p>VII. Болота</p> <p> Проходимое</p> <p> Труднопроходимое</p> <p> Непроходимое</p>			
	<p>VIII. Пески</p> <p> Ровные</p> <p> Лунковые</p> <p> Барханы</p> <p> Бугристые</p> <p> Грядовые</p> <p> Дюнные</p>			

Условные знаки растительного покрова



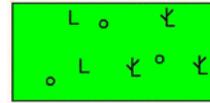
Лес (в числителе – высота деревьев, в знаменателе – толщина, справа от дроби – расстояние между деревьями)



Вырубка и гарь с порослью



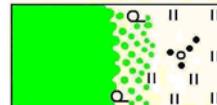
Обозначение на картах породы леса:
Хвойные леса (ель, пихта, сосна, кедр, лиственница)



Редкий лес с буреломом



Лиственные леса (дуб, бук, клен, береза, осина и др.)



Переход от леса к редколесью, кустам и лугу



Смешанные леса



Сосновый бор по леску



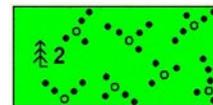
Просеки в лесу (4 я ширина просеки в метрах)
Номера лесных кварталов. Просеки, ограниченные канавами: с двух сторон и с одной стороны



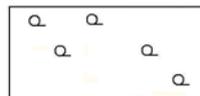
Полезащитные лесонасаждения и лесополосы (2 – средняя высота деревьев в метрах)



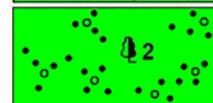
Дороги по просекам



Сплошные кустарники (хвойные и лиственные) (2 – средняя высота кустарников в метрах)



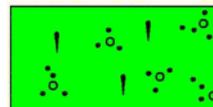
Карликовые (низкорослые) леса



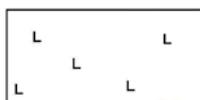
Колючие кустарники (сплошные)



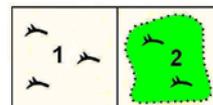
Небольшие площади леса, не выражающиеся в масштабе карты



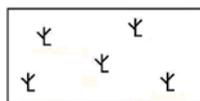
Узкие полосы кустарников и живые изгороди



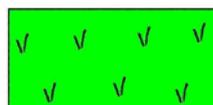
Вырубленные леса



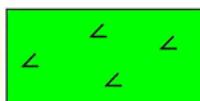
1 – отдельные группы саксаула
2 – сплошные заросли саксаула



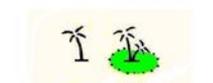
Горелые и сухостойные леса



Бамбук



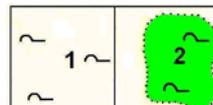
Буреломы



Отдельные пальмы и пальмовые рощи

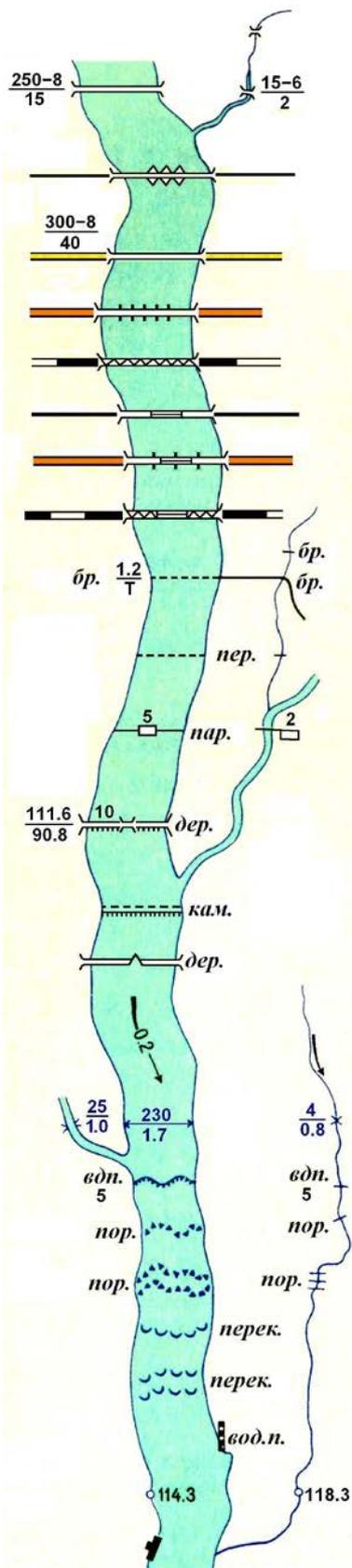


Поросль леса высотой до 4 метров. Лесные питомники и молодые посадки леса (2 – средняя высота деревьев)



1 – отдельные группы стланика
2 – сплошные группы стланика

Приложение 3



Малые мосты длиной менее 10 метров

Мосты длиной более 10 метров (в числителе - длина и ширина в метрах, в знаменателе - грузоподъемность в тоннах)

Мосты на судах, понтонах и на плотках

Мосты деревянные

Мосты каменные и железобетонные

Мосты металлические

Мосты деревянные

Мосты каменные и железобетонные

Мосты металлические

Броды (в числителе - глубина брода в метрах, в знаменателе - качество дна, Т - твердое)

Перевозы

Паромы (5 и 2 - грузоподъемность в тоннах)

Плотины (деревянные - *дер.*, земляные - *земл.*, каменные - *кам.* и железобетонные - *жел. бет.*; в числителе уровень верхнего бьефа (111,6 м), в знаменателе - нижнего (90,8 м), 10 - ширина плотины по верху в метрах)

Плотины подводные

Шлюзы (деревянные, каменные, железобетонные и металлические)

Стрелки, показывающие направление и скорость течения

Ширина и глубина рек и каналов

Водопады (цифра указывает высоту падения воды в метрах)

Пороги, протяженность которых не выражается в масштабе карты

Пороги, протяженность которых выражается в масштабе карты

Перекаты, протяженность которых не выражается в масштабе карты

Перекаты, протяженность которых выражается в масштабе карты

Водомерные посты и футштоки

Отметки урезов воды

Пристани с оборудованными причалами, не выражающиеся в масштабе карты

Условные знаки мостов, переправ и гидротехнических сооружений

ШЕЛОПУТОВ
АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ

ТОПОГРАФИЯ.
ОСНОВЫ НАВИГАЦИИ

Учебное пособие

Редактор Е.С. Дергилева
Компьютерная верстка Н.П. Яргункина

Подписано в печать .2007. Формат 60 × 90/16. Бумага газетная
Печать офсетная. Усл. печ. л. 8,93. Уч.-изд. л. 8,29.
Тираж Заказ

РИО и УОП УВАУ ГА. 432071, г. Ульяновск, ул. Можайского 8/8.

