

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

В.В. Пресняков

ОСНОВЫ ТОПОГРАФИИ И КАРТОГРАФИИ

*Рекомендуется Федеральным государственным бюджетным
образовательным учреждением высшего профессионального образования
Московским государственным университетом геодезии и картографии
к использованию в образовательных учреждениях, реализующих
образовательные программы ВПО по дисциплине «Основы топографии и
картографии» по направлению «Техносферная безопасность»*

Регистрационный № рецензии 2825 от 19 июня 2014 г.

Пенза 2014

УДК 528.4(075.8)

ББК 26.12.я73

П73

Рецензенты: доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой «Геодезия» В.Н. Анопин (ВГАСУ); кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Инженерная геодезия» Ю.В. Калугин (СГАСУ); кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная геодезия» Е.И. Маринин (СГАСУ)

Пресняков В.В.

П73 Основы топографии и картографии: учебник / В.В. Пресняков. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 256 с.

ISBN 978-5-9282-1108-0

Изложены основные направления топографии и картографии, методика проведения лекционных и практических занятий по курсу «Основы топографии и картографии». Представлены пути решения топографо-картографических задач при возникновении вопросов защиты окружающей среды, даны сведения из истории развития топографии и картографии, а также топографических приборов, рассмотрены элементы рельефа местности, типовые формы, характерные линии и точки местности. Достаточно подробно рассмотрены топографические карты Российской Федерации. Также изложены основные положения ориентирования на местности без карты и по карте. В полном объёме приведены меры безопасности при выполнении топографо-картографических работ.

Учебник подготовлен на кафедре «Землеустройство и геодезия» и предназначен для студентов направления подготовки 20.03.01 (280700) – «Техносферная безопасность», которые в дальнейшем будут проходить службу в региональных подразделениях МЧС.

ISBN 978-5-9282-1108-0

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2014

© Пресняков В.В., 2014

ВВЕДЕНИЕ

Качественное обеспечение учебно-методическими материалами является основой образовательной программы для подготовки выпускников высшего профессионального образования, их конкурентоспособности и авторитетности. Методическое обеспечение курса «Основы топографии и картографии» базируется на сочетании современных требований к реализации компетенций и ожидаемым результатам образования: знания, умения и способность к их реализации.

В данном учебном пособии изложены актуальные проблемы обеспечения территории Российской Федерации современными топографо-картографическими материалами с учетом изменившейся геополитической обстановки в стране, т.е. в связи с присоединением Крыма к России.

Изучение системы топографо-картографического обеспечения в России является важнейшей государственной задачей, направленной на решение вопросов безопасности государства, территориального развития, природопользования, экологии, строительства, сельского хозяйства и других отраслей. Прежний картографический материал со временем «стареет» в связи с разрушительными природными явлениями, как, например, наводнение в Хабаровском крае в 2013 г., в связи с антропогенной деятельностью человека и с изменением геополитической обстановки в мире. Также необходимо обновлять картографо-топографические данные при ведении экологического, кадастрового мониторинга земель, т.е. проблема поддержания обновленных картографических данных в актуализированном состоянии имеет важное государственное значение.

Существующий картографический материал требует постоянного обновления, что оказывает определенное влияние на геополитические, социально-экономические и природоохранные интересы Российской Федерации. Соответственно возникает необходимость создания нового картографического материала установленного государственного образца с учетом измененной государственной границы России.

Для подготовленных специалистов направления «Техносферная безопасность» топографическая карта служит важнейшим источником информации, необходимой для разработки оптимальных проектных решений при проведении специальных поисково-спасательных мероприятий, ликвидации последствий стихийных бедствий. С помощью топографической карты руководители структурных подразделений МЧС получают первое подробное представление о топографической изучаемости местности, формах и характерах рельефа, растительности, гидрографии, сырьевых и топливно-энергетических ресурсах, существующих промышленных предприятиях, населенных пунктах, средствах связи и дорожной сети. Все эти данные составляют содержание топографической карты и изобраа-

жаются на ней при помощи площадных, немасштабных знаков и пояснительных надписей. Умение пользоваться топографической картой и при ее помощи получать наиболее подробные необходимые сведения о местности исключительно важно для руководителей направления «Техносферная безопасность».

Учебный материал в пособии «Основы топографии и картографии» представлен с учетом современных достижений топографической науки и защиты окружающей среды по принципу последовательного изложения основных теоретических и практических вопросов – от общих к частным.

Авторы выражают благодарность заведующему кафедрой «Геодезия» ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», доктору географических наук, профессору В.Н. Анопину; заведующему кафедрой «Инженерная геодезия» ФГБОУ ВПО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет» кандидату технических наук, доценту Ю.В. Калугину и доценту кафедры «Инженерная геодезия» ФГБОУ ВПО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет» кандидату технических наук, заслуженному работнику геодезии и картографии РФ, почетному геодезисту РФ Е.И. Маринину за ценные советы и замечания, данные в процессе составления и рецензирования учебного пособия.

1. ИСТОРИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС В РАЗВИТИИ ТОПОГРАФИИ, КАРТОГРАФИИ И ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

История топографии и картографии – неотрывная часть истории цивилизации. Ее изучение формирует культуру картографов и топографов, позволяет понять ключевые моменты и этапы становления и правильно оценить современные тенденции развития науки. Исторический процесс в топографии и картографии охватывает историю создания конкретных произведений: карт, глобусов, атласов, а также этапы развития топографического инструментария, методов и технологий, идей и концепций.

Топографическими приборами стали пользоваться в далеком прошлом, еще в XIII–XII веках до н.э. при строительстве оросительных каналов в Вавилоне, Египте и Китае.

Раскопки, проведенные в Демир-Капу и Абу-Кемаль (Сирийская Арабская Республика), показывают, что, начиная уже с IV–III тыс. лет до н.э., появляются изготовленные в значительных количествах оптические детали (линзы) в форме чечевицы диаметром 5...8 мм. Как считают ученые, данные детали использовались жрецами Месопотамии при изготовлении простейших телескопов для астрономических наблюдений.

Характерно, что средства измерения у древних служили практическим задачам их жизни и деятельности. Некоторая часть приборов, главным образом угломерных, пришла в топографию из астрономии и мореплавания. В то же время древнейшие приборы для измерения длин (отвесы, ватерпасы и др.) появились в связи с развитием землемерного дела. Съёмки, выполнявшиеся позднее для создания карт, а также первые градусные измерения обусловили дальнейшее их усовершенствование.

Большой вклад в развитие техники землемерного дела и топографических измерений в древние времена внесли представители арабской, греческой и римской науки:

- в 200 г. до н.э. Эратосфен при помощи гномона (солнечных часов) выполнил первые инструментальные определения окружности Земли;
- в 150 г. до н.э. Птолемей написал «Географию», предложил линейку для измерения вертикальных углов;
- в 130 г. до н.э. Гиппарх предложил астролябию с лимбом диаметром 10-20 см, которая считается прообразом теодолитов;
- в 100 г. до н.э. Герон Александрийский написал работу «О диоптре», в которой предложил угломерный прибор с диоптрами и поворотной линейкой;
- римляне использовали землемерный крест для разбивки прямых углов на местности;

- арабы усовершенствовали для целей угловых измерений компас, заимствованный ими у китайцев.

Картографические изображения появились задолго до каких-либо форм письменности и сопровождали человечество с начала его зарождения.

Считается, что наши предки изготавливали два вида карт: одни отражали представление об устройстве мира, другие – конкретную окружающую территорию.

В 1987 г. на юго-западе современной Иордании, в нескольких десятках километров от залива Акаба, в гранитных останцевых горах массива Джебель-Амуд итальянский ученый Борцетти открыл древнейшую из сохранившихся до наших дней карту. Помощь ему в этом оказал бедуинский шейх Дисси, который показал потаенный грот, где находился массивный каменный блок (весом 12 т) в форме параллелепипеда. На его поверхности нанесены расположения тальвегов (водостоков), дорог и селений. Исследования показали, что карта района имеет масштаб 1:16000, ее создавали в течение 150–200 лет. Карта датируется концом IV тысячелетия до н.э. И сейчас на местности можно без труда опознать топографическую схему.

Данная карта служила для решения прикладных задач, а это говорит о весьма высоком уровне картографической грамотности народа, который мог читать карту и пользоваться ею, обладая совершенной техникой и точными методами. По такой карте можно было принимать решения по административному управлению данной территорией. До этого открытия считалась древней карта, найденная в Северной Месопотамии, на которой изображен рельеф и поселения этой территории. Карта датировалась 3800 г. до н.э.

Большой вклад в развитие топографии внесли арабские ученые. Их работы базировались на античных знаниях. После гибели в V веке Римской империи античная наука развивалась в Византии. Здесь в VI веке была написана Козьмой Индикоплавом «Христианская топография», которая позднее в XII–XIII веках была широко распространена на Руси. Среди немногих свидетелей византийской картографии известны остатки мозаичной карты на полу византийского храма в Мадабе (Иордания), относящиеся к концу VI века; в сохранившейся части она изображает дельту Нила, Мертвое море и часть Палестины, включает вид Иерусалима с высоты птичьего полета.

На этом фоне выделяются успехи географических знаний в странах арабского Халифата. В VII–VIII веках арабы распространили свои завоевания на огромную территорию, включающую на западе Испанию, а на востоке – Среднюю Азию и западную часть Индии. Во вновь образованном государстве – Халифате – были созданы условия, способствующие процветанию географии. Подробные описания провинций, населенных пунктов, продуктов земледелия и ремесел были необходимы для взимания податей

и налогов. Географию рассматривали как «науку о путях и государствах», а в математическом смысле – как «науку о широтах и долготах». В основе арабской географии лежала «География» Птолемея, переведенная на арабский язык. На этом же языке выполнялись надписи на картах, описываемые в истории топографии как «арабские карты». Их творцы были выходцами из разных уголков исламского мира.

В 830 г. написана «Картина Земли» математиком и географом аль-Хорезми, родом из Хивы в Хорезмском оазисе. Эта оригинальная переработка и дополнение к птолемеевой географии широко использовалась и ценилась в арабском мире. Сохранились четыре из сопровождавших труд карт, в том числе карты р. Нил и Мاستиды (Азовского моря).

Совершенно оригинальная арабская традиция проявилась в так называемом «Атласе Ислама», объединяющем топографические труды ряда географов X века (аль-Истархи, Ибн Хаукаль и др.). Он включает круглую карту мира и 20 карт мусульманских стран. Географические тексты, сопровождавшие карты, широко изобиловали указанием широт и долгот.

Для карт предлагались новые картографические проекции (отличные от трудов Птолемея). Беруни, знаменитый хорезмский астроном и географ, в своем труде «Книга о проектировании на плоскость созвездий и изображение на плоскости стран» (конец X века) предложил свою проекцию. Кроме этого он сконструировал приспособление для разделения лимбов через 5' – прототип делительной машины. Позже астролябия с угломерными шкалами через 5' широко использовалась для астрономических наблюдений.

В 1154 г. аль-Идриси создал прямоугольную карту мира на 70 листах, замечательную по реализму и подробности изображения, и позднее – круглую карту мира, сопровождавшую географический манускрипт, на котором диск Земли с центром в Мекке обрамлен океаном. Эти карты служили основой мировых открытий.

Новые познания в Европе в области физики и механики оказали влияние на развитие топографических приборов и, соответственно, на создание новых карт, в том числе и навигационных. Для измерений совершенствуются ранее известные приборы: квадранты, кресты с диоптрами, ватерпасы и поперечные линейки со шкалами. Около 1500 г. Леонардо да Винчи предложил для компаса круглый корпус, сконструировал тележку для измерения расстояний, а затем шагомер.

В средние века сведения о шарообразности Земли (установленные Пифагором в VI в. до н.э.) были почти забыты.

В XVI в. и в первой половине XVII в. складывающийся капиталистический способ производства способствует быстрому развитию науки и техники. В Голландии в середине XVI в. появилась мерная цепь. В 1590 г. немецкий профессор Преториус изобрел мензулу, в комплекте которой

использовалась линейка с диоптрами. В 1606 г. голландский мастер очков Липперсгей получил привилегию от правительства на открытие зрительной трубы. Соотечественник и современник Липперсгея Янсен изобрел микроскоп. Великий итальянский ученый Галилео Галилей (1564–1642) создал зрительную трубу в 1609 г. Изобретение зрительной трубы открыло большие возможности для улучшения топографических приборов. В 1611 г. Иоганн Кеплер (1571–1630) предложил два варианта зрительных труб (с прямым и обратным изображением) и установил в трубе сетку нитей.

Кеплер впервые разработал теорию оптических приборов. Его «Диоптрика» (1611) по форме и по содержанию мало отличается от современных учебников по геометрической оптике.

В 1593 г. был предложен принцип нониуса немецким математиком Клавиусом, а в 1631 г. его реализовал голландец Вернер.

В 1662 г. французский механик М. Тевено изобрел цилиндрический уровень, позднее усовершенствованный англичанином Д. Рамзденом и французом А. Шези.

В 1674 г. итальянец Мантанари предложил дальномерные нити в зрительной трубе.

Первый теодолит, принципиально похожий на современный, был создан в 1730 г. английским механиком Д. Сиссоном. В 1791 г. Д. Рамсен применил в теодолите микроскоп с винтовым микрометром и окуляр своей конструкции. Лишь в 1812 г. в теодолите были установлены дальномерные нити Т. Рейхенбахом, им же создан повторительный теодолит в 1804 г.

Л. Эйлер (1707–1784) первым сделал теоретические расчеты ахроматического объектива для зрительной трубы.

Российский ученый Ломоносов М.В. (1711–1765) предложил и построил «ночезрительную трубу» (1757). Им были также сконструированы: рефрактометр, перископ – «горизонтоскоп», отражательный зеркальный телескоп, фотометрическая труба и более двух десятков новых приборов для мореходной астрономии. Блестящую страницу в историю науки вписал Ломоносов М. В. исследованиями в области теоретической оптики, а также разработкой научных основ цветоведения и астрофизики. Используя свои приборы, Ломоносов открыл наличие атмосферы на Венере.

В 1643 г. был изготовлен ртутный барометр Торричелли. Морской барометр создан М.В. Ломоносовым в 1759 г., барометр-анероид – в 1847 г., дифференциальный барометр Д.И. Менделеева – в 1874 г.

При Петре I мастерами И.Е. Беляевым, Д. Колосовым были построены различные оптические приборы, в том числе «трубки с ватерпасами» (нивелиры).

В конце XVIII – начале XIX вв. в Петербурге и Москве несколько мастерских изготавливали оптические приборы: астролябии с трубами, теодолиты, базисные приборы, кипрегели ВТО (военно-топографического

отдела). В России в этот период работало много талантливых изобретателей, зачастую опережающих зарубежных специалистов: И.П. Кулибин, руководивший академическими мастерскими более 30 лет, сыгравший выдающуюся роль в развитии автоматики, изготовлении навигационных приборов, астрономических труб и разработавший новые способы шлифовки стекол для изготовления микроскопов и телескопов; Г.К. Бауэр, изготовивший точные уровни, экзаменаторы, универсальные приборы, нивелир-теодолит; Д.И. Менделеев – основоположник метрологического обеспечения измерений; В.Ф. Гербст, создавший серию пассажных астрономических приборов, частично проданных в Англию, Германию, Швецию и Португалию.

Дальнейшее увеличение объема работ по топографическим съемкам и картографированию страны привело в 1797 году к созданию военно-топографического учреждения – Депо карт.

В 1822 году был организован Корпус военных топографов. При корпусе одновременно было создано специальное училище, готовившее кадры топографов. Училище существует и в настоящее время.

С учреждением Корпуса военных топографов для военных целей развернулась планомерная топографическая съемка обширных районов России. Изменилась технология съемочных работ.

Русские топографы создали свою школу, имевшую передовую для своего времени теорию и практику, свои оригинальные методы, приспособленные к картографированию огромной территории России. Съемка стала производиться на точной геодезической основе с помощью более совершенных топографических инструментов.

Корпусом военных топографов за время его существования (1822–1917) выполнены огромные объемы работ государственного значения. Были составлены карты на площадь около 7 млн. кв. км, т.е. на площадь, почти в полтора раза большую площади всех европейских государств вместе взятых. Несмотря на это, к 1917 г. огромные районы нашей страны все еще не имели топографических карт.

Большой вклад в развитие теории и практики топографической науки в России внесли В.В. Витковский, А.Л. Болотов, В.Я. Цингер и др.

В марте 1919 года было учреждено «Высшее геодезическое управление» и началась грандиозная работа по созданию сети геодезических пунктов, без которых невозможна научно-плановая постановка всех топографических работ. За 25 лет (1917–1942) отечественные топографы развили триангуляцию I класса на территории, равной площади США и Индии вместе взятых.

Развитию теории топографических приборов и совершенствованию их конструкций в большей мере способствовали труды русских ученых: М.В. Ломоносова, В.Я. Струве, К.И. Теннера Д.И. Менделеева, А.Н. Савви-

ча, К.А. Петерса, С.Д. Рыльке, Д.Д. Геденова, Н.М. Кислова, П.А. Чебышева, А.Н. Крылова.

В самостоятельное направление топографическое приборостроение оформилось во второй половине XIX в. в связи с быстрым развитием прикладной оптики и машиностроения и повышением требований к точности и автоматизации геодезических приборов. Стали выпускать высокоточные нивелиры с уровнями конструкции Д.Д. Геденова (1890), триангуляционные теодолиты «Гильдебрандт», тахеометры с редуцирующими устройствами Санге, Гаммера, Босхардта и др., внутрибазные дальнометры.

Ускоренное развитие оптической промышленности в Западной Европе, особенно в годы империалистической войны (1914 – 1919), привело к появлению в двадцатых годах прошлого столетия оптических теодолитов. Так, Г. Вильд первым предложил принципиальную схему и конструкцию оптического теодолита.

В условиях царской России предложения и разработки ученых-механиков не находили должной поддержки. Мастерские Тындина, Громова, фабрики Швабе, Цветкова – Таубера и другие в годы наибольшего расцвета (1910–1913) выпускали вместе лишь около 2 тыс. минутных теодолитов с металлическими кругами в год. Точные и высокоточные приборы ввозились из-за границы.

Поворотным пунктом в развитии отечественного топографического приборостроения явилась Октябрьская революция. В 1919 г. в Декрете об образовании ВГУ были определены задачи по приборостроению. В 1923 г. на базе мастерских корпуса военных топографов создан завод «Геодезия», освоивший в короткий срок выпуск оригинальных конструкций кипрегелей, компасов, буссолей, нивелиров, теодолитов. Несколько позднее вступил в строй завод «Геофизика». Капитальный труд Н.М. Кислова «Теория оптических инструментов» (1915) послужил научным фундаментом для разработки отечественных топографических приборов. К 30-м годам серийно стали выпускаться теодолиты ТТ-1, ТТ-30, ТТ-10 – универсалы, точные нивелиры, мензульные комплекты «КШВ» с кипрегелем конструкции А.Н. Ширяева, в котором впервые применен штриховой микроскоп.

В 1934 г. вступает в строй завод «Аэрогеоприбор» для выпуска высокоточных приборов: триангуляционных теодолитов ТТ 2/6, астрономических универсалов АУ 2/10, высокоточных нивелиров НА-1, НБ. Особого внимания заслуживает высокоточный теодолит ТТ 2/6, разработанный к 1936 г. под руководством инженера С.М. Лизунова конструкторами П.И. Шелавителевым, И.А. Корольковым, В.С. Ананьевым и другими на основе требований, установленных профессором Ф.Н. Красовским.

К 1938 г. в нашей стране прекращается ввоз не только точных, но и высокоточных приборов. В эти годы Г.Ю. Стодолкевич предлагает кипрегельный высотомер с фрикционной парой ролик-диск. Ученые МИИГАиК

А.С. Юркевич, Д.С. Шеин под руководством А.С. Чеботарева, научные сотрудники этого института М.В. Приданцев, Б.Н. Щербаков, Б.А. Ларин в содружестве с производством создали лучшие сорта инвара и первоклассные инварные проволоки. Была разработана теория подвесных мерных приборов, изучена проблема измерения длин методом интерференции света. Предложены оригинальные принципы устройства компараторов.

К началу Великой Отечественной войны промышленность изготавливала все типы топографических приборов. За годы войны было издано 38 млн экземпляров специальных карт и других топографических документов со сведениями о местности и противнике.

В разных странах для вычисления своих триангуляций используются различные эллипсоиды, представляющие фигуру Земли. Так, например, в Англии пользуются размерами эллипсоида, выведенными Эри в 1830 г., во Франции и Сирии – эллипсоида Кларка (1880 г.), в США, Мексике и Канаде – эллипсоида Кларка (1866 г.), в Финляндии – эллипсоида Хейфорда (1910 г.) В России до 1942 г. использовались размеры эллипсоида Бесселя (1846 г.).

В 1942 году группой ученых ЦНИИГиК под руководством профессора Ф.Н. Красовского (1878 – 1948) была закончена работа по определению размеров Земли (Земного эллипсоида). Постановлением Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 г. для территории Советского Союза была введена единая система координат геодезических пунктов и высот точек на основе размеров эллипсоида Красовского, размеры которого определены с высокой степенью точности, что позднее было подтверждено с помощью искусственных спутников Земли.

В послевоенный период российские топографы ведут большую научную и практическую работу по совершенствованию геодезических сетей, созданию топографических карт, первоклассной геодезической аппаратуры и т.п.

Развитие топографического, геодезического приборостроения в нашей стране и за рубежом в послевоенный период шло по следующим основным направлениям: оптические дальномеры двойного изображения, нивелиры с компенсаторами, свето- и радиодальномеры, шкаловые теодолиты, электронные тахеометры и электронные теодолиты. Усилия разработчиков и конструкторов были направлены на более полное удовлетворение требований исполнителей к геодезическим приборам. Приборы стали выпускать более легкими, удобными и надежными в обращении. Возросла степень автоматизации приборов при неуклонном повышении их точности. Внешний вид приборов существенно улучшился.

В 1946 г. Г.Ю. Стодолкевич создал первый нивелир НС-2 с компенсатором уровня типа. В 1950 г. в ФРГ предложен нивелир Ni 2 с оптико-механическим компенсатором. В настоящее время в РФ и за рубе-

жом разработано и серийно выпускается несколько десятков типов нивелиров с компенсаторами.

В 1950 г. В.А. Белицин предложил дальномерную насадку ДНБ двойного изображения с постоянным базисом, которая обеспечивала измерение расстояний до 750 м с точностью мерной ленты. За рубежом широкое распространение получили оптические дальномеры двойного изображения с клиньями (Боссхардт-Цейсс, 1925 г.) и некоторые другие. В нашей стране применялись насадки ДНТ-2 и ДД-3, последняя создана И.А. Греймом и Г.Г. Никифоровым в 1954 г. В настоящее время в РФ еще выпускают оптические дальномеры ДНР-5 конструкции Бесчастного Г.К. (1965 г.) и Д 2 – точный дальномер, созданный по типу ДНТ-2, ДНБ.

Новый этап в развитии приборов для измерений длин линий начался с появления геодиметра Э. Бергстранда (1948) в Швеции и теллуromетра Т. Уодли (1957) в Южно-Африканском Союзе.

В 50–60-е гг. появились отечественные светодальномеры: СВВ-1 В.П. Васильева, Б.А. Величко (1953); ЭОД-1 под руководством В.М. Назарова (1958); СТ-61 В.Д. Большакова, А.И. Демушкина, В.С. Михеечева (1961).

В 60-х годах под руководством Ю.В. Попова в нашей стране создан топографический малогабаритный светодальномер ГД-314, в котором впервые в качестве излучателя применен полупроводниковый диод на GaAs. В 1965 г. светодальномер удостоен золотой медали на выставке в Брюсселе. Светодальномер ГД-314 явился прообразом современных светодальномеров подобного типа в нашей стране (СМ-3, 2 СМ 2, СМ-5, СТ-5) и других светодальномеров за рубежом. Также выпускались светодальномеры типов МСД-1М, ДК-ОО1, «Кварц», СГ-3.

Отечественные радиодальномеры выпускались следующих типов: ВРД (1960) РДГ, РДГВ, «Луч», «Волна», «Трап».

В 1969 г. фирма «Оптон» (ФРГ) представила на выставке в Москве один из первых электронных тахеометров Регельта 14, созданный в 1968 г. на базе светодальномера на GaAs и серийно выпускаемого теодолита. Современные электронные тахеометры с высокой степенью автоматизации выпускает ряд зарубежных фирм. В РФ созданы также электронные тахеометры: Та 5 и Та 3.

Внедрение новых технологий и других достижений научно-технического прогресса послевоенного периода нашло непосредственное воплощение и в развитии теодолитов. В отечественных теодолитах стали применяться только стеклянные круги; вместо уровня при алидаде вертикального круга – компенсаторы (ОМТ-30 Мещерякова А. В., 1957 г.); новые зрительные трубы (разработка 60-х годов в ГОИ им. С.И. Вавилова, Д.Ю. Гальперна, Е.С. Полтыревой, О.В. Прониной и А.С. Маниной), нанесение штрихов на шкалах напылением хрома в вакууме (разработка отечествен-

ных предприятий). Появились новые массовые теодолиты Т2, Т5К, Т10, Т15, Т30 в середине 60-х годов; 2Т2, 2Т5К, 2Т30 – в середине 70-х годов; 3Т2КП, 3Т5КП, 3Т2А – в середине 80-х годов, разработанные под руководством А.И. Захарова.

В середине 60-х годов в нашей стране были созданы новые высокоточные оптические теодолиты: Т1 под руководством Г.Г. Гордона и Д.А. Аникста и Т05 – под руководством П.И. Дурневой и Е.Т. Здобникова.

В настоящее время создаются электронные теодолиты с отсчетом результатов измерений на цифровом табло.

Созданию и совершенствованию новых приборов в значительной мере способствовала введенная в стране стандартизация приборов.

Главная тенденция развития приборов и инструментов для съемок и картографирования на местности всегда была направлена на расширение пространственного охвата, повышение точности и оперативности. Визуальные наблюдения и простейшие измерения на небольших участках местности постепенно уступали место высокоточным геодезическим методам и современным навигационным спутниковым системам GPS и ГЛОНАСС при обновлении и корректировке карт и планов. Темпы технического прогресса стремительно нарастают в последние два столетия, средства съемки и полевого картографирования претерпевают кардинальные перемены за исторически короткие отрезки времени 30–50 лет.

Аналогичные тенденции наблюдаются и в развитии методов составления карт – от примитивных картографических рисунков на камне и папирусе до современных технологий конструирования карт в компьютерных сетях. И в этом случае быстрые и кардинальные изменения, в корне меняющие картосоставление, приходятся на последние десятилетия XX в. – начало XXI века.

Основные тенденции развития технологий картографирования и издания карт связаны с совершенствованием методов создания, размножения и распространения картографических произведений среди пользователей. На современном этапе особое значение приобрели технологии быстрого (оперативного) картографирования. В конечном счете, экономическая эффективность картографии и топографии и производства зависит от того, насколько быстро создаваемые произведения дойдут до пользователя и будут применены для решения конкретных задач.

По мере развития инструментария, методов и технологий топография и картография все более расширяет пространственный охват (сегодня она уже вышла в космическое пространство), повышает качество, точность и оперативность создания карт и планов. Она постепенно охватывает все более широкие слои пользователей, проникает во многие сферы политической, экономической, культурной жизни общества, и это означает

повышение ценности картографических данных как информационных ресурсов.

В настоящее время в Российской Федерации применяются электронные тахеометры, планиметры, теодолиты и нивелиры, выпускаемые в разных странах мира.

Контрольные вопросы

1. Какой вклад в развитие топографии как науки внесли арабские ученые?
2. Какие приборы были разработаны в Европе в XVI–XVII веках?
3. Какие оптические приборы изобрел великий русский ученый М.В. Ломоносов?
4. Кто из русских ученых внес достойный вклад в развитие топографической науки в конце XVIII – начале XIX веков?
5. Какое первое учебное заведение было открыто в России для подготовки кадров топографов?
6. Расскажите, как развивалось отечественное топографическое приборостроение в период с Октябрьской революции до начала Великой Отечественной войны.
7. В каком году отечественным ученым профессором Ф.Н. Красовским закончены работы по определению размеров земного эллипсоида?
8. Какую работу вели российские топографы в послевоенный период по созданию топографических карт, совершенствованию геодезических сетей и высокоточных топографических приборов?
9. Какие современные топографические приборы выпускаются в России в настоящее время?

2. РЕЛЬЕФ МЕСТНОСТИ, ЕГО ТИПОВЫЕ ФОРМЫ, ХАРАКТЕРНЫЕ ЛИНИИ И ТОЧКИ

2.1. Топографические элементы местности

2.1.1. Основные определения и понятия

Местностью называется любой определенный участок (район) земной поверхности со всеми его неровностями, почвенно-растительным покровом, водной и дорожной сетью, населенными пунктами и другими естественными и искусственными объектами.

Совокупность неровностей земной поверхности называется *рельефом местности*, а все другие расположенные на местности географические объекты независимо от того, созданы ли они природой (лес, ручей, кустарник, болото и т.п.) или человеком (населенный пункт, дорога, канал, сад, огород и пр.), – *местными предметами*. Совокупность рельефа и местных предметов называют местными предметами или, в переносном смысле, *топографией местности*.

Участок местности, резко отличающийся какими-нибудь естественными признаками, например, лес среди поля и, наоборот, луг среди леса, называется *урочищем*. Урочища, как правило, имеют собственные названия, которые и подписываются на картах, например, ур. Шумятовка, ур. Сухой лог. Эти собственные названия, как и названия рек, озер, обычно широко известны местному населению и поэтому значительно облегчают ориентирование на местности.

2.2.2. Рельеф местности, его типовые формы, характерные линии и точки

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



Рис.1. Типовые формы рельефа (горная местность)

Гора – значительная по высоте куполообразная или коническая возвышенность. Поднимаясь над прилегающей местностью, она имеет обычно ясно выраженное со всех сторон основание, называемое *подошвой*. Самая возвышенная часть горы, от которой во все стороны расходятся *скаты* (склоны), называется *вершиной*. Вершина бывает чаще куполообразной формы, но иногда представляет собой почти горизонтальную площадку, называемую *плато* или же заканчивается острым *пиком*.

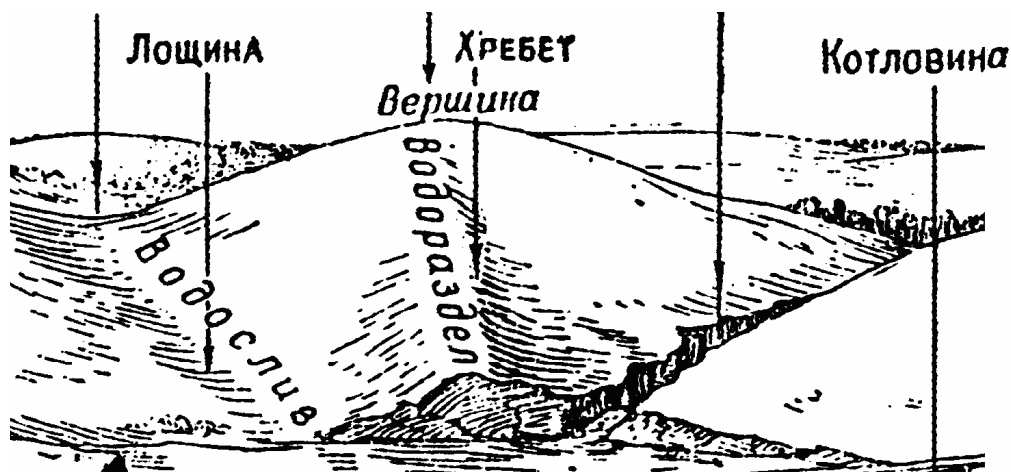


Рис. 2. Типовые формы рельефа (холмистая местность)

Небольшая гора называется *холмом* (высотой), а искусственный холм курганом.

Крупные формы рельефа в топографии принято подразделять на два основных вида: *горы (или горные области)* и *равнины*. Эти основные формы в свою очередь подразделяют в зависимости от их высоты над уровнем моря на группы, приведенные в табл. 1.

Если отдельные горы мелкогорья не поднимаются над общей поверхностью выше 200 м, то их называют обычно не горами, а холмами.

Т а б л и ц а 1

Классификация гор и равнин по высоте над уровнем моря

Горы	Высота над уровнем моря, м	Равнины	Высота над уровнем моря, м
Низкие горы (низкогорье)	500–1000	Низменности	Ниже 200
Средневысотные (среднегорье)	1000–2000	Возвышенные равнины (возвышенности)	200–500
Высокие горы (высокогорье)	Свыше 2000	Плоскогорья	Свыше 500

Котловина – замкнутая, чашеобразная впадина – неровность, по своей форме противоположная горе. В котловине различают *дно*, т.е. самую низкую ее часть, от которой во все стороны идет подъем, и *окраину*, т.е. верхнюю границу скатов, переходящих за ней в равнину.

Хребет – вытянутая в одном направлении возвышенность. Соединение вдоль хребта обоих его скатов образует хребтовую линию, или *водораздел*. Линия водораздела часто называется *топографическим гребнем*.

Горный хребет – совокупность гор, вытянутых в одном направлении. В продольном разрезе горный хребет представляет волнообразную кривую.

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

Лощина в противоположность хребту представляет собой вытянутое углубление, понижающееся в одном направлении. Линия по дну, к которой направлены скаты лощины и которая часто является основанием реки, ручья или потока, называется *водосливом*. Большие, широкие лощины с малонаклонным 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 или долин нередко встречаются большие, глубокие промоины, называемые *оврагами*. *Овраги* – это большие глубокие промоины с крутыми незадернованными скатами. Их длина может достигать 5–10 км, глубина – до 30 м, ширина – до 50 м и более. Овраги имеют широкое распространение и встречаются в самых разнообразных условиях – на равнинной и холмистой местности, на склонах гор и долин. Они образуются и из года в год увеличиваются под действием талой и дождевой воды. Овраги имеют очень крутые, почти отвесные скаты, образованные обнаженными и легко размываемыми грунтами (лёсс, суглинок). С течением времени такой овраг обычно перестает расти, берега его становятся более пологими, зарастают травой. Подобные образования рельефа называются *балками*.

Нередко реки, прорезающие каменистые равнины, образуют узкие, чрезвычайно глубокие расщелины с отвесными или ступенчатыми стенами (щеками), достигающими иногда нескольких сот метров высоты. Такие образования носят название *каньонов*.

Седловина – расположенная между двумя смежными вершинами пониженная часть гребня хребта; она является местом соединения двух лощин, расходящихся в противоположных, поперечных к хребту направлениях, и по своей форме напоминает седло. В горной местности дороги и тропы через хребты обычно проходят по седловинам, которые называются *перевалами*.

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

Рассмотрим некоторые основные понятия и определения.

Элементы ската (рис. 3). К ним относятся крутизна, высота и заложение ската.

Крутизной ската называется угол наклона ската к горизонтальной плоскости. Чем больше этот угол, тем скат круче. Крутизна ската измеряется обычно в градусах. Ориентировочные справочные данные о доступности скатов и влиянии их крутизны на скорость передвижения спецтехники указаны в прил. 1.

По скату можно передвигаться в различных направлениях, в зависимости от этого будет изменяться крутизна подъема или спуска. Это свойство скатов широко используется при подъеме в гору путем зигзагообразного передвижения по склону. Так же поступают при прокладке дорог и путей, особенно в горной местности. Кратчайшее направление подъема по скату называется *направлением ската*; подъем по этому направлению наиболее крутой.

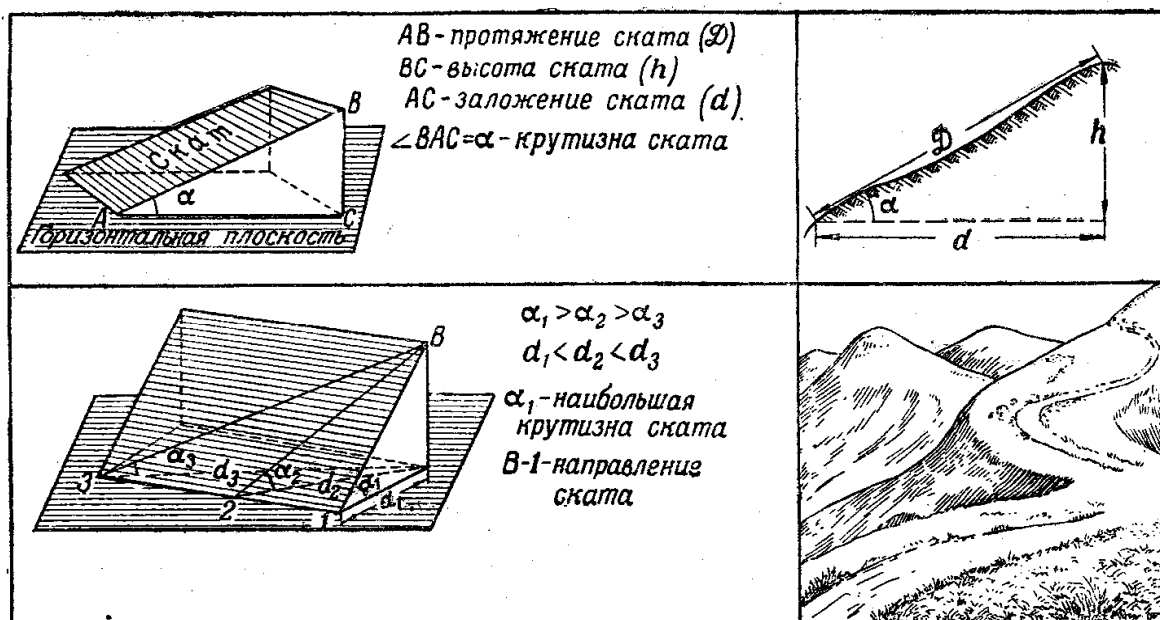


Рис. 3. Элементы ската

Крутизна скатов* обычно измеряется в градусной мере и является основным показателем их доступности (проходимости). Классификация скатов по крутизне и примерные данные, характеризующие их доступность, приведены в табл. 2.

* На дорогах подъемы и спуски или их крутизну принято называть *уклонами*. Уклон обычно определяется не в градусах, а отвлеченным числом, выражающим отношение высоты подъема к его протяженности. Например, если уклон равен 0,017, то это значит, что на каждые 1000 м дороги подъем (спуск) будет составлять 171. Этот же термин применяется для обозначения наклона русла реки.

Таблица 2

Классификация скатов по высоте и их проходимости

Наименование скатов	Крутизна	Преодолимость подъемов (при твердом грунте)
Пологие	До 10°	Для грузовых автомобилей с прицепом
Средней крутизны	$10-20^\circ$	Для колесных легковых и грузовых (без прицепов автомобилей)
Крутые	$20-30^\circ$	Для автомобилей повышенной проходимости, тракторов и тягачей: без прицепов – до 30° , с прицепом – до 25°
Большой крутизны	$30-40^\circ$	Для навьюченных животных – до 25° , а при уменьшенном весе выюка – до $30-35^\circ$
Очень крутые	$40-60^\circ$	Для групп людей; при подъеме более $40-45^\circ$ люди могут передвигаться, только удерживаясь руками за растительность и выступы
Обрывистые	Свыше 60°	Для натренированных людей со специальным снаряжением

Превышение наивысшей точки ската над его подошвой, т.е. над нижней точкой, называется **высотой ската** a , а его проекция на горизонтальную плоскость – **заложением ската** (рис. 4). При оценке доступности ската необходимо учитывать не только его крутизну, но и *протяженность*, а также свойства и состояние грунта.

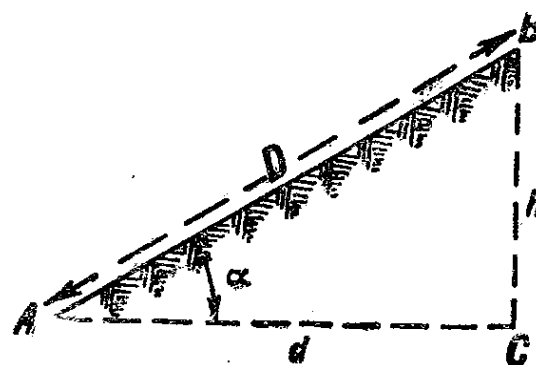


Рис. 4. Элементы ската:
 $\angle BAC$ – крутизна ската (α);
 BC – высота ската (h);
 AB – длина ската (D);
 AC – заложение ската (d)

При оценке скатов возвышенностей необходимо также учитывать наличие на них перегибов, уступов (особенно в горной местности) и обрывов.

Перегибом ската (рис. 5) называется линия изменения его покатости, т.е. линия, где скат переходит от более пологого к более крутому или наоборот.

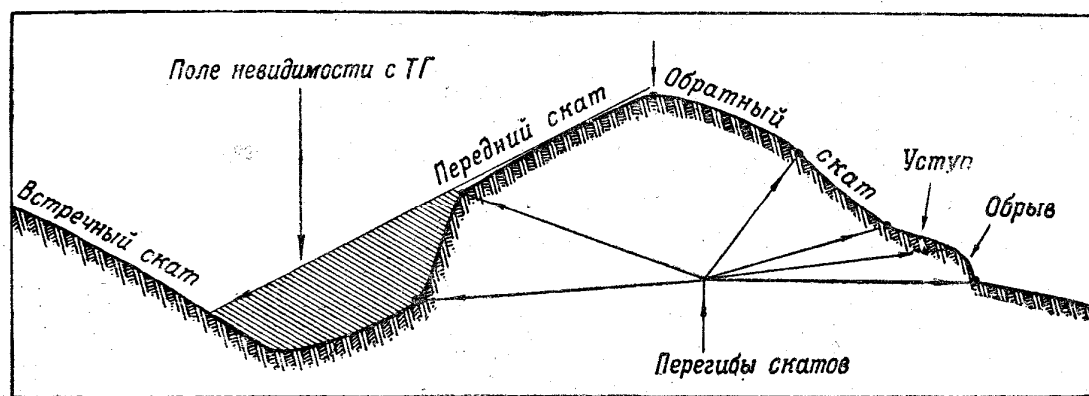


Рис. 5. Перегибы ската, передний, обратный и встречный скаты

Уступом или **террасой** называют ровную, почти горизонтальную площадку на скате горы или хребта. В одну сторону от уступа идет спуск, а в противоположную – подъем. Особое значение уступы (террасы) имеют в горной местности для расположения на них пунктов наблюдения и метеорологических постов. Иногда уступы бывают окаймлены обрывами.

В зависимости от расположения различают *передние скаты*, т.е. скаты возвышенностей, обращенные в сторону обзора, и *обратные*, обращенные в противоположную сторону.

Формы скатов. По своей форме скаты бывают ровные, выпуклые, вогнутые и волнистые. Наиболее часто встречаются выпуклые и волнистые скаты. Формы скатов и их характеристика показаны на рис. 6.

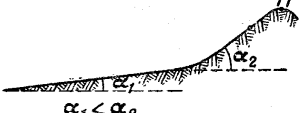
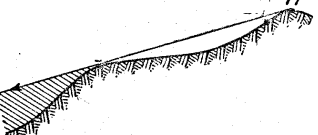
Форма ската	Характеристика ската
1. Ровный скат имеет на всем протяжении одинаковую крутизну. Вся местность на скате хорошо просматривается  $\alpha_1 = \alpha_2$	
2. Вогнутый скат круче к вершине и положе к подошве. В отношении условий обзора он обладает теми же свойствами, что и ровный скат  $\alpha_1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

Рис. 6. Формы скатов и их характеристики

Вогнутый скат круче к вершине и положе к подошве; в отношении обзора он обладает в основном теми же свойствами, что и ровный скат. *Выпуклый скат*, наоборот, положе к вершине и круче к подошве; его нижняя часть не просматривается с гребня, а верхняя часть – со стороны подошвы. *Волнистый скат* представляет собой сочетание скатов различной формы, в профиль он имеет вид извилистой линии. Разновидностью волнистого ската является *ступенчатый скат*. Такие скаты свойственны главным образом горному рельефу. Они отличаются значительной крутизной отдельных участков и резкими перегибами, образующими уступы.

Перегиб ската – это линия, вдоль которой изменяется его крутизна. Такие места наиболее выгодны для расположения пунктов наблюдения.

Уступ, или *терраса*, – это пологая, почти горизонтальная площадка на скате горы или хребта, имеющая вид большой ступени. В горах их выгодно использовать для размещения пунктов наблюдения и метеорологических постов (рис.7).

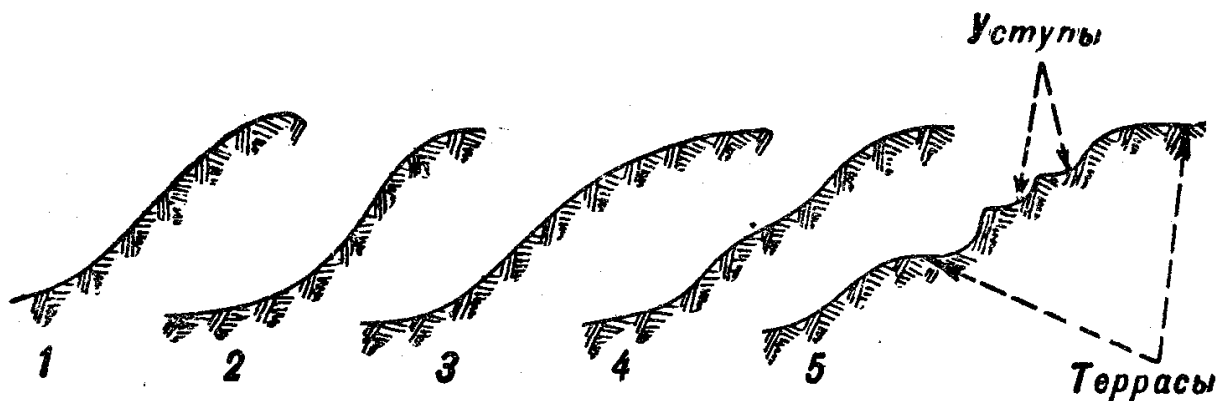


Рис. 7. Формы скатов:
1 – ровный; 2 – вогнутый; 3 – выпуклый; 4 – волнистый; 5 – ступенчатый

Топографические элементы местности

Характер местности определяется формой, размерами и пространственным размещением неровностей земной поверхности, а также количественным и качественным составом расположенных на ней объектов.

Об особенностях строения рельефа изучаемого района судят по начертанию и системе расположения на местности *характерных линий* и *точек рельефа*. К ним относятся водоразделы, водосливы, вершины гор и холмов, седловины. Эти характерные линии и точки образуют как бы скелет рельефа, определяющий общий характер и взаимосвязь всех его составных элементов. Лишь четко представляя себе, таким образом, общую конфигурацию рельефа, можно правильно оценить применительно к решаемой задаче значение, преимущества и недостатки отдельных неровностей.

Топографические элементы местности по признаку однородности их хозяйственного значения подразделяют на следующие основные группы: *рельеф, почвенно-грунтовый и растительный покров, гидрография* (реки, озера и прочие естественные и искусственные водоемы), *населенные пункты, дорожная сеть, промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты*.

2.2. Классификация местности по степени пересеченности и ее закрытости

Местность обычно подразделяют:

а) по степени пересеченности и изрезанности ее реками, каналами, озерами, оврагами, балками и тому подобными препятствиями, ограничивающими свободу передвижения, – на *пересеченную* (сильно-, средне- и слабопересеченную) и *непересеченную*;

б) по степени ее закрытости возвышениями рельефа и местными предметами (лесами, рощами, населенными пунктами), затрудняющими просматривание местности, – на *открытую*, *полузакрытую* и *закрытую*.

Типичными примерами *сильнопересеченной местности* являются горные и высокогорные районы, районы сильно развитого овражно-балочного рельефа, характерного для некоторых степных и лесостепных областей, а также озерно-речные районы. Сильнопересеченная местность отличается густой сетью труднопреодолимых препятствий, значительно ограничивающих ее доступность не только для спецмашин МЧС, но и передвигающихся в пешем порядке. Наличие таких препятствий требует выполнения значительных работ и применения специальных средств, облегчающих их преодоление.

Среднепересеченная местность в отличие от сильнопересеченной имеет также сплошную, но более редкую сеть препятствий, большинство которых без особых трудностей может преодолеваться машинами на гусеничном ходу.

Местность с незначительными или изредка встречающимися препятствиями, большинство из которых сравнительно легко преодолевается как гусеничными, так и колесными машинами, относится к *слабопересеченной*.

Местность всех этих видов может быть в различной степени открытой или закрытой.

К *открытой* относится более или менее ровная безлесная местность. Открытая местность обеспечивает хороший обзор. При соответствующем грунте она почти повсеместно доступна для всех видов спецмашин МЧС.

К *закрытой местности* относятся главным образом лесные районы, а также горные районы и районы с густой сетью населенных пунктов. На такой местности облегчается передвижение спецтехники, но зато сильно затрудняется ориентирование.

К *полузакрытой* относится местность, на которой закрытые пространства составляют около половины всей площади.

2.3. Классификация местности по характеру рельефа

По характеру рельефа местность подразделяют на равнинную, холмистую и горную.

Равнинная местность отличается более или менее ровной или слабо волнистой поверхностью с очень пологими скатами, не превышающими обычно $2-3^{\circ}$, и с незначительными колебаниями высот, редко превосходящими 20–30 м. Наиболее типичными для равнин положительными (возвышающимися) формами рельефа являются слабо выраженные, весьма пологие холмы, увалы и плоские междуречья. Однако равнины нередко бывают изрезаны руслами рек, оврагами и балками, которые могут сильно ограничивать скорость передвижения спецтехники. Чаще всего этим отличаются возвышенные равнины, особенно плоскогорья, поверхность которых зачастую бывает рассечена реками и другими водотоками, причем тем сильнее и глубже, чем выше расположена равнина.

Таким образом, различают *плоско-равнинную* и *равнинно-пересеченную местность*.

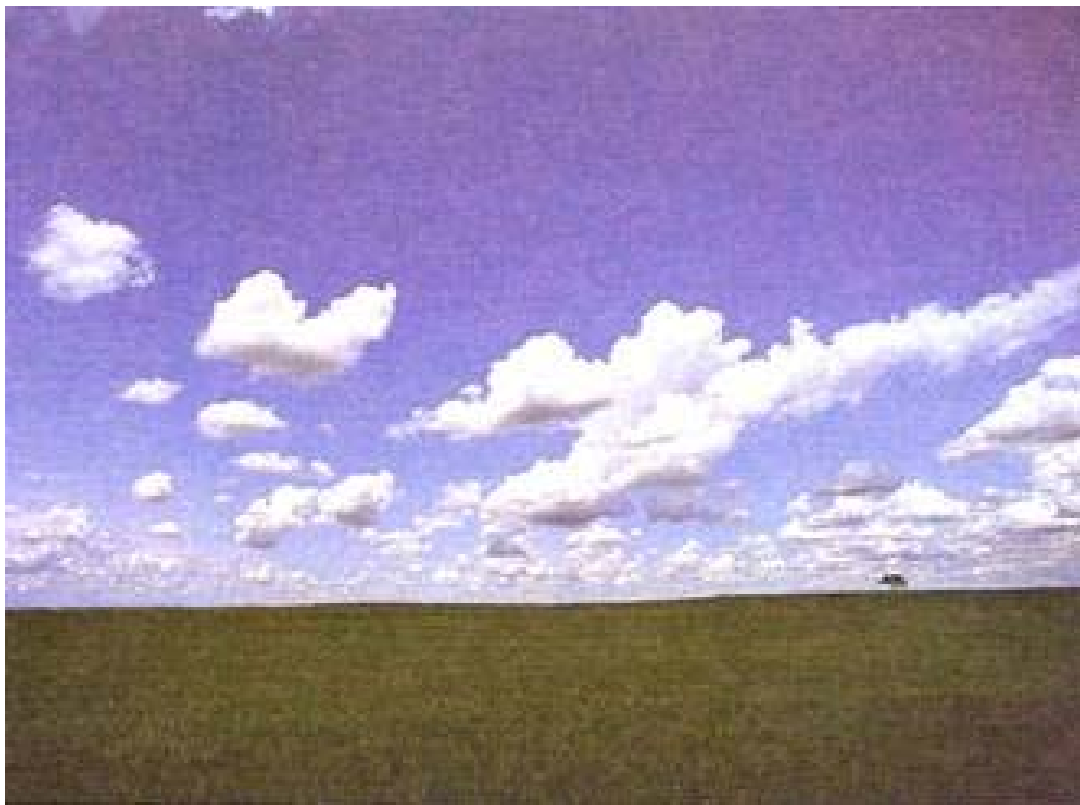
По своим свойствам равнинная местность весьма разнообразна. Она может быть залесенной, иметь песчаную или заболоченную поверхность и, будучи в различной степени пересеченной, закрытой или открытой, обладать разнообразными свойствами, присущими этим разновидностям местности.

На равнинной открытой местности важное значение приобретают даже самые мелкие неровности рельефа. Превышения в несколько метров здесь зачастую имеют гораздо большее значение, чем превышения в десятки и сотни метров в условиях горной местности.

Холмистая местность имеет резко выраженную волнообразную поверхность, образованную холмами, увалами с их ответвлениями и разделяющими их долинами, лощинами и балками. Холмистый рельеф отличается округлыми и пологими формами, крутизна скатов которых в среднем не превышает 5° , а относительная высота – нескольких десятков метров. Однако в ряде случаев, например в сильнопересеченных предгорных районах, колебания высот могут достигать 100 м и более.

По характеру рельефа холмистая местность является полузакрытой и средне- или слабопересеченной. Встречаются, однако, и сильнопересеченные районы, изрезанные густой сетью рек, озер или оврагов.

Ниже приведены виды местности в зависимости от характера рельефа.



Равнинная открытая местность (степная)



Холмистая закрытая пересеченная местность (озерно-лесная)



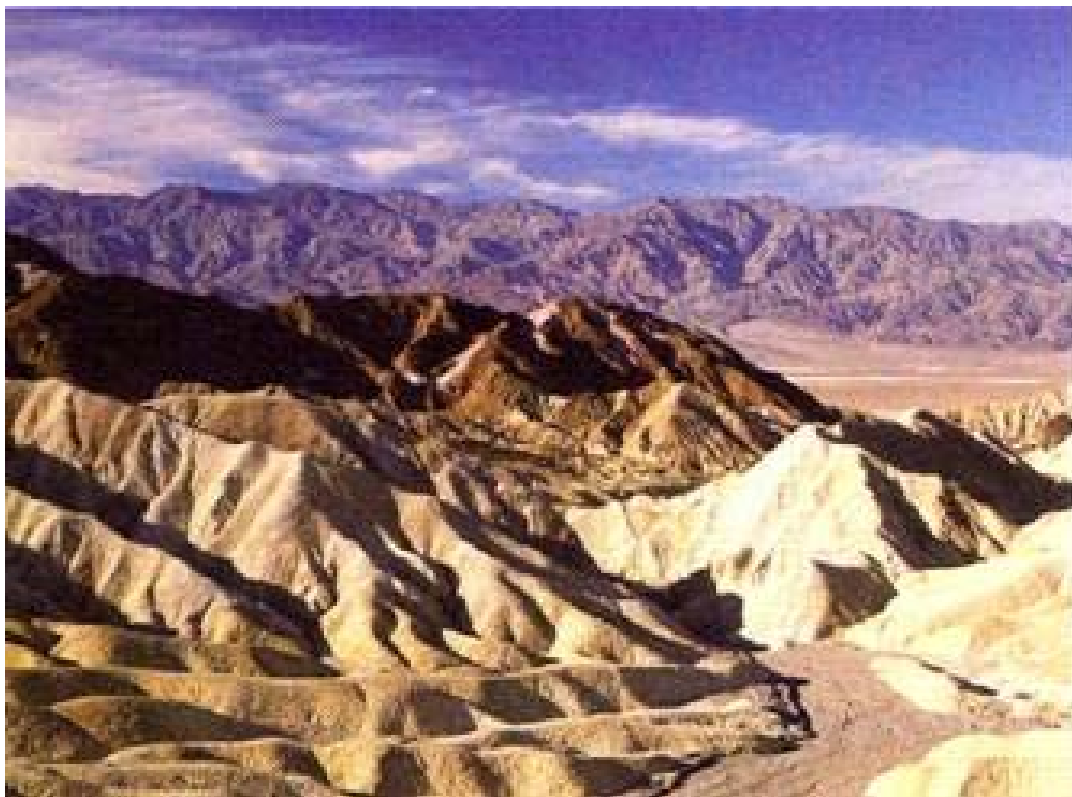
Холмистая открытая местность (песчано-пустынная)



Холмистая полузакрытая местность



Холмистая полузакрытая пересеченная местность (овражно-балочная)



Горная местность



Болотистая местность

Горная местность отличается наибольшей сложностью и разнообразием рельефа, который наряду с другими присущими ей специфическими природными условиями намного осложняет выполнение поисково-спасательных работ. Поэтому особенности горной местности требуют более подробного рассмотрения.

Горный рельеф обычно представляет собой систему хребтов и их отрогов, перемежающихся с глубокими продольными и поперечными долинами. Горные хребты чаще всего располагаются в несколько рядов или же расходятся веерообразно от *горных узлов*. Иногда встречаются *горные массивы*, одинаково развитые как в длину, так и в ширину. Пониженные участки среди гор нередко представляют обширные приподнятые равнины – *горные плато*.

Разновидности горной местности по высоте и преобладающим формам рельефа характеризуются данными, приведенными в табл. 3.

Для горной местности характерны ограниченное количество дорог, особенно автомобильных, и населенных пунктов, большое разнообразие климатических условий и растительности, преобладание каменистых и скальных грунтов, трудных для разработки.

Горные дороги в большинстве случаев узки и извилисты, с резкими поворотами, серпантинами, крутыми подъемами и спусками. Горные дороги, особенно выючные дороги и тропы, часто проходят по узким карнизам, крутым косогорам и имеют много других затруднительных для движения мест (каменные осыпи, переходы через горные потоки и т.п.). Проходимость горных дорог сильно зависит от погоды. Зимой на них часто бывает гололед, а в ущельях, узких лощинах и на перевалах – глубокие снежные заносы, без расчистки которых дороги непроходимы.

Для большинства гор, за исключением горно-пустынных районов, бедных водой, типично обилие сравнительно узких, но бурных и зачастую труднопроходимых рек.

Т а б л и ц а 3

Классификация горной местности по высоте

Разновидности местности (абсолютная высота)	Относительные высоты; преобладающая крутизна скатов	Преобладающие формы рельефа и другие характерные особенности
Низкие горы (500 – 1000 м)	До 500 м; 5 – 10°	Округлые, пологие формы рельефа; крутые, с резкими перегибами скаты сравнительно редки. По своему строению, доступности низкогорье иногда мало отличается от холмистой местности.
Средневысотные горы (1000 – 2000 м)	До 1000 м; 10 – 25°	Округлые, сглаженные и пологие формы вершин и гребней. Скаты в большинстве плавные, но крутые и труднодоступные для колесных, а нередко и для гусеничных машин, иногда заросшие лесом и кустарником. Имеются скалистые участки, глубокие каменистые речные русла, ущелья, каменные осыпи. Перевалы на высоте 700 м и более.
Высокие горы (выше 2000 м)	Выше 1000 м; Более 25°	Скалистые зубчато-островерхие гребни гор, в большинстве лежащие выше снеговой линии (вечные снега, ледники); глубокие, ветвистые долины с частыми выходами обнаженных каменных пород, изобилующие скалами и осыпями. Преобладающая крутизна скатов – 30°, а у отдельных пиков и на склонах некоторых долин – до 35° и более, особенно на скалистых участках, для которых характерны очень крутые и обрывистые скаты. Нижняя часть гор покрыта лесом. Перевалы на высоте 1000 – 3000 м, чаще всего закрыты большую часть года снегами.

Горные реки отличаются высокими обрывистыми берегами и каменистыми руслами, сплошь усеянными крупными валунами и галькой. Для них характерны частые и резкие подъемы воды – *паводки*. Реки, питающиеся талыми водами снегов и ледников, имеют, помимо весенних половодий, еще два паводковых периода – в середине лета (от интенсивного таяния ледников) и осенью (от обильного выпадения осадков). Кроме того, бурные внезапные паводки могут возникать после каждого большого дождя, поднимая уровень воды в реках и ручьях иногда на 1-3 м. Быстрый подъем уровня воды увеличивает скорость течения, которая может дости-

гать 6-7 м/с и более. Эти мощные потоки перекатывают по дну большие валуны и камни, могут опрокидывать автомобили. Во время паводков переправа вброд через многие реки становится особенно трудной и опасной.

Летом на реках, питающихся талыми водами, менее значительные паводки происходят ежедневно – во второй половине дня, когда усиливается в горах таяние снегов и ледников. В связи с этим переправляться вброд через такие реки безопаснее в утренние часы. Наиболее доступны для переправы расширенные или разветвленные участки русла, где глубина и скорость течения меньше. Зимой горные реки из-за быстрого течения обычно не замерзают, но мелеют и не представляют серьезных препятствий.

При работе в горах, особенно в высокогорных районах, необходимо считаться с такими природными явлениями, как снежные заносы, лавины, камнепады, ледовые обвалы. Внезапно обрушивающиеся во время обвалов массы снега, камней или льда могут причинять большие разрушения, поражать людей и технику, создавать труднопроходимые завалы. В ущельях они могут засыпать русла рек и вызывать наводнения. Поэтому, чтобы своевременно принимать меры предосторожности, каждый спасатель, действуя в горах, должен знать об этих опасностях: когда, отчего они происходят и как распознать опасные места.

При работе в районах, подверженных обвалам и затоплению паводковыми водами, надо заблаговременно узнавать такие места и по возможности избегать их при расположении. При необходимости перейти лавиноопасный или угрожающий камнепадом склон следует выбирать путь в верхней его части.

Горная местность, затрудняя передвижение вне дорог, ограничивает, но не исключает применение гусеничной техники. Местами, наиболее доступными для их движения, являются долины, горные плато, русла неглубоких рек, перевалы и сравнительно пологие гребни гор.

Горный рельеф изобилует крутыми склонами, узкими, извилистыми и глубокими оврагами, ущельями, пещерами.

В горах затрудняется ориентирование. Ориентироваться приходится главным образом по рельефу – по характерным, видимым издали вершинам, наиболее приметным скалам, седловинам и особенно по направлению хребтов, лощин, русел рек, а также по направлению дорог и троп. Чтобы не запутаться в горном лабиринте, надо всегда ясно представлять себе по памяти схему района предстоящих работ – взаимное расположение основных хребтов с их отрогами, долин и других важнейших элементов рельефа, а также начертание речной и дорожной сетей. Для лучшего запоминания эти данные полезно изображать графически – в виде схемы водоразделов и других характерных линий и точек рельефа.

При работе в горах резко возрастает значение предварительного изучения местности, особенно рельефа. Важнейшими объектами изучения местности при этом являются: перевалы, горные проходы, теснины и ущелья с прилегающими к ним высотами, дорожная сеть, труднопроходимые участки и естественные препятствия, пути их обхода, командные высоты и подходы к ним, места для оборудования переправ через горные реки, лавиноопасные и подверженные камнепадам участки.

2.4. Почвенно-грунтовый покров

Почвенно-грунтовой покров, или *грунт*, – обобщенное название верхнего слоя земной поверхности, с которым непосредственно соприкасается человек в своей повседневной хозяйственной деятельности. Верхний слой рыхлого грунта, обладающий плодородием, называется *почвой* (растительный грунт, земля).

Грунт учитывается, прежде всего, как один из основных показателей проходимости местности и трудоемкости земляных работ. От качества грунта в определённой степени зависят условия выполнения строительно-монтажных работ, например образование пыли.

Классификация и характеристика грунтов. Основными признаками, по которым производится оценка грунтов, являются их физическое состояние (твёрдость, связность), механические свойства (прочность, устойчивость в откосах, пылеватость) и отношение к воде (водопроницаемость, размокание, вязкость).

По физическому состоянию грунты подразделяются на твёрдые и рыхлые. *Твёрдые грунты*, в свою очередь, подразделяются на скальные и полускальные.

К *скальным грунтам* относятся сплошные каменные массивы, сложенные монолитными кристаллическими или прочно сцементированными и отвердевшими осадочными породами (граниты, базальты, песчаники и др.). Скальные грунты, если не имеют трещин, водонепроницаемы и невлагоемки, допускают откосы любой крутизны. Они затрудняют производство инженерных работ, ограничивают возможность использования спецтехники, требуют для разработки применения взрывчатых веществ.

К *полускальным* относятся твёрдые грунты, поддающиеся, хотя и с трудом, разработке киркомотыгами, ломami и другим разрыхляющим шанцевым инструментом. Эту группу составляют грунты, сложенные сильно растрескавшимися, слоистыми, слабо цементированными и другими породами пониженной прочности (гипс, туфы, сланцевые глины, известняки, мергели, мел и др.). К ним относят также мерзлые грунты.

Рыхлые грунты представляют собой механические смеси обломков и частиц горных пород различных размеров. К ним относятся также

болотные и торфяные грунты, состоящие в основном из малоразложившихся растительных остатков.

К главнейшим признакам, характеризующим прочность и связность рыхлых грунтов, их отношение к воде и поведение под воздействием внешних усилий, относится механический состав грунта, т.е. количественное (весовое) соотношение в нем обломков и частиц различных размеров. Эти обломки и частицы, слагающие грунты, имеют различные названия в зависимости от своих размеров и формы.

По механическому составу и размерам слагающих их частиц рыхлые грунты подразделяются на каменистые, песчаные, супесчаные, глинистые, суглинистые и лёссовые.

Каменистые грунты (галечные, щебенистые и пр.) легко различаются по внешнему виду. Их свойства в значительной степени зависят от качества мелкозернистого материала (глина, пыль, песок), заполняющего промежутки между обломками породы. Обычно эти грунты отличаются прочной несущей способностью. Они образуют твердое дорожное полотно, допускающее интенсивное движение гусеничных и колесных машин при любой погоде. Однако крупные обломки затрудняют движение по целине, ускоряют износ гусениц и скатов машин.

По трудности разработки каменистые грунты весьма различны. Так, мелкий и средний гравий, дресва относятся к категории *слабых грунтов*, сравнительно легко разрабатываемых лопатами. Грунты, требующие при разработке частичного применения кирок и ломов (крупный гравий, мелкая галька и щебень), относятся к *средним грунтам*. Крупнообломочные грунты, плотная глина со щебнем, галькой и крупными камнями, поддающиеся разработке вручную лишь с помощью ломов, клиньев, кирок, относятся к категории *тяжелых грунтов*. Трудоемкость отрывки вручную средних грунтов примерно в 1,5 раза, а тяжелых – в 3-6 раз больше, чем трудоемкость отрывки слабых грунтов.

Песчаные грунты допускают движение машин при любой погоде, но в сухое время создают трудные условия для движения, так как колеса в них глубоко вязнут. Во влажном состоянии песок уплотняется и проходимость значительно улучшается. Пешее передвижение по песку сильно утомляет рабочих. Особенно неблагоприятны для движения сыпучие пески, которые во многих местах бывают непроходимы для автомобилей.

По трудности разработки пески относятся к слабым грунтам. Однако земляные работы в них, несмотря на легкость отрывки грунта, усложняется тем, что необходимо тщательно крепить откосы.

Супесчаные грунты по сравнению с другими мелкозернистыми и глинистыми грунтами отличаются наилучшими дорожными свойствами. Они проезжие при любой погоде, но обладают, как и пески, лучшей проходимостью во влажном состоянии. Образуют при хорошем содержа-

нии дорог твердое и ровное дорожное полотно, слабо размокающее при увлажнении. После дождя быстро просыхают.

Супесчаные грунты легко поддаются разработке лопатами и относятся к категории слабых грунтов.

Суглинистые грунты располагаются чаще всего на водораздельных участках равнинных рек, образуя обычно сплошной покров междуречий, и отсутствуют в речных долинах.

Грунтовые дороги, проложенные по такому грунту, в сухом состоянии сильно пылят. При увлажнении размокают, образуют колеи и выбоины, но просыхают сравнительно быстро. В периоды весенней и осенней распутицы становятся труднопроходимыми.

Суглинки в сухом состоянии хорошо держат откосы. По трудности разработки легкие суглинки относятся к слабым грунтам, а тяжелые – к средним.

Глинистые грунты отличаются пластичностью и слабой водопроницаемостью. В сухом естественном состоянии очень плотны и тверды.

Глинистые грунты отличаются весьма низкими дорожными свойствами. В сухую погоду разъезженные дороги очень сильно пылят, а в непогоду сильно размокают, покрываются липкой грязью, глубокими колеями и рытвинами, наполненными водой. Во время весенней и осенней распутицы зачастую становятся непроходимыми.

В сухом состоянии глинистые грунты хорошо держат вертикальные стенки, но легко размываются и оплывают от воды. По трудности разработки жирная глина относится к средним грунтам.

Лёссовые грунты распространены в областях с засушливым и, как правило, теплым климатом (в южных районах РФ). Они обычно слагают широкие водораздельные пространства, залегая большей частью под почвенным слоем.

В сухом естественном состоянии лёсс обладает значительной прочностью и способностью сохранять устойчивость даже в вертикальных откосах. Однако при увлажнении он быстро размокает и теряет эту устойчивость.

Лёссовые грунты отличаются низкими дорожными качествами. При интенсивном движении в сухое время грунтовые дороги сильно пылят, покрываются толстым слоем пыли, сильно затрудняющим движение. В дождливую погоду и в период распутицы образуют труднопроходимую грязь. По трудности отрывки вручную лёсс относится к средним грунтам.

Практический интерес представляет самый верхний слой грунта, образующий почву. Толщина почвенного покрова обычно не превышает 1,5–2 м.

По механическому составу почвы подразделяются на те же виды, что и рыхлые минеральные грунты. Однако по своим физико-техническим

свойствам они могут значительно отличаться от грунта, из которого образованы и который их подстилает. Это зависит от содержания в почвах *гумуса* – специфичных органических веществ, представляющих собой продукты распада растительных и животных остатков. Считают, что гумус повышает связность песчаных почв и липкость, вязкость глинистых и лёссовых в несколько раз больше, чем глинистые частицы. Наиболее богаты гумусом черноземы, а также бурые и серые лесные почвы. Поэтому при увлажнении они быстро и сильно размокают, становятся чрезвычайно вязкими, труднопроезжими и в этом отношении относятся к числу наиболее трудных почв.

В некоторых районах почвенно-грунтовые условия являются основным показателем свойств местности. Наиболее характерны в этом отношении пустынно-степная и болотистая местность.

Пустынно-степная местность. К этому виду местности относятся сухие пустыни, полупустыни и степи. Общими их особенностями являются: крайняя засушливость и резкая континентальность климата, обширность открытых безлесных пространств, весьма бедных водой, слабая их обжитость, бездорожье и большое своеобразие почвенно-грунтовых условий. Наиболее резко эти черты выражены в пустынях.

Для климата сухих пустынь характерны изнуряющее знойное лето и холодные зимы с неустойчивым и маломощным снежным покровом, резкие суточные колебания температуры, а также частые и сильные ветры, особенно днем, нередко достигающие ураганной силы.

Природные условия полупустынь и степей менее суровы, но в общем характеризуются теми же чертами.

Большинство пустынь представляет собой холмистую или равнинную местность. Реже встречаются горно-пустынные районы.

По характеру грунта различают пустыни песчаные, глинистые, лёссовые, каменистые, солончаковые. Наиболее распространены песчаные пустыни – необозримые пространства, почти сплошь покрытые различными по величине и форме песчаными холмами и грядами, носящими общее название дюн.

Пески, могут быть сыпучими, перевеваемыми ветром, или же закрепленными в той или иной степени растительностью, что сказывается отчасти и на форме дюн. В зависимости от этого различают следующие основные типы песков: барханные, грядовые и бугристые.

Барханными называются сыпучие пески, отличающиеся своеобразной серповидной формой дюн – *барханов* (рис. 8). Своей выпуклой, пологой (5-10°) поднимающейся стороной барханы обращены в сторону господствующих ветров. Вогнутая, подветренная сторона у них крутая (30-35°). Высота барханов обычно не превосходит 10 м, но встречаются и более крупные – до 3040 м высотой и до 200-300 м в поперечнике. В большин-

стве случаев барханы располагаются скученно, образуя сложные цепи и гряды, высота которых в отдельных местах может достигать 100 м. Сыпучий песок и крутые скаты делают барханы труднопроходимыми, а местами и не проходимыми не только для колесных, но и для гусеничных машин.

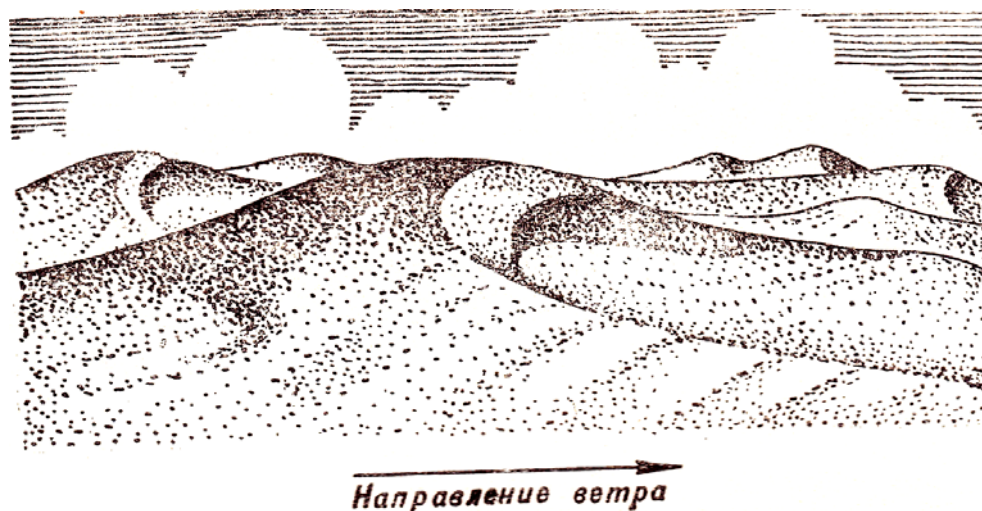


Рис. 8. Барханы

Пески остальных типов обычно закреплены травянистой или кустарниковой растительностью, которая хотя и не образует сплошного покрова, но повышает их несущую способность. Поэтому в сравнении с сыпучими песками они более благоприятны для передвижения, а также выполнения поисково-спасательных работ.

Бугристые пески характерны для районов с неустойчивым направлением ветров, меняющимся в течение года. Они обычно закреплены кустарниковой растительностью и отличаются хаотическим расположением песчаных бугров разнообразной формы с пологими, всюду доступными скатами. Высота бугров обычно не превышает нескольких метров.

Грядовые пески – наиболее распространенный в пустынях тип закрепленных песков. Они отличаются от бугристых песков более крупными и резко выраженными формами дюн в виде длинных, вытянутых по направлению господствующих ветров параллельных гряд с промежуточными перемычками. Гряды имеют более или менее симметричные боковые скаты крутизной до 20° и высоту 10–15 м, реже 20–30 м. Длина гряд может достигать нескольких километров.

В межгрядовых понижениях часто располагаются глинистые участки – *такыры*. Они отличаются ровной, гладкой поверхностью, состоящей из растрескавшихся глинистых плит. От дождя и талой воды такыры быстро размокают и становятся труднопроходимыми.

В пустынях, полупустынях и степях значительные площади бывают заняты засоленными почвами – *солонцами* и *солончаками*, которые в увлажненном состоянии становятся весьма труднопроходимыми.

Пустыни на глинистых, лёссовых и каменистых (щебеночных, галечных) грунтах, а также полупустыни и степи представляют собой преимущественно равнинную местность. В полупустынях и лёссовых пустынях преобладают лёссово-сероземные почвы. В полупустынях и степях с развитым поливным земледелием серьезное препятствие для передвижения техники может представлять густая сеть оросительных каналов.

К особым условиям здесь относятся также чрезвычайная ограниченность местных ресурсов воды и топлива.

Слабая обжитость, бездорожье и однообразие пустынно-степных пространств с их маловыразительными формами рельефа и весьма малым количеством местных предметов затрудняют ориентирование. Трудности ориентирования вызываются также частыми и резкими ухудшениями видимости из-за пыли и сильного *марева*^{*}, а в песчаных пустынях, кроме того, передвижкой сыпучих и слабо закрепленных песков. Песок, перемещаясь под действием ветра, засыпает дороги и тропы, изменяет формы неровностей и общий вид поверхности пустыни. В пустынях значительные ошибки в визуальном ориентировании могут вызываться также *миражами*. Ориентироваться в пустынях приходится главным образом по компасу, небесным светилам и удаленным ориентирам, а также по различным местным признакам, в частности по направлению господствующих ветров и по связанным с этим расположению и форме дюн.

К основным объектам и ориентирам, с максимальной полнотой отображаемым на картах пустынь, относятся дороги и караванные пути, курганы и другие элементы рельефа, выделяющиеся по своим размерам или форме, такыры, колодцы, русла высохших рек, оазисы, развалины, мазары^{*} и другие сооружения, связанные с религиозными культами.

Важнейшими объектами изучения пустынно-степной местности обычно являются почвенно-грунтовой покров (особенно проходимость, пылеватость грунтов в зависимости от фактических и ожидаемых метеорологических условий), дорожная сеть, труднопроходимые участки и естественные препятствия, пути их обхода, ориентиры.

Первостепенное значение в пустынях имеет также изучение водоисточников. Основными признаками для нахождения водоисточников служат направление дорог и троп, следы животных, иногда направление полета птиц. На близость залегания грунтовых вод может указывать более светлая и высокая растительность, наличие мошкары и большое количество нор животных.

^{*} Марево – пылеватая дымка (сухой туман) и резкое колебание воздуха, ухудшающие видимость и искажающие очертание наблюдаемых издали предметов. Особенно сильно проявляется в пустынях летом. В дневное время видимость быстро ухудшается через 2-3 часа после восхода солнца, особенно при наблюдении против солнца, и продолжает ухудшаться по мере повышения температуры воздуха.

^{*} Мазар – мусульманская часовня.

Болотистая местность. К этому типу местности относятся участки земной поверхности, почти сплошь или в значительной своей части занятые избыточно увлажненными почвами. Постоянная или временная заболоченность чаще встречается на равнинах и в долинах, иногда на водоразделах и реже на скатах неровностей.

Болотистую местность подразделяют на собственно болота и заболоченные земли.

К *болотам* относят избыточно увлажненные участки со слоем торфа более 30 см в неосушенном состоянии. При мощности торфа более 50 см болота называются *торфяниками*.

К *заболоченным землям* относят избыточно увлажненные участки со слоем торфа менее 30 см или вовсе без торфяного слоя: мокрые солончаки – *шоры*, а также заболоченные и обычно заросшие камышом или тростником речные поймы и дельты рек – *плавни*.

Характерную особенность болотистой местности составляют: слабая обжитость, неблагоприятные дорожные условия, обилие труднопроходимых, а порой и непроходимых участков.

По условиям водного питания и растительному покрову различают низинные, верховые и переходные болота.

а) **Низинные болота** приурочены к понижениям рельефа, имеют плоскую, иногда слегка вогнутую поверхность. Они питаются главным образом грунтовыми или полыми водами, которые постоянно или периодически их затопляют. Чаще всего такие болота располагаются в поймах рек, озерных котловинах и нередко представляют собой заболоченные старые речные русла. Низинные болота обычно сильно увлажнены, труднопроходимы; большинство из них не просыхает летом, многие круглый год бывают покрыты водой. На них растут осока, камыш, вахта (трилистник), рогоз и другие травянистые растения, зеленый мох, а из кустарников – преимущественно ива.

Травянистые низинные болота часто бывают внешне похожи 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.

У *камышовых* (тростниковых) *болот* характерную особенность составляет постоянный слой воды на поверхности.

Общим признаком *лесных низинных болот* является наличие древесной, обычно угнетенной и низкорослой растительности, состоящей большей частью из ели, ольхи, березы и ивы. Лесные болота бывают сильно обводнены и топки в сырые сезоны года. Преобладание черной ольхи и бедный травяной покров свидетельствуют об очень сильной затопляемости болота весной и слабом его дренировании летом. Признаком сильного обводнения болота и длительного застоя воды является также наличие на

нем из древесной растительности лишь отдельных, сильно угнетенных берез.

б) **Верховые болота** (моховые) отличаются от низинных тем, что располагаются выше горизонта грунтовых вод, чаще всего на водораздельных пространствах; питаются главным образом за счет атмосферных осадков и имеют выпуклую в центре поверхность; у некоторых болот превышение центральной части над окраинной полосой достигает 10 м.

Растительный покров таких болот составляют: белый и бурый мох, образующий довольно связную пружинящую дернину – подушку над торфяным слоем; осока, пушица и мелкие кустарнички – багульник, черника, клюква и др. Из древесных пород чаще встречаются сосна и лиственница. У крупных верховых болот нередко облесены краевые склоны, в центральной же части обычно встречаются лишь одиноко растущие сильно угнетенные деревья. Окрайки верховых болот почти всегда обводнены сильнее, чем их середина, и вода здесь часто стоит на поверхности. Это иногда может создать ошибочное представление о степени проходимости болота. В сухое время года даже по неосушенному моховому болоту часто бывает возможно движение не только пешеходов, но и гусеничных машин. Встречаются, однако, моховые болота с большим количеством топких мочажин и небольших озер, большей частью открытых, но частично заросших зыбуном, которые могут сильно затруднять даже пешее передвижение.

в) **Переходные болота** по своим свойствам имеют промежуточный характер и смешанные признаки низинных и верховых болот.

По своему строению низинные, верховые и переходные болота подразделяются на следующие типы (рис. 9):

а) *Сплошные торфяные болота*, у которых сплошная торфяная подушка покрывает более или менее твердом грунте. При плотном торфе такие болота по сравнению с другими наиболее проходимы.

б) *Топяные болота* (зыбуны, сплавинные болота), у которых зыбкий, колеблющийся под ногами торфяной покров (зыбун, сплавина) покрывает на полужидком, студнеобразном основании, на иле, а иногда плавает на воде (сплавинное болото). Топяные болота наиболее труднопроходимы, а часто и непроходимы, особенно сплавинные. Отличительным признаком топяных болот является их безлесность; встречающийся на них кустарник и отдельные чахлые деревца бывают обычно высотой не более 2 м.

Болота редко бывают одинаково проходимы на всем своем протяжении и в разное время года. Многие из них, труднопроходимые летом, зимой замерзают и делаются легкопроходимыми, а легкопроходимые в сухое время года становятся труднодоступными в периоды весенней и осенней распутицы.

Поверхность некоторых болот бывает обманчива: часто топкий или водяной поверхностный слой неглубок и покрывает твердый грунт, и,

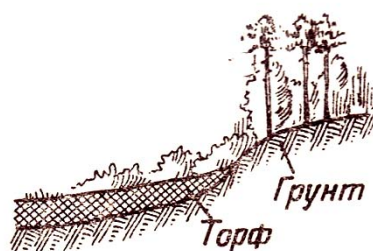
наоборот, кажущаяся прочной поверхность легко прорывается под тяжестью человека. Небольшие зеленые участки на безлесном болоте, кажущиеся твердыми островками, служат обычно признаками особо вязких и топких мест.

1. Сплошные торфяные болота

Верховое болото



Низинное болото



II. Топяные болота

Зыбун



Полужидкая студнеобразная масса или ил

Сплавинное болото



Рис. 9. Строение болот различных типов

2.5. Леса

Особые свойства леса заключаются в том, что он придает местности закрытый характер и существенно влияет на условия проходимости. Залесенность ограничивает обзор, затрудняет ориентирование.

Свойства леса зависят от его размеров, формы и густоты, от породы и толщины деревьев, развитости крон, а также от характера рельефа, почвогрунта, наличия и качества дорожной сети.

По форме различают леса *одноярусные*, не имеющие подлеска, и *многоярусные* (рис. 10), в которых кроны деревьев и кустарники образуют два,

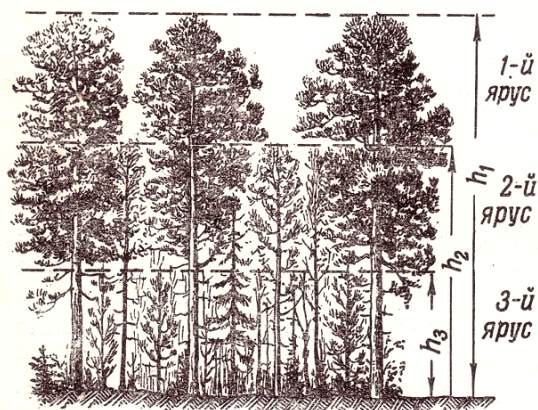


Рис. 10. Ярусность леса
(h – высота яруса)

три, а иногда и четыре яруса. Примером двухъярусного леса может служить лес, состоящий из сосны, образующей своими кронами верхний ярус, и елового или лиственного подлеска, составляющего нижний ярус.

По густоте и сомкнутости крон деревьев леса подразделяют на следующие виды (рис. 11):

а) *Сплошной, или очень густой, лес.* В нем кроны деревьев смыкаются, образуя сплошной полог. Сильно заросший кустарником, засоренный буреломом сплошной лес является значительным препятствием для движения спецтехники.

б) *Густой лес* – такой, в котором расстояния между кронами не превосходят их диаметра. Густой спелый лес ограничивает применение дорожной спецтехники. В нем, как и в сплошном лесу, требуется значительная работа по расчистке дорог.

в) *Редкий лес, или редколесье.* Это такой лес, в котором расстояния между кронами деревьев в два или более раз превышают их диаметр. Местность здесь хорошо просматривается, позволяет при достаточно твердом грунте осуществлять передвижение спецтехники.

По возрасту леса подразделяются на такие виды:

а) *молодой, или жердневый, лес,* высота деревьев которого не превышает 4-6 м, а толщина деревьев не более 10 см. Обычно такой лес очень густой, вследствие чего при отсутствии дорог оказывается препятствием для передвижения гусеничной спецтехники;

б) *средневозрастной лес,* высота деревьев которого более 6 м, толщина до 20 см. Он может преодолеваться гусеничной техникой;

в) *спелый лес,* толщина деревьев которого более 20-25 см. Местность, где преобладают крупные, толстые деревья. Непреодолима гусеничной спецтехникой.

По породе деревьев леса подразделяют на *лиственные, хвойные и смешанные.* Из хвойных пород лишь лиственница имеет опадающую на

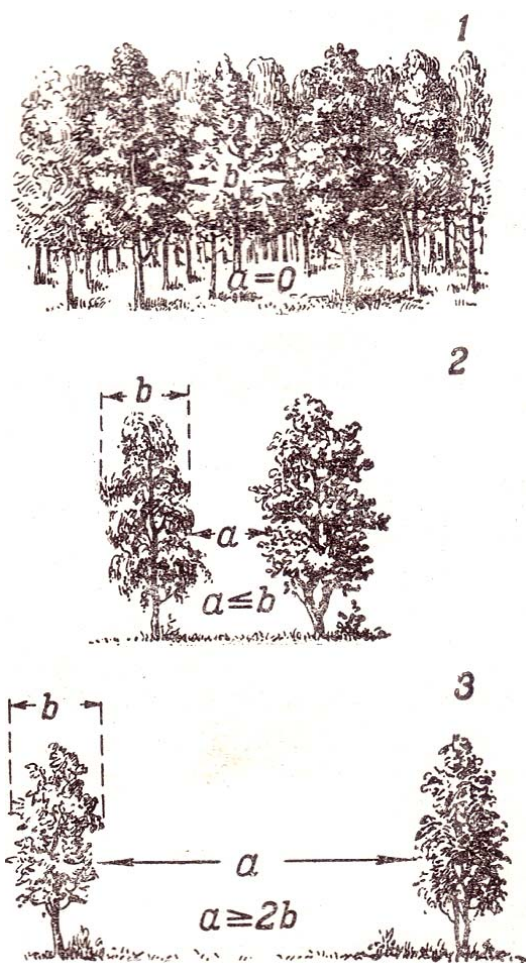


Рис. 11. Густота леса:
1 – сплошной, или очень густой, лес; 2 – густой лес; 3 – редколесье;
 a – промежуток между кронами;
 b – диаметр кроны

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

Для суждения о почвенно-грунтовом покрове и проходимости лесной местности полезно иметь в виду, что лиственным лесам более свойственны так называемые бурые и серые лесные почвы преимущественно глинистого минерального состава, а широколиственным лесам – также и почвы черноземного типа. Для хвойных лесов более характерны дерново-подзолистые почвы. Сосна более сухолюбива и предпочитает почвы песчаного состава, а ель – влажные, глинистые почвы. Еловые леса к тому же отличаются более густым древостоем, менее устойчивы против ветра и поэтому обычно сильнее других лесов бывают загромаждены буреломом. Ель имеет более густую по сравнению с сосной крону и низко расположенные по стволу сучья. Все это ухудшает видимость и затрудняет движение в ельнике. Влажный лесной воздух способствует образованию обильной росы и инея. Частые туманы в лесах затрудняют наблюдение и ориентирование.

В лесах нередко возникают пожары. Надежной преградой на пути распространения лесного пожара могут служить противопожарные разрывы – полосы шириной 5–10 м, которые надо заблаговременно расчищать от сухой травы, хвои, листьев и валежника.

2.6. Реки, дорожная сеть и населенные пункты

2.6.1. Реки

Общее строение речных долин показано на рис. 12. Каждая речная долина имеет *русло*, являющееся ложем реки. В периоды половодья 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 – *перекатов*. На широкой многоводной реке поперек ее русла может быть не одна, а несколько котловин, различных по глубине и размерам.

Русло реки образует *излучины*. У вогнутых участков берега глубина бывает всегда наибольшей; здесь течение воды быстрее, поэтому она подмывает берег и углубляет русло. Наоборот, у противоположного, выпуклого берега течение замедляется, благодаря чему в этом месте оседают наносы, образующие *отмели*. Таким образом, на извилистых реках *фарватер* (т. е. ось реки, проходящая над самой глубокой частью русла) проходит не посередине, а перемещается от одного берега к другому. Вогнутый берег русла реки, как правило, выше и круче проти-

воположного, выпуклого, а прилегающая к нему пойменная часть речной долины уже, чем на противоположном берегу.

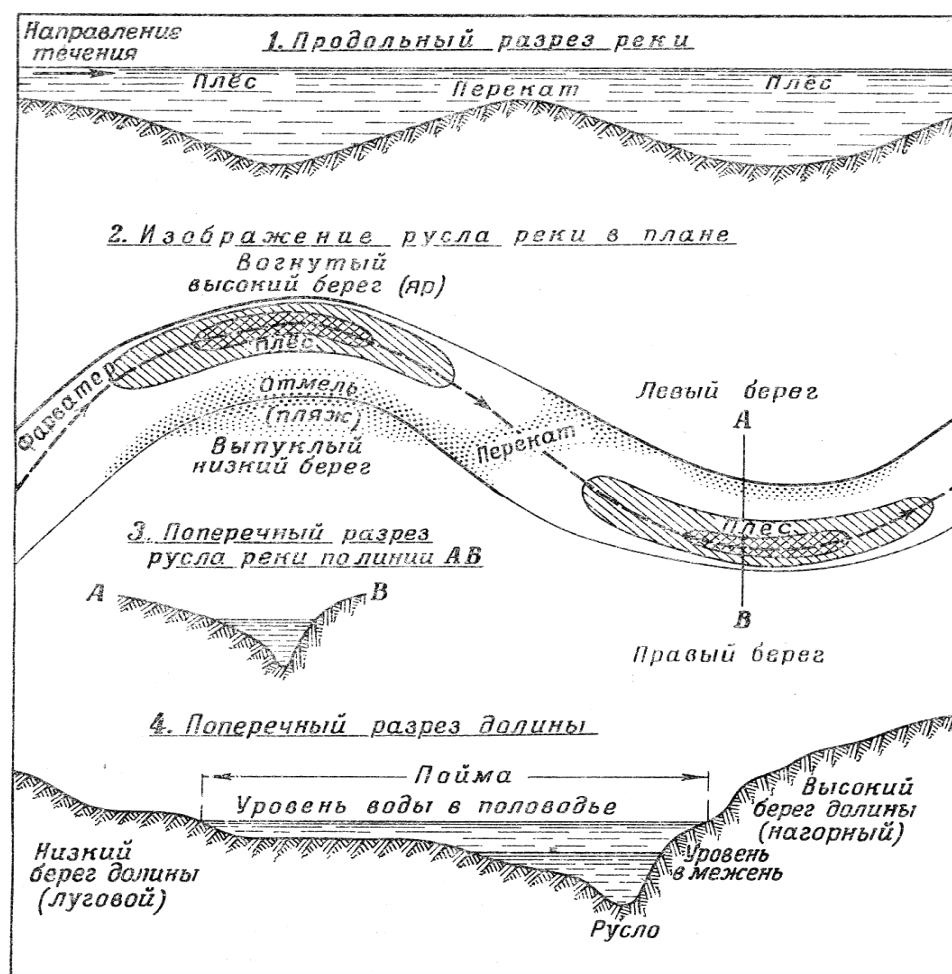


Рис. 12. Строение речной долины и русла

Русло реки занимает в долине относительно небольшое пространство, пойма же обычно бывает значительных размеров. Так, у равнинных рек ширина поймы иногда достигает 10–15 км, а местами и больше. На поверхности таких пойм четко выделяется прирусловая, более возвышенная часть. Она часто представляет собой вал, сложенный песчаными отложениями и возвышающийся на несколько метров над остальной поверхностью. Центральная часть поймы обычно изрезана старицами, протоками и нередко бывает заболочена.

Значение рек как естественных рубежей и препятствий определяется в топографическом отношении их шириной, глубиной, скоростью течения и другими свойствами. Чем шире и глубже река, чем быстрее ее течение и труднее подходы к ней.

Реки по ширине принято подразделять на узкие – до 60 м, средние – от 60 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/с¹.

Средняя скорость течения у относительно небольших и спокойных равнинных рек чаще всего бывает порядка 0,5-0,6 м/с, у крупных рек она достигает обычно 1-2 м/с, а у горных рек – 3-5 м/с и более. Скорость течения так же, как и глубина, ширина и другие свойства реки, неодинакова на различных ее участках. Она всегда значительно меньше у берегов, чем на фарватере; меньше на расширенных участках (плёсах), чем на суженных, а также у выпуклых берегов излучин по сравнению с вогнутыми их берегами. Скорость течения и другие свойства реки изменяются также и во времени в зависимости от сезонно-климатических и погодных изменений режима реки и количества воды в ней. Поэтому при организации форсирования и выборе пунктов переправ тщательное изучение реки с учетом возможного изменения ее свойств в зависимости от метеорологических и других условий имеют особо важное значение.

Минимальные скорость течения, глубина и ширина рек бывают в *меженный период*², а максимальные – в *половодье*, когда уровень воды резко подымается и скорость течения увеличивается по сравнению с *меженью* в два-три и более раз. Высота подъема воды, время и продолжительность половодья у разных рек неодинаковы, что зависит от характера и интенсивности их питания водой.

Значение рек как препятствий характеризуется также особенностями и состоянием берегов и поймы (их грунт, залесенность и заболоченность, крутизна и высота скатов, наличие обрывов и т.п.). От них зависят: проходимость и качество подходов к реке, условия ориентирования. Нередко даже незначительные по ширине и глубине реки оказываются труднопреодолимыми, так как имеют широкую заболоченную пойму или обрывистые берега.

При изучении условий проходимости необходимо также учитывать характер дна реки и качество его грунта, наличие мостов, гидротехнических сооружений, островов и отмелей, начертание береговой линии.

Гидротехнические сооружения на реках, регулирующие сток воды и образующие водохранилища, позволяют быстро и резко изменять уровень воды, затоплять и заболачивать расположенную ниже по течению местность.

Зимой проходимость водных преград улучшается, так как большинство рек, озер и болот замерзает. Однако ледяной покров может легко

¹ Для горных рек цифры приняты другие: слабое течение – до 2 м/с, среднее – до 4 м/с, быстрое – до 6 м/с и очень быстрое – свыше 6 м/с.

² Меженный период, или межень, – период наименьшего количества воды в реке и наименьшего ее уровня (меженный уровень).

разрушаться. Разрушение льда на реках может привести к образованию ледяных заторов и к затоплению прибрежной местности.

Топографические данные, необходимые для выбора места и способа преодоления реки спецмашинами, руководители подразделений МЧС изучают заблаговременно. Тщательное изучение производится по карте, аэроснимкам и другим имеющимся материалам. При выходе к водному рубежу эти данные уточняются.

Внешними признаками для нахождения брода могут служить: расширение реки на прямом ее участке, тропинки, дороги и отдельные колеи, спускающиеся к реке и продолжающиеся на другом ее берегу, рябь на поверхности воды (на перекатах) и большая прозрачность воды, если река течет по каменистому руслу. Если река образует излучину, то более мелкое место следует искать на перекате, т.е. там, где кончается один крутой берег и начинается другой, на противоположной стороне реки.

О качестве грунта дна можно ориентировочно судить по скорости течения. Опытным путем установлено, что определенным грунтам соответствует примерно средняя скорость течения, приведенная в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Классификация грунта дна рек и скорости их течения

Грунт дна	Средняя скорость 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 дно реки.

О границах возможного разлива реки во время высоких вод можно судить по таким местным признакам, как наличие заливных лугов и речных наносов, следы, оставляемые водой на прибрежных откосах, деревьях и т.п.

2.6.2. Дорожная сеть и населенные пункты

В последнее время дороги приобретают еще большее значение, чем прежде. Наличие хорошо развитой сети дорог способствует повышению темпов движения спецтехники. Хорошие дороги позволяют ускорить подвоз ГСМ и транспортировку средств тушения пожаров. Наличие и состояние дорожной сети наряду с рельефом местности и грунтом являются основными показателями условий проходимости местности.

Роль и значение автогужевых дорог определяются их пригодностью для движения автомобильного транспорта и их пропускной способностью. Это зависит главным образом от прочности и ширины дорожного полотна, а также от наличия и качества мостов через водные преграды. Интенсивное движение с большими скоростями допускают все автострады и усовершенствованные шоссейные дороги. На скорость движения по дорогам оказывает большое влияние крутизна подъемов и спусков; на профилированных дорогах она обычно не превышает 5°.

Более подробная классификация, принятая на наших топографических картах, и характеристика автогужевых дорог приведены в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Классификация дорожной сети и характеристики дорог

Вид класс дороги	Характеристики дороги
1	2
Автострады	Дороги с прочным капитальным покрытием из асфальто- или цементобетона на твердом основании. Ширина покрытий части не менее 14 м, что допускает интенсивное скоростное движение автотранспорта в четыре ряда. Наибольшие подъемы и спуски до 4°. Пересечения автострад с другими дорогами делаются на разных уровнях
Усовершенствованные шоссе	Дороги с твердым основанием и покрытием из асфальта, бетона, брусчатки, клинкера или щебня (гравия), пропитанного вяжущим веществом. Ширина покрытой части не менее 6 м, что допускает движение автотранспорта в два ряда. Наибольшая крутизна 5°. Возможно интенсивное движение автотранспорта в течение всего года
Шоссе	Дороги с основанием из камня, песка и твердого грунта, покрытые гравием, щебнем или шлаком, уплотненными укаткой, иногда пропитанными вяжущим веществом, а также дороги, вымощенные булыжником или колотым камнем (мостовые). Ширина проезжей части не менее 6 м, допускает движение автотранспорта в два ряда. К этому же классу относятся дороги с основанием и покрытием усовершенствованных шоссе, если ширина их покрытия менее 6 м. Шоссе допускают движение автотранспорта в течение всего года
Улучшенные грунтовые дороги	Профилированные, но не имеющие прочного основания и покрытия, систематически ремонтируемые дороги. Грунт проезжей части бывает улучшен разными добавками (гравием, щебнем, песком и др.) или обработан вяжущим веществом. По таким дорогам возможен проезд автотранспорта среднего тоннажа в течение большей части года
Грунтовые (проселочные) дороги	Непрофилированные дороги без покрытия, накатанные автогужевым транспортом. Обычно соединяют между собой мелкие населенные пункты или служат выездом из них на основные дороги. Проходимость этих дорог зависит от грунта и сезонно-климатических условий

Окончание табл. 5

1	2
Полевые и лесные дороги	Грунтовые дороги местного узкохозяйственного значения, по которым движение автогужевого транспорта производится эпизодически, главным образом в период полевых работ или лесоразработок. Иногда служат второстепенными путями сообщения между населенными пунктами
Караванные пути и выючные тропы	Основные пути в пустынных, полупустынных и горных районах, используемые для выючного транспорта. Некоторые караванные пути могут быть пригодны для движения автогужевого транспорта; выючные же тропы для этого, как правило, не пригодны
Пешеходные тропы	Пути в труднодоступных местах (горы, тайга, болота), пригодные только для пешего движения
Зимние дороги (зимники)	Дороги для проезда зимой через замерзшие болота, озера, реки и т.п.
Дороги с деревянным покрытием	Дороги, проложенные через труднопроходимые, обычно заболоченные места. Устраиваются в виде настила из досок, бревен или деревянных пластин, уложенных на прогоны из бревен
Фашинные участки дорог (фашинники), гати и гребли	Фашинники представляют собой участки дорог через болотистые места, выстланные связками хвороста (фашинами), уложенными на продольные лежни и прижатые по бокам жердями. Сверху фашины засыпаны слоем земли или песка. Гати представляют собой сплошной настил из бревен, уложенных иногда по хворосту. Гребли – участки дорог через болота, проложенные по насыпям из земли, камней, песка и других материалов

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 спецтехники. Колонные пути прокладывают преимущественно по целине, по возможности избегая переходов через овраги, заболоченные и другие труднопроходимые места.

Населенные пункты являются основными показателями обжитости и освоения того или иного района, характеризующими его экономическое значение. Населенные пункты подразделяются на *города* и различные *поселки*. Последние в свою очередь подразделяют: на *поселки городского типа* (курортные и пр.), *поселки при промышленных предприятиях*, железнодорожных станциях, пристанях и т.п., *поселки дачного типа* и *поселки сельского типа* (села, станицы, деревни, кишлаки, аулы, хутора и т.д.).

Значение населенных пунктов зависит от их размеров и расположения, характера планировки и застройки, а также от условий местности

(характера рельефа, гидрографии и т.п.) на подступах к населенному пункту и внутри него.

Особое значение для поисково-спасательной службы подразделений МЧС имеют города. В зависимости от численности населения их 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 отличаются крайним разнообразием, зачастую даже в пределах одного и того же города. К наиболее типичным относятся *прямоугольное* (взаимно перпендикулярное) и *радиально-концентрическое* расположение улиц. Чаще же всего встречаются комбинированные системы планировки, когда центральная часть города (старый город) обычно имеет радиально-кольцевую систему, а окружающие ее более новые городские районы – прямоугольную. Систему расположения кварталов важно учитывать при планировании последующей застройки в городе, так как улицы обычно служат основными путями доставки средств тушения пожаров. Более или менее правильное расположение кварталов, перекрестков улиц и площадей повышает их значение как основных ориентиров при передвижении по городу. Прямоугольная планировка, особенно при наличии широких улиц, больших площадей и парков, увеличивает возможность доставки спецсредств.

В каждом городе более отчетливо выделяются его центральная часть, промышленные районы, наиболее важные в экономическом отношении, и жилые кварталы. При оценке их свойств и особенностей действий в различных районах города необходимо учитывать характер застройки кварталов. Она может быть *сплошной*, т.е. почти без разрывов между фасадами отдельных зданий, *несплошной* – с небольшими, более или менее одинаковыми промежутками между ними, и *рассредоточенной*, когда постройки разбросаны на значительном пространстве, обычно вне связи друг с другом.

Сплошная застройка наиболее типична для крупных и некоторых средних городов, особенно для их центральных кварталов. В таких городах и кварталах с их большими и прочными зданиями движение всех видов колесных и гусеничных машин возможно в основном лишь по улицам и переулкам. Однако и эта возможность зачастую будет весьма ограничена. Большая плотность застройки усложняет ориентирование.

При несплошной и рассредоточенной застройке кварталов, что присуще малым и средним городам, пригородам и различным поселкам, эти трудности легче преодолевать, так как здесь, помимо улиц, возможно использовать промежутки между зданиями. При наличии таких промежутков облегчается и борьба с пожарами.

Контрольные вопросы

1. Назовите типовые формы рельефа и их основные разновидности.
2. Назовите основные группы топографических элементов местности по признаку однородности их хозяйственного значения.
3. Как классифицируется местность по степени пересеченности и ее закрытости?
4. Назовите основные группы классификации местности по характеру рельефа.
5. Нарисуйте в профиль (на глаз, проверив затем по транспортиру) скаты крутизной в 10, 20, 30, 40 и 60°, классифицируйте их по крутизне и доступности для колесных и гусеничных машин.
6. Перечислите основные формы скатов.
7. Как различаются грунты по механическому составу? Каковы отличительные признаки (простейшие способы определения) и техническая характеристика различных грунтов?
8. Чем характеризуется рельеф горной местности?
9. Назовите основные разновидности пустынной местности и их свойства.
10. Укажите основные типы болот и признаки их проходимости.
11. Перечислите основные признаки, определяющие свойства леса. Каковы преимущества и недостатки различных типов леса?
12. Укажите основные свойства рек и особенности речных долин.
13. Перечислите основные классы автогужевых дорог и укажите их техническую характеристику.
14. По каким признакам и как классифицируется населенные пункты?
15. Перечислите основные способы изучения местности. Укажите их преимущества и недостатки.

3. ОРИЕНТИРОВАНИЕ НА МЕСТНОСТИ БЕЗ КАРТЫ

3.1. Сущность и способы ориентирования

Ориентирование на местности включает определение своего местоположения относительно сторон горизонта и выделяющихся объектов местности (ориентиров), выдерживание заданного или выбранного направления движения и уяснение положения на местности ориентиров.

Ориентирование на местности может быть общее и детальное.

Общее ориентирование заключается в приближенном определении своего местонахождения, направления движения и времени, необходимого для достижения конечного пункта движения.

Детальное ориентирование заключается в точном определении своего местоположения и направления движения. Оно применяется при движении по азимутам, нанесении на карту или схему определенных объектов.

Способы ориентирования на местности. В зависимости от характера выполняемых задач ориентирование может производиться по топографической карте с использованием компаса. Это основной способ ориентирования на местности.

В сложных условиях маршрута и при плохой видимости наиболее успешно осуществляется ориентирование по топографической карте с использованием навигационной аппаратуры. На местности, бедной ориентирами, и ночью направление движения выдерживается по азимуту. Это наиболее простой и общедоступный способ ориентирования. На местности, подвергшейся значительным изменениям (разрушения, наводнение), а также в крупных населенных пунктах наиболее эффективный способ – это ориентирование по аэрофотоснимкам. На практике часто ориентируются и выдерживают направление движения по компасу, небесным светилам, признакам местных предметов.

Таким образом, способ ориентирования на местности выбирается в зависимости от обстановки и характера решаемой задачи.

3.2. Выбор и использование ориентиров

Местные предметы и формы рельефа, относительно которых определяют свое местоположение, положение объектов и указывают направление движения, называются **ориентирами**. Они выделяются обычно формой, окраской и легко опознаются при обзоре окружающей местности.

Ориентиры подразделяют на площадные, линейные и точечные.

К *площадным ориентирам* относятся населенные пункты, отдельные массивы леса, крупные озера, рощи, болота и другие объекты, занимающие

большие площади. Такие ориентиры легко опознаются и запоминаются при изучении местности.

Линейные ориентиры – это местные предметы и формы рельефа, имеющие большую протяженность при сравнительно небольшой ширине, например дороги, реки, каналы, линии электропередачи, узкие лощины и т.п. Они используются, как правило, для выдерживания направления движения.

К *точечным ориентирам* относятся трубы заводов и фабрик, постройки башенного типа, ретрансляторы, перекрестки дорог, путепроводы, пики горных вершин, ямы и другие местные предметы и формы рельефа, занимающие небольшую площадь. Эти ориентиры используются обычно для точного определения своего местоположения и обзора местности.

В качестве ориентиров выбирают хорошо видимые на местности и наиболее устойчивые местные предметы и формы рельефа (высоты, насыпи, курганы, прочные постройки башенного типа и др.).

Ориентиры выбирают по возможности равномерно по горизонту и глубине, чтобы обеспечить быстрое и точное указание местоположения объектов. Выбранные ориентиры нумеруют справа налево и по рубежам от себя в сторону. Каждому ориентиру для удобства запоминания кроме номера дается условное наименование, соответствующее его внешним отличительным признакам, например: высота «Плоская», лес «Темный», «Желтый обрыв».

Кроме известных ориентиров в необходимых случаях выбирают дополнительные ориентиры. При этом номера и условные наименования ориентиров не изменяются.

Особенности выбора ориентиров при действиях ночью, зимой и в различных условиях местности. Наблюдение и ориентирование ночью значительно усложняются. При наблюдении с помощью специальных приборов (приборов ночного видения) окраска местных предметов и окружающей местности не различается. Поэтому ориентиры, хорошо видимые днем, если они выделяются лишь своей окраской, ночью становятся непригодными. Площадные объекты, назначенные в качестве ориентиров, опознаются лишь по силуэтам и степени контрастности их черно-белого (серого) изображения.

При искусственном освещении образуются подвижные тени, которые искажают очертания местных предметов и создают обманчивое представление о глубине различно освещенных участков. Поэтому в качестве ночных ориентиров следует выбирать площадные ориентиры и значительные по высоте объекты местности, отличающиеся характерной формой своих силуэтов и проектирующиеся на фоне неба (отдельные высокие строения, гребни высот), а для выдерживания направления движения

выбирают линейные ориентиры (дороги, реки, лесные опушки, просеки, овраги), вытянутые по направлению пути.

Зимой при большом покрове снега внешний вид местности значительно изменяется. Выбирая ориентиры, предпочтение следует отдавать местным предметам темной окраски, так как они лучше выделяются на фоне снежного покрова при различных условиях освещения. Использование элементов рельефа в качестве ориентиров затруднено, так как снежные заносы сглаживают неровности местности и делают их малозаметными. Многие линейные ориентиры под покровом снега также становятся малозаметными. В зимних условиях вследствие частых снегопадов и метелей условия обзора и ориентирования могут быстро ухудшаться. Поэтому наряду с выбором и назначением ориентиров необходимо с учетом прогноза погоды заранее предусматривать переход к ориентированию и указанию по компасу.

В различных условиях местности будут иметь место особенности в выборе ориентиров. В горах ориентиры выбираются не только по горизонту и глубине, но и по высоте. В пустынно-степной местности в качестве ориентиров используют чаще всего искусственные ориентиры (световые, дымовые и т.п.).

Таким образом, необходимо при выборе ориентиров всегда учитывать условия, в которых предстоит работать на местности.

3.3. Определение направлений на стороны горизонта по приборам

Направления на стороны горизонта определяют чаще всего по магнитному компасу, небесным светилам и по некоторым признакам местных предметов.

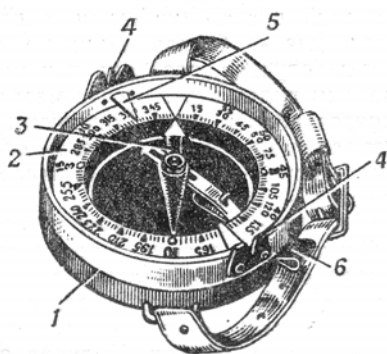


Рис. 13. Компас Адрианова:
1 – корпус; 2 – шкала; 3 – магнитная стрелка; 4 – визирное приспособление (мушка и целик); 5 – указатель отсчета; 6 – тормоз

При ориентировании на местности наиболее широко применяются компасы Адрианова, АК и буссоль.

Компас Адрианова (рис. 13) состоит из корпуса 1, в центре которого на острие иглы помещена магнитная стрелка 3. В рабочем состоянии северный конец стрелки устанавливается в направлении на северный магнитный полюс, а южный – на южный магнитный полюс. В нерабочем состоянии стрелка закрепляется тормозом 6.

Внутри корпуса компаса помещена круговая шкала (лимб) 2, разделенная на 120 делений. Цена одного деления составляет 3° , или 50 малых делений угломера (0–50). Шкала имеет двойную оцифровку. Внутренняя оцифровка нанесена по ходу часовой стрелки от 0 до 360° через 15° (5 делений шкалы).

Внешняя оцифровка шкалы нанесена против хода часовой стрелки через 5 больших делений угломера (10 делений шкалы).

Для визирования на местные предметы (ориентиры) и снятия отсчетов по шкале компаса на вращающемся кольце компаса закреплены визирное приспособление (целик и мушка) 4 и указатель 5 отсчета.

Северный конец магнитной стрелки, указатели отсчетов и деления на шкале через 90° покрыты светящейся в темноте краской, что облегчает пользование компасом ночью.

Компас АК состоит из корпуса 1 (рис. 14) и угломерной шкалы 3, помещенной в корпусе 2 лимба. Угломерная шкала разделена на 60 делений. Цена одного деления равна 100 малым делениям угломера. Счет делений возрастает по ходу часовой стрелки. На корпусе компаса неподвижно укреплено визирное приспособление (целик и мушка). Вращение корпуса лимба позволяет, не изменяя положения компаса, быстро совмещать нулевое деление шкалы с северным концом магнитной стрелки. На внутренней стороне откидной крышки 4 компаса помещено металлическое зеркало *a*, которое дает возможность при визировании на предмет одновременно контролировать положение магнитной стрелки и производить отсчет по шкале. На крышке имеется вырез *б* для визирования и защелка *в*.

Подобным образом устроен компас «Турист-2». Надписи шкалы лимба в этом компасе даны в градусах. Цена одного деления 5° .

При работе с компасом следует всегда помнить, что сильные электромагнитные поля или близко расположенные металлические предметы отклоняют стрелку от правильного ее положения. Поэтому определять направления по компасу необходимо на удалении 40–50 м от линий электропередачи, железнодорожного полотна, машин и крупных металлических предметов.

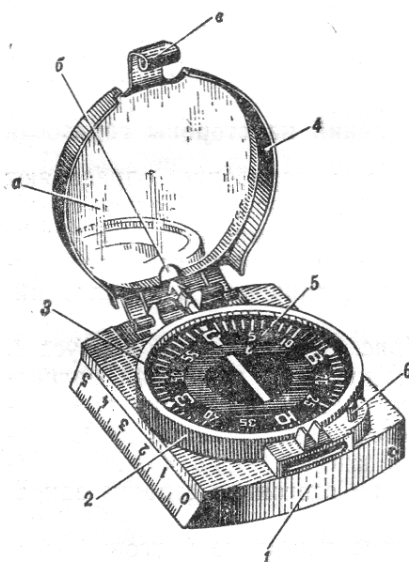


Рис. 14. Компас АК:

- 1 – корпус; 2 – корпус лимба;
- 3 – угломерная шкала (лимб);
- 4 – крышка с зеркалом *a*,
вырезом *б* для визирования,
защелкой *в*;
- 5 – магнитная стрелка;
- 6 – выступ тормозного рычага
стрелки

Определение направлений на стороны горизонта по компасу. Указатель отсчета у мушки визирного устройства устанавливают на нулевое деление шкалы, а компас – в горизонтальное положение. Затем отпускают тормоз магнитной стрелки и поворачивают компас так, чтобы северный ее конец совпал с нулевым отсчетом. После этого, не меняя положения компаса, визированием через целик и мушку замечают на линии визирования удаленный ориентир, который и используют для указания направления на север.

Направления на стороны горизонта взаимосвязаны между собой (рис. 15), и если известно хотя бы одно из них, можно определить остальные. В противоположном направлении по отношению к северу будет юг, справа – восток, а слева – запад.

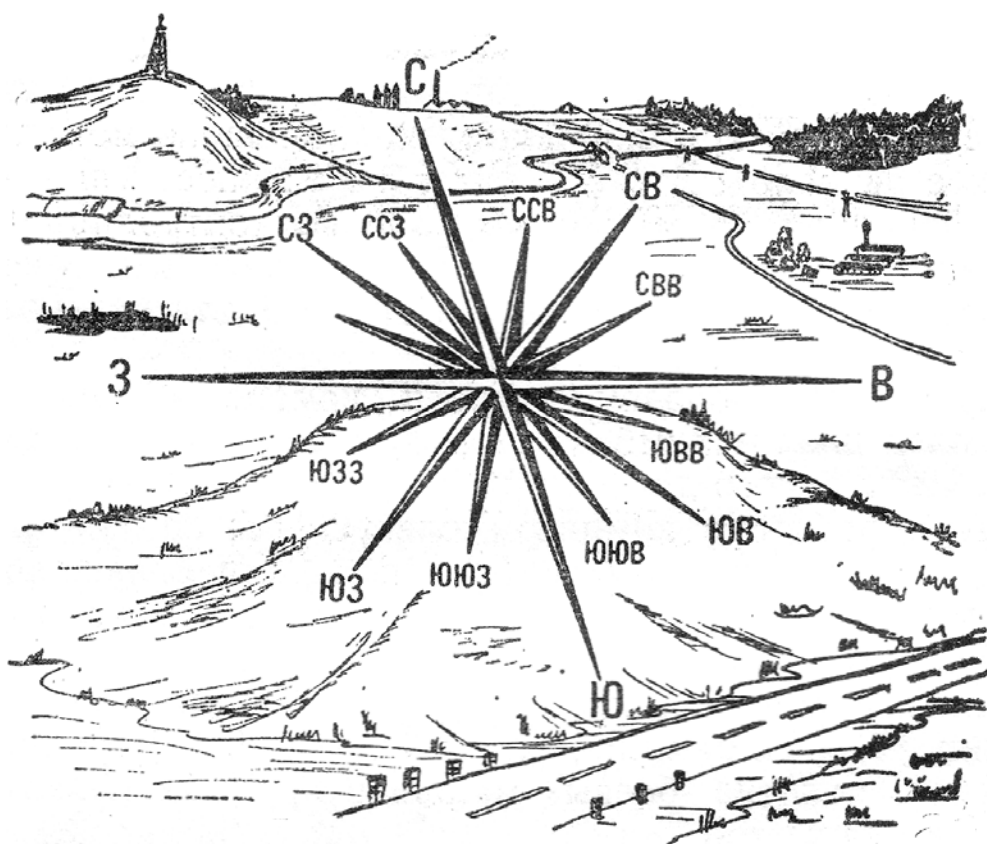


Рис. 15. Взаимное положение сторон горизонта

Определение направлений на стороны горизонта по небесным светилам. При отсутствии компаса или в районах магнитных аномалий направления на стороны горизонта определяют по небесным светилам: днем по Солнцу, а ночью по Полярной звезде или Луне. При определении направлений этим способом важно знать точное время.

В основу времени, по которому мы живем, положены средние солнечные сутки – промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями Солнца. Счет среднего солнечного времени ведется от полуночи – момента нижней кульминации Солнца.

Система счета времени основана на разделении земного шара меридианами на 24 пояса (от нулевого до двадцать третьего). Для любого пункта в пределах часового пояса принимается одинаковое время – среднее солнечное время среднего меридиана пояса. Время в соседних поясах отличается ровно на 1 ч. Поясное время в обычной жизни называют местным. В 1930 г. в нашей стране поясное время на всей территории было увеличено на 1 ч (стрелки часов во всех поясах были передвинуты на 1 ч вперед) и названо декретным. Таким образом, на территории государства полдень стал не в 12 ч, а в 13 ч. С 1981 г. с 1 апреля ежегодно стрелки часов передвигались на 1 ч вперед. Такое время называлось летним временем, так как с 1 октября стрелки часов передвигались на 1 ч назад. Следовательно, полдень по летнему времени будет не в 13 ч, а в 14 ч.

Таким образом, время, по которому мы живем, называется средним солнечным, поясным (местным), декретным.

При определении сторон горизонта по Солнцу и часам летнее время необходимо учитывать, так как ошибка во времени на 1 ч вызывает ошибку в направлении, равную 15° .

В Северном полушарии Солнце по местному времени находится в 7(8) ч на востоке, в 13(14) ч – на юге, в 19(20) ч – на западе. Положение Солнца в эти часы и укажет соответствующие направления на восток, юг и запад.

Для более точного определения сторон горизонта по Солнцу используют наручные часы. В горизонтальном положении их устанавливают так, чтобы часовая стрелка была направлена на Солнце. Угол между часовой стрелкой и направлением на цифру 1 на циферблате делят пополам биссектрисой, которая указывает приблизительно направление на юг. До полудня надо делить пополам тот угол, который стрелка должна пройти до 13(14) ч (рис. 16, а), а после полудня тот угол, который она прошла после 13(14) ч (рис. 16, б).

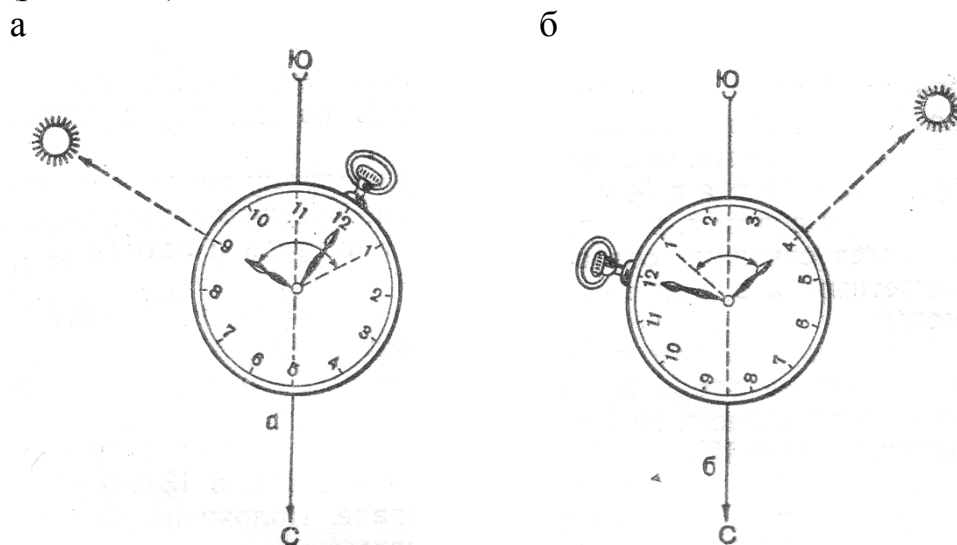


Рис. 16. Определение сторон горизонта по Солнцу и часам:
а – до 13 ч; б – после 13 ч

Полярная звезда всегда находится на севере. Ночью на безоблачном небе ее легко найти по созвездию Большой Медведицы. Через две крайние звезды Большой Медведицы нужно мысленно провести прямую линию (рис. 17) и отложить на ней пять раз отрезок, равный расстоянию между этими звездами. Конец пятого отрезка укажет положение Полярной звезды, которая находится в созвездии Малой Медведицы (конечная звезда малого «ковша»). Полярная звезда может служить надежным ориентиром для выдерживания направления движения, так как ее положение на небосклоне с течением времени практически не изменяется.

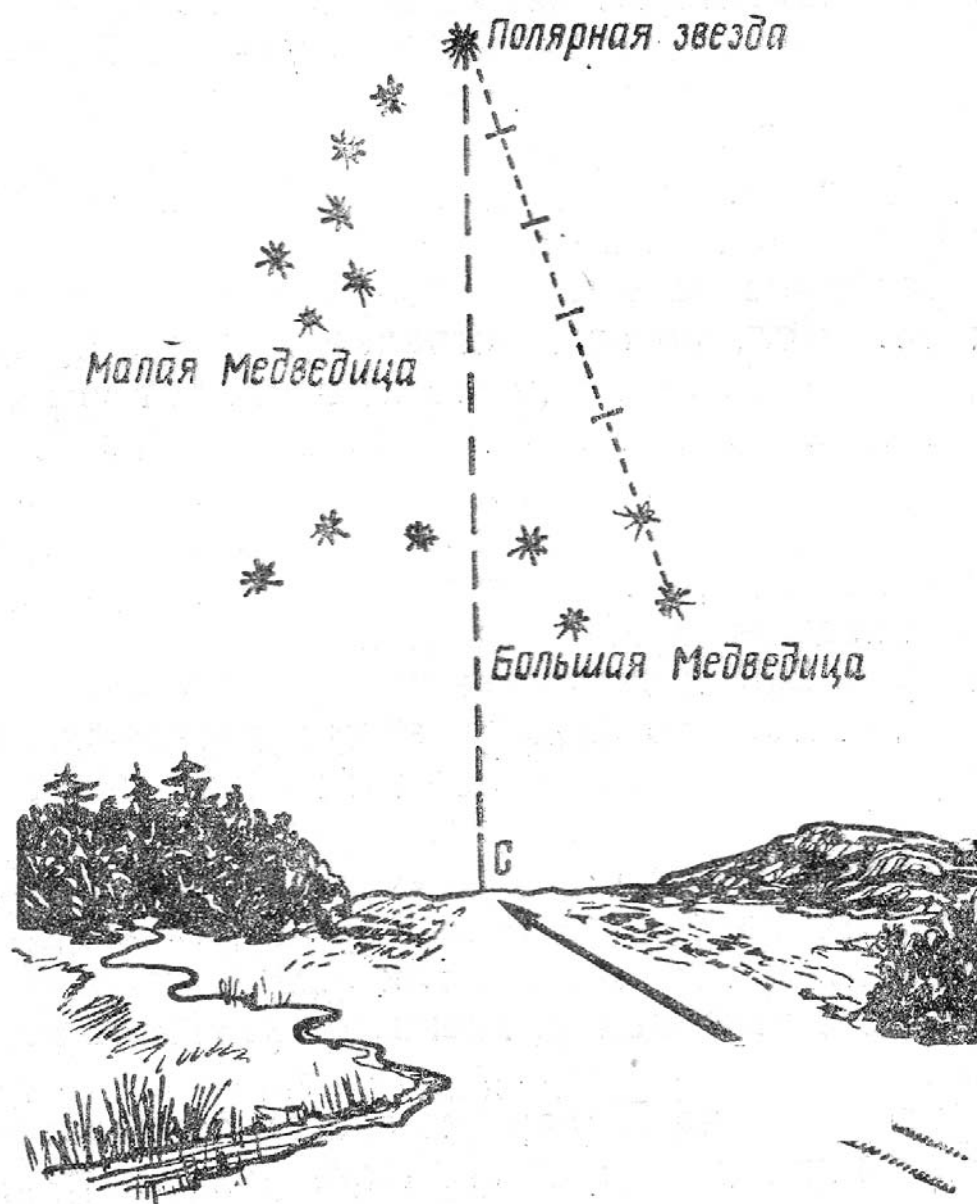


Рис. 17. Нахождение Полярной звезды на небосклоне

Направление на Полярную звезду совпадает с направлением на географический северный полюс, т.е. с направлением географического (геодезического) меридиана. Поэтому оно может быть использовано для определения магнитной стрелки в точке стояния.

По Луне стороны горизонта определяют более точно, когда виден весь ее диск (полнолуние). Полная Луна всегда противостоит Солнцу, поэтому на юге она будет находиться в полночь, т.е. в 1(2) ч ночи, на западе – в 7(8) ч, на востоке – в 19(20) ч. Разница во времени их местоположения составляет ровно 12 ч. Эта разница на циферблате часов не видна, так как в 1 ч и в 13 ч часовая стрелка будет находиться на одном и том же месте. Поэтому приемы определения сторон горизонта по полной Луне будут такими же, как и по Солнцу.

Приблизленно определять направления на стороны горизонта по неполной Луне можно следующим образом. Прежде всего, устанавливают направление, в котором находилась бы в это время полная Луна. Затем по этому направлению определяют стороны горизонта так же, как и по полной Луне.

Например, на небосклоне видна левая половина диска Луны. В сторону неосвещенной ее части делают поворот на 90° (рис. 18). Это будет направление, в котором была бы в это время полная Луна. Если видно меньше (больше) половины лунного диска, поворот должен быть больше (меньше) чем на 90° , а при почти полном ее затмении – на 180° .

Определение направлений на стороны горизонта по признакам местных предметов (рис. 19). Если нет компаса и не видно небесных светил, то направления на стороны горизонта могут быть определены по признакам местных предметов:

- мох и лишайник покрывают стволы деревьев, камни и пни с северной стороны. Если мох растет по всему стволу дерева, то на северной стороне, особенно у корней, его больше;

- кора деревьев с северной стороны обычно грубее и темнее, чем с южной, особенно это характерно для березы;

- весной трава на северных окраинах полей, а также, с южной стороны отдельных деревьев, пней, больших камней растет гуще;

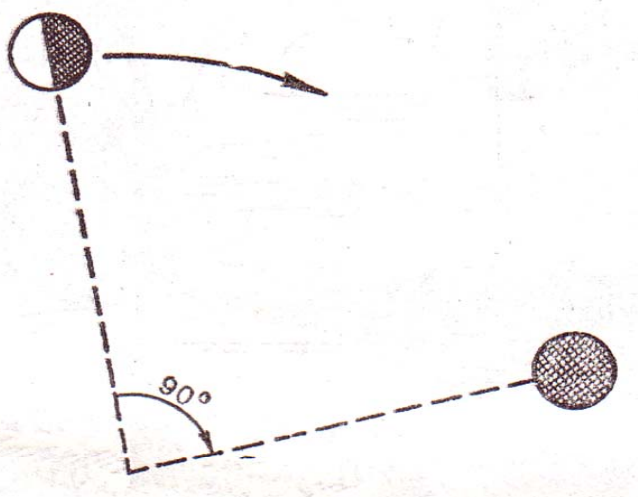


Рис. 18. Определение направления на полную Луну, когда видна ее половина

– приподнятый конец нижней перекладины креста церквей обращен на север;

– муравейники, как правило, находятся к югу от ближайших деревьев и пней, южная сторона муравейника более пологая, чем северная;

– на южных склонах весной снег тает быстрее, чем на северных.

Имеются и другие признаки, по которым можно определить направления на стороны горизонта. Например, просеки в больших массивах лесов, как правило, прорубаются по направлениям север-юг и запад-восток, а кварталы леса нумеруются с запада на восток.

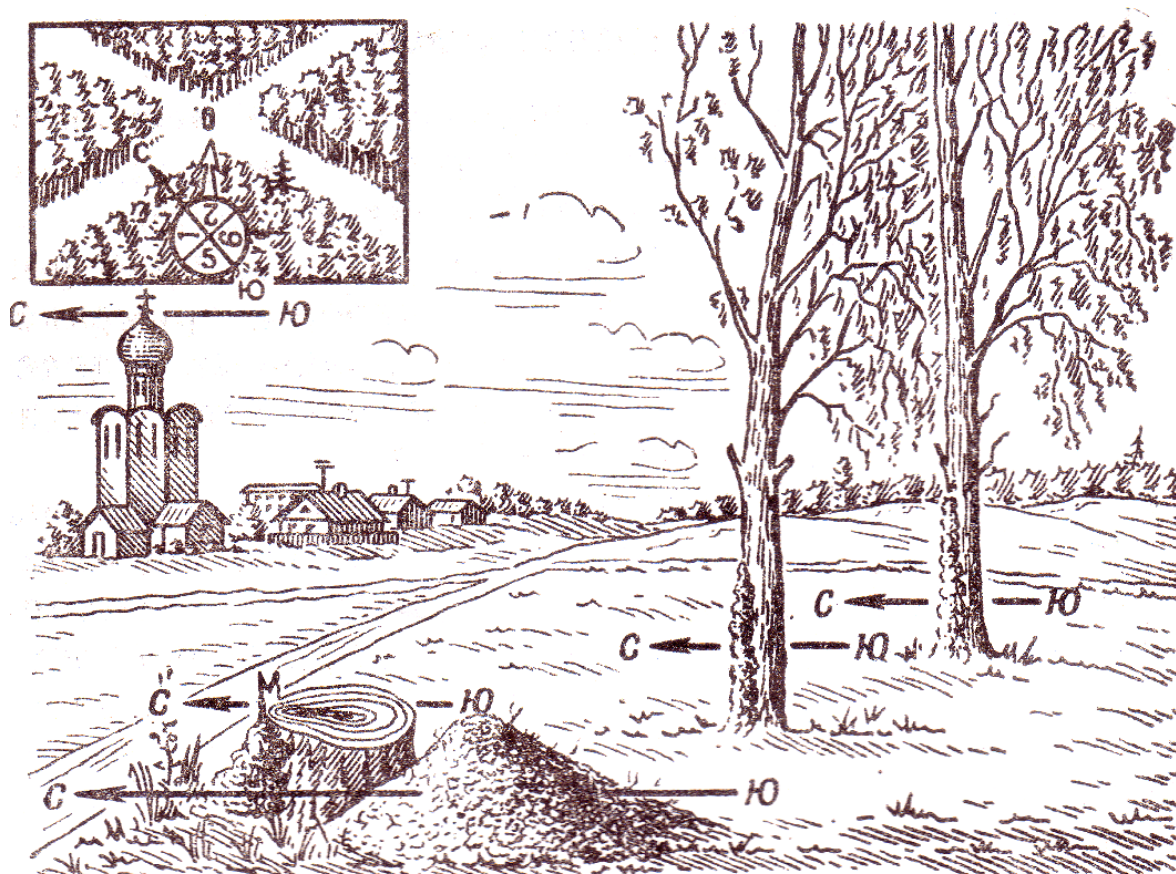


Рис. 19. Определение направлений на стороны горизонта по признакам местных предметов

3.4. Измерение углов

При ориентировании на местности горизонтальные (вертикальные) углы между направлениями на местные предметы измеряют с помощью угломерных приборов (устройств), приборов наблюдения или на глаз. Многие приборы, применяемые в топографии, имеют шкалы, оцифрованные в делениях угломера. Кратко рассмотрим сущность и единицы измерения в делениях угломера.

При наблюдении местных предметов на местности мы находимся как бы в центре концентрических окружностей, радиусы которых равны

расстояниям до этих предметов. Если окружность разделить на 6000 делений, то длина одного деления будет округленно равна одной тысячной части радиуса окружности. За единицу угловых мер в этой системе принят угол круга, стягиваемый дугой, равной $1/6000$ длины окружности. Такая единица угловых мер называется *делением угломера*, или *тысячной*.

Таким образом, единицей измерения углов в данном случае может служить линейный отрезок, равный тысячной доли расстояния до местного предмета. Это позволяет быстро посредством простейших арифметических действий переходить от угловых ее личин к линейным, и обратно.

При измерении углов в тысячных принято называть и записывать вначале число сотен, а затем десятков и единиц тысячных. Если при этом сотен или десятков не окажется, вместо них называют и записывают нули (табл. 6).

Т а б л и ц а 6

Измерение углов в тысячных

Угол в тысячных	Записывается	Читается
1250	12-50	Двенадцать пятьдесят
156	1-56	Один пятьдесят шесть
35	0-35	Ноль тридцать пять
1	0-01	Ноль ноль один

Для перехода от делений угломера к градусной мере угла пользуются соотношениями: одно малое деление (0-01) равно $3,6'$, а одно большое (1-00) – 6° .

Рассмотрим некоторые способы измерения углов.

Измерение углов с помощью приборов наблюдения. В зрительной трубе бинокля имеются две взаимно перпендикулярные шкалы (сетки) для измерения горизонтальных и вертикальных углов с ценой большого деления 0-10, а малого 0-05. Чтобы измерить угол между двумя предметами, надо совместить какой-либо штрих шкалы с одним из них и подсчитать число делений до второго. Умножив число делений на цену одного деления, получим значение измеряемого угла в тысячных. На рис. 21 горизонтальный угол



Рис. 21. Измерение углов биноклем

между двумя отдельными деревьями равен 0-45, а вертикальный угол между основанием и вершиной дерева – 0-15.

Приборы наблюдения имеют шкалы, подобные шкалам бинокля, поэтому углы с помощью этих приборов измеряют так же, как и с помощью бинокля.

Измерение углов с помощью компаса. Вначале мушку визирного устройства компаса устанавливают на нулевой отсчет шкалы. Затем поворотом компаса в горизонтальной плоскости совмещают через целик и мушку линию визирования с направлением на левый местный предмет. После этого, не меняя положения компаса, визирное устройство переводят в направление на правый местный предмет и снимают по шкале отсчет, который будет соответствовать значению измеряемого угла в градусах.

При измерении угла в тысячных линию визирования совмещают вначале с направлением на правый предмет, так как счет тысячных возрастает против хода часовой стрелки.

Измерение углов с помощью линейки. С помощью линейки с миллиметровыми делениями можно измерить угол в делениях угломера и в градусах. Если линейку держать перед собой на расстоянии 50 см от глаза (рис. 22), то 1 мм на линейке будет соответствовать двум тысячным (0-02). При измерении угла необходимо подсчитать на линейке число миллиметров между местными предметами (целями) и умножить на 0-02. Полученный результат будет соответствовать значению измеряемого угла в тысячных. На рис. 22 угол между столбами равен 0-32 (16 мм 0-02), а высота дерева – 0-21 (10,5 мм 0-02).

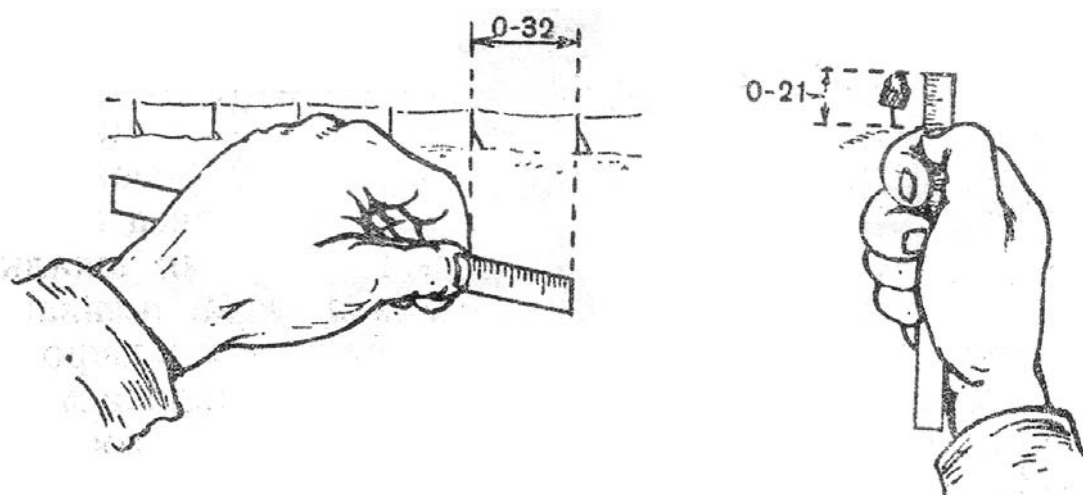


Рис. 22. Измерение углов с помощью линейки

При измерении угла в градусах линейка выносится перед собой на расстояние 60 см. В этом случае 1 см на линейке будет соответствовать 1°.

Точность измерения углов с помощью линейки зависит от точности выноса ее на расстояние 50 (60) см перед собой.

Измерение углов с помощью подручных предметов. Для измерения углов можно пользоваться небольшими подручными предметами (спичечная коробка, карандаш и т.п.), размеры которых в миллиметрах, а следовательно, и в тысячных на расстоянии 50 см от глаза известны.

Для приближенного измерения углов на местности могут служить пальцы руки, вытянутой на расстояние 50 см от глаза. Угол между линиями визирования на сомкнутые указательный, средний и безымянный пальцы равен примерно 1-00.

Измерение на местности горизонтальных углов, углов наклона и горизонтальных проложений линий. На картах, планах и профилях изображают контуры (очертания) различных объектов местности: зданий и сооружений, берегов рек, морей, каналов, дорог, строений и т.д. Чтобы нанести контур на карту, план или профиль, выбирают характерные точки, например вершины углов ломаных контуров, определяют их взаимное положение, наносят на план или профиль, после чего соединяют прямыми линиями. При этом всегда руководствуются основным принципом топографии – от общего к частному, состоящим в том, что в место взаимного определения положения большого числа характерных точек выбирают несколько основных, устанавливают положение одной относительно другой, затем относительно основных точек определяют положение характерных контурных, наносят их на карту, план или профиль, с таким расчётом, чтобы можно было с требуемой детальностью изобразить все интересующие объекты местности.

Взаимное положение точек местности определяют измерением линий (расстояний) между точками и углов между направлениями линий, соединяющих точки. Линии измеряют различными мерными приборами, для измерений углов используют угломерные. Взаимное расположение точек A и B на местности определяют измерением расстояния AB (рис.23, а), которое затем проецируют нормалью на поверхность эллипсоида. В проекции получается кривая A_1B_1 , используемое для составления карты.

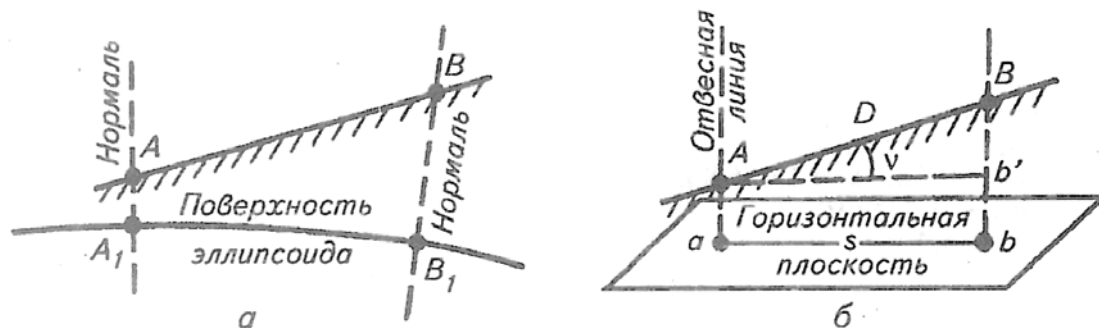


Рис. 23. Проекция линии местности на поверхность эллипсоида (а) и горизонтальную плоскость (б)

При выполнении топографо-геодезических работ на небольшой территории, когда часть уравненной поверхности или поверхности эллипсоида можно принять за плоскость, то есть не учитывать кривизну Земли, линию местности AB проецируют ортогонально на горизонтальную плоскость, то есть на плоскость, перпендикулярную к отвесной линии (рис. 23, б). В проекции получают ab , называемую горизонтальным проложением линии AB местности. Таким образом, *горизонтальным проложением* называют ортогональную проекцию линии местности на горизонтальную плоскость. Его используют для составления плана.

Углы, измеряемые на местности, – это горизонтальные углы и углы наклона (вертикальные). Принцип измерения горизонтального угла состоит в том, что через вершину угла A (рис. 24) мысленно проводят горизонтальную плоскость M , касательную к уравненной поверхности в точке A . Затем направление линий AB и AC местности проецируют вертикальными плоскостями v_1 и v_2 , проходящими через отвесную линию AA_1 , на горизонтальную плоскость и в пересечении вертикальных и горизонтальных плоскостей получают линии Ab и Ac , является горизонтальным. Следовательно, *горизонтальным* называют угол, заключенный между проекциями линий местности на горизонтальную плоскость.

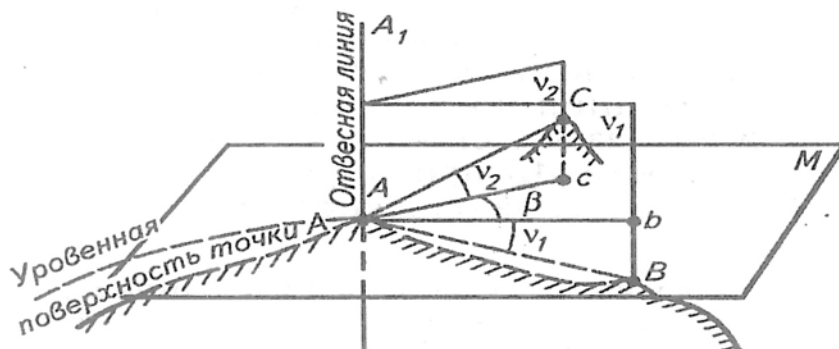


Рис. 24. Горизонтальный угол и углы наклона

Для получения представления о повышениях и понижениях земной поверхности измеряют углы наклона v_1 и v_2 , заключенные между направлениями линий местности AB , AC и их проекциями Ab , Ac на горизонтальную плоскость. *Углом наклона* называют угол, образованный линиями местности и горизонтальной плоскостью. Угол v_1 , расположенный ниже горизонтальной плоскости, называют *отрицательным углом наклона*, и перед его числовым значением ставят знак минус, а угол v_2 , расположенный над горизонтальной плоскостью, – *положительным углом наклона*, и перед его числовым значением ставят знак плюс.

Измерив на местности длину линии $AB=D$ (см. рис.23,б) и угол наклона v , горизонтальное положение $ab=s$ вычисляют по формуле

$$s = D \cos v.$$

Вместо вычисления s по этой формуле и для контроля вычисления s можно в результат измерения D ввести поправку ΔD наклон линии к горизонту, которая показывает, насколько катет s короче гипотенузы D . Тогда

$$s = D - \Delta D,$$

отсюда следует, что

$$\Delta D = D - s.$$

Проведя соответствующие преобразования, получим

$$\Delta D = D - D \cos \nu = D (1 - \cos \nu)$$

или

$$\Delta D = 2D \sin^2 \frac{\nu}{2}.$$

Поправку ΔD всегда вычитают из результата измерения D , так как катет всегда короче гипотенузы.

3.5. Определение направлений

Направление на местный предмет определяют и указывают значением горизонтального угла между начальным направлением и направлением на местный предмет или магнитным азимутом. При этом за начальное может быть принято направление на хорошо видимый удаленный местный предмет (ориентир) или направление на одну из сторон горизонта.

Магнитный азимут – горизонтальный угол, измеренный по ходу часовой стрелки от северного направления магнитного меридиана до направления на местный предмет. Его значения могут быть от 0° до 360° .

Магнитный азимут направления определяют с помощью компаса. При этом отпускают тормоз магнитной стрелки и поворачивают компас в горизонтальной плоскости до тех пор, пока северный конец стрелки не установится против нулевого деления шкалы. Затем, не меняя положения компаса, устанавливают визирное приспособление так, чтобы линия визирования через целик и мушку совпала с направлением на предмет.

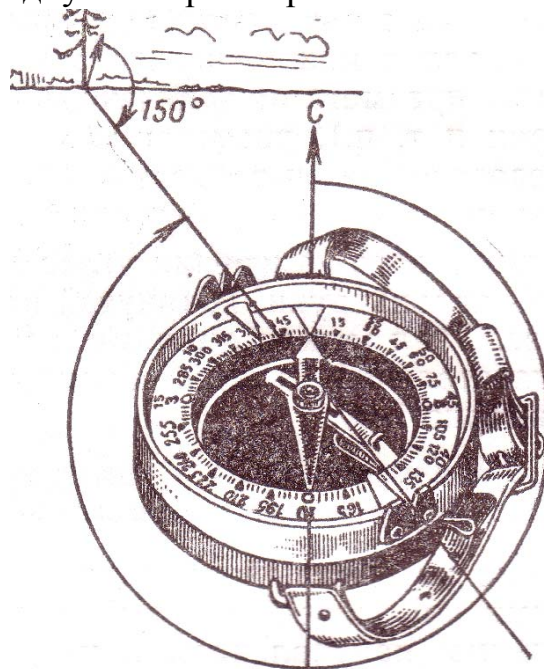


Рис. 25. Определение магнитного азимута по компасу

Отсчет шкалы против мушки будет соответствовать значению определяемого магнитного азимута направления на местный предмет. На рис. 25 магнитный азимут на отдельное дерево равен 330° .

Азимут направления с точки стояния на местный предмет называется **прямым** магнитным азимутом.

В некоторых случаях, например для отыскания обратного пути, используют обратный магнитный азимут, который отличается от прямого на 180° . Чтобы определить обратный азимут, нужно к прямому азимуту прибавить 180° , если он меньше 180° , или вычесть 180° , если он больше 180° . На рис. 25 обратный азимут равен 150° .

Для определения направления на местности по заданному азимуту необходимо установить на шкале компаса против мушки отсчет, равный значению заданного магнитного азимута. Затем, отпустив тормоз магнитной стрелки, повернуть компас в горизонтальной плоскости так, чтобы северный конец стрелки установился против нулевого деления шкалы. После этого, не меняя положения компаса, заметить на местности по линии визирования через целик и мушку какой-нибудь удаленный ориентир. Направление на ориентир и будет определяемым направлением, соответствующим заданному азимуту.

3.6. Измерение расстояний

Расстояния на местности в зависимости от обстановки и характера решаемых задач измеряют на глаз, по спидометру машины, по угловым и линейным размерам местных предметов, промером шагами, по соотношению скоростей света и звука, на слух, по времени и скорости движения, геометрическими построениями на местности.

На глаз расстояние определяют путем сравнения с известным на местности отрезком. Достаточно точный глазомер приобретается в результате систематических тренировок по оценке расстояний, проводимых в разнообразных условиях местности, в различное время года и суток. При этом, прежде всего необходимо научиться мысленно представлять и уверенно различать на любой местности несколько наиболее удобных в качестве эталонов расстояний, например 100, 500, 1000 м. Закрепив в зрительной памяти эти эталоны, легко можно сравнивать с ними и оценивать другие расстояния.

На точность глазомерного определения расстояний оказывают влияние освещенность, размеры объекта, его контраст с окружающим фоном, прозрачность атмосферы и другие факторы. Расстояния кажутся меньшими, чем в действительности, при наблюдении через водные пространства, лощины и долины, крупных и отдельно расположенных объектов. И наоборот, расстояния кажутся большими, чем в действительности, при

наблюдении в сумерках, против света, в туман, при пасмурной и дождливой погоде. Все эти особенности следует учитывать при глазомерном определении расстояний.

Точность глазомерного определения расстояния зависит также от натренированности глаза наблюдателя. Опытным наблюдателем расстояния до 1000 м могут быть определены с ошибкой 10-15 %. При определении расстояний более 1000 м ошибки могут достигать 30 %, а при недостаточной опытности наблюдателя – 50 %.

Определение расстояний по спидометру. Расстояние, пройденное машиной, определяют как разность отсчетов по спидометру в начале и конце пути. При движении по дорогам с твердым покрытием оно будет на 3-6 %, а по вязкому грунту на 8-12 % больше действительного расстояния. Такие погрешности в определении расстояний по спидометру возникают от пробуксовки колес (проскальзывания гусениц), износа протекторов покрышек и изменения давления в шинах. Если необходимо определить пройденное машиной расстояние возможно точнее, надо в показания спидометра ввести поправку, которую называют корректурой пути. Такая необходимость возникает, например, при движении по азимуту или при ориентировании с использованием навигационных приборов.

Значение поправки определяют перед выездом. Для этого выбирают участок дороги, который по характеру рельефа и почвенного покрова подобен предстоящему маршруту. Этот участок проезжают со средней скоростью в прямом и обратном направлениях, снимая отсчеты по спидометру в начале и конце участка. По полученным данным определяют среднее значение протяженности контрольного участка и вычитают из него значение этого же участка, определенное по карте или на местности лентой (рулеткой). Разделив полученный результат на длину участка, измеренную по карте (на местности), и умножив на 100, получают коэффициент корректуры пути.

Например, если среднее значение контрольного участка, определенное по спидометру, равно 4,2 км, а измеренное по карте – 3,8 км, то коэффициент корректуры пути:

$$K = \frac{4,2 - 3,8}{3,8} \cdot 100 = 10\% .$$

Таким образом, если длина маршрута, измеренного по карте, составляет 50 км, то после его проезда на спидометре будет отсчет 55 км, т.е. на 10% больше. Разница в 5 км и есть значение поправки.

Определение расстояний по угловым размерам предметов основано на зависимости между угловыми и линейными величинами. Угловые

размеры предметов измеряют в тысячных с помощью компаса, приборов наблюдения. Расстояние до предметов в метрах определяют по формуле

$$Д = \frac{В}{У} \cdot 1000,$$

где В – высота (ширина) предмета, м;
У – угловая величина предмета, тыс.

Например, (рис.21) угловой размер наблюдаемого в бинокль ориентира (отдельное дерево), высота которого 12 м, равен трем малым делениям сетки бинокля (0-15). Следовательно, расстояние до ориентира:

$$Д = \frac{12}{15} \cdot 1000 = 800 \text{ м.}$$

Определение расстояний по линейным размерам предметов заключается в следующем. С помощью линейки, расположенной на расстоянии 50 см от глаза, измеряют в миллиметрах высоту (ширину) наблюдаемого предмета. Затем действительную высоту (ширину) предмета в сантиметрах делят на измеренную по линейке в миллиметрах, результат умножают на постоянное число 5 и получают искомое расстояние до предмета в метрах. Например, телеграфный столб высотой 6 м (рис. 26) закрывает на линейке отрезок 10 мм. Следовательно, расстояние до столба:

$$Д = \frac{600}{10} \cdot 5 = 300 \text{ м.}$$

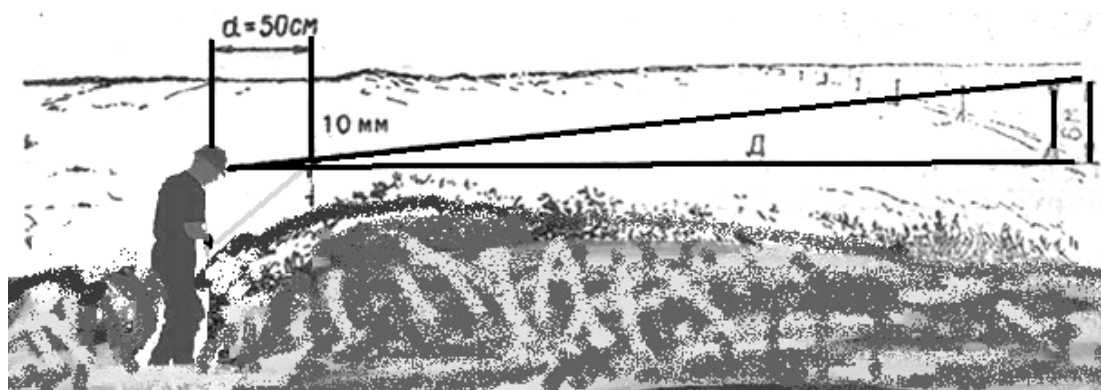


Рис. 26. Определение расстояний по линейным размерам предметов

Точность определения расстояний по угловым и линейным величинам составляет 5-10% длины измеряемого расстояния.

Для определения расстояний по угловым и линейным размерам предметов полезно запомнить размеры (ширину, высоту, длину) некоторых из них, приведенные в табл. 7.

Измерение расстояний шагами. Этот способ применяется при движении по азимутам, составлении схем местности, нанесении на карту (схему) отдельных местных предметов (ориентиров) и в других случаях.

Счет шагов ведется, как правило, парами. При измерении расстояний большой протяженности шаги более удобно считать тройками попеременно под левую и правую ногу. После каждой сотни пар или троек шагов делается отметка каким-либо способом и отсчет начинается снова. При переводе измеренного шагами расстояния в метры число пар или троек шагов умножают на длину одной пары или тройки шагов. Например, между точками поворота на маршруте пройдено 254 пары шагов. Длина одной пары шагов равна 1,6 м. Пройденное расстояние составит $254 \cdot 1,6 = 406,4$ м.

Т а б л и ц а 7

Примерные линейные размеры местных предметов

Предмет	Размер, м		
	Высота	Длина	Ширина
Мотоцикл с коляской	1	2	1,2
Грузовой автомобиль	2-2,5	5-6	2-3,5
Легковой автомобиль	1,6	4	1,5
Пассажирский вагон (четырёхосный)	4	20	3
Железнодорожная цистерна (четырёхосная)	3	9	2,8
Деревянный столб линии связи	5-7	-	-
Человек среднего роста	1,7	-	-

Обычно шаг человека среднего роста равен 0,7-0,8 м. Длину своего шага достаточно точно можно определить по формуле:

$$Д = \frac{Р}{4} + 0,37,$$

где Д – длина одного шага, м;

Р – рост человека, м.

Например, если рост человека 1,72 м, то длина его шага:

$$Д = \frac{1,72}{4} + 0,37 = 0,8 \text{ м.}$$

Более точно длину шага определяют промером какого-нибудь ровного линейного участка местности, например дороги, протяженностью 200–300 м, который заранее измеряется мерной лентой (рулеткой) или дальномером. При приближенном определении расстояний длину пары шагов принимают равной 1,5 м.

Средняя ошибка измерения расстояний шагами зависит от условий движения и составляет примерно около 2-5 % пройденного расстояния.

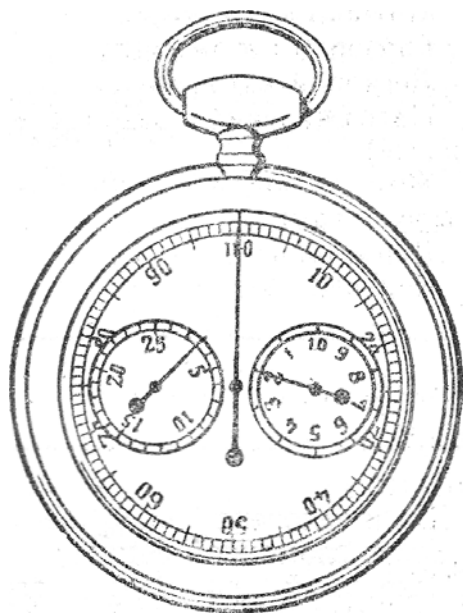


Рис. 27. Шагомер

Счет шагов может выполняться с помощью шагомера (рис. 27). Он имеет вид и размеры карманных часов. Внутри прибора помещен тяжелый молоточек, который при встряхивании опускается, а под воздействием пружины возвращается в первоначальное положение. При этом пружина перескакивает по зубцам колесика, вращение которого передается на стрелки. На большой шкале циферблата стрелка показывает число единиц и десятков шагов, на правой малой – сотни, а на левой малой – тысячи. Шагомер подвешивается отвесно к одежде. При ходьбе вследствие колебания его механизм приходит в действие и отсчитывает каждый шаг.

Определение расстояний по времени и скорости движения. Этот способ применяется для приближенного определения значения пройденного расстояния, для чего среднюю скорость умножают на время движения. Средняя скорость пешехода около 5 км/ч, а при движении на лыжах 8–10 км/ч.

Определение расстояний на слух. Тренированный слух – хороший помощник в определении расстояний ночью. Успешное применение этого способа во многом зависит от выбора места для прослушивания. Оно выбирается таким образом, чтобы ветер не попадал прямо в уши. Вокруг в радиусе нескольких метров устраняют источники шума, например сухую траву, ветки кустарника и т.п. В безветренную ночь при нормальном слухе различные источники шумов могут быть слышны на дальностях, указанных в табл. 8.

Т а б л и ц а 8

Примерная классификация источников шума и дальность слышимости

Источник шума	Дальность слышимости, м
Шаги человека	40
Треск сломанной ветки	80
Негромкий разговор	100
Рубка или пилка леса (стук топора)	300
Падающее дерево	600
Автомобиль, движущийся по шоссе	800
Трактор, движущийся по грунтовой дороге	2000

Определение расстояний геометрическими построениями на местности. Этот способ может применяться при определении ширины труднопроходимых или непроходимых участков местности и препятствий (рек, озер, затопленных зон и т.п.). На рис. 28 слева показано определение ширины реки построением равнобедренного треугольника. Так как в таком треугольнике катеты равны, то ширина реки AB равна длине катета AC . Точка A выбирается на местности так, чтобы с нее был виден местный предмет (точка B) на противоположном берегу, а также вдоль берега реки можно было измерить расстояние, равное ее ширине. Положение точки C находят методом приближения так, чтобы угол ACB был равен 45° .

Другой вариант этого способа показан на рис. 28 справа. Точка C выбирается так, чтобы угол ACB был равен 60° . Известно, что тангенс угла 30° приближенно равен 0,5, следовательно, ширина реки равна удвоенному значению расстояния AC . Как в первом, так и во втором случае угол при точке A должен быть равен 90° .

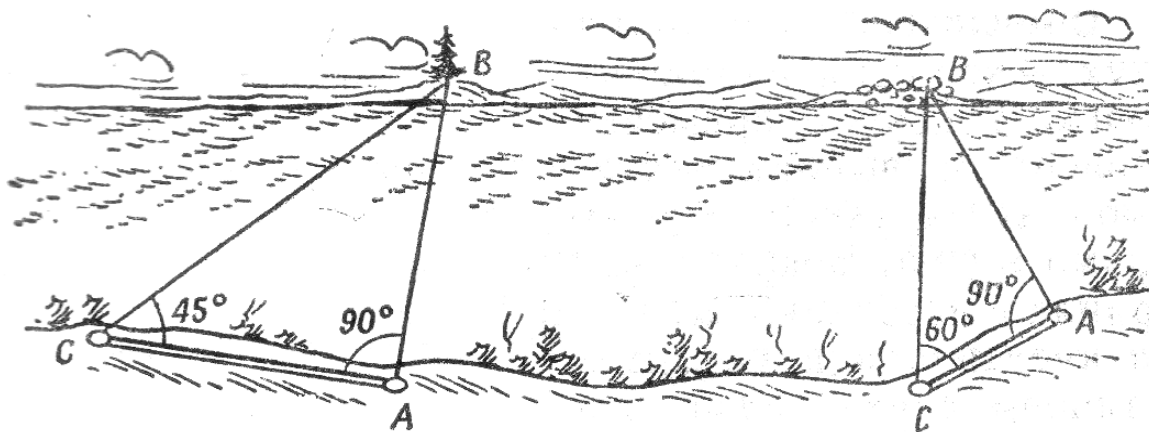


Рис. 28. Определение расстояний геометрическими построениями на местности

Определение расстояний с помощью светодальномера. Наиболее распространенным методом измерения расстояния в топографии и геодезии является *фазовый*, позволяющий измерять расстояния от десятков метров до десятков (в радиодиапазоне – до сотен) километров. Практически во всех свето- и радиодальномерах и в большинстве радиогеодезических систем используют фазовый метод. Поэтому рассмотрим этот метод подробнее.

Передатчик излучает гармонические колебания частоты f , которые проходят трассу D до отражателя и обратно и поступают на приемник со сдвигом фаз $\varphi = 2\pi/\tau = 2\pi f/\square D/v$. Подставляя в формулу $\tau = \varphi/2\pi f$, имеем

$$D = \frac{v}{2f} \frac{\varphi}{2\pi} + \delta \quad (1)$$

и сдвиг фаз равен

$$\varphi = 2\pi N + \Delta\varphi, \quad (2)$$

где N – целое число фазовых циклов ($\lambda/2$ – фазовый цикл);

$\Delta\varphi$ – разность фаз от 0 до 2π , измеряемая фазометром.

N определяют по результатам измерения ΔN на двух или нескольких фиксированных частотах. Подставляя φ из (2) в (1), находим основное уравнение фазовой дальнометрии:

$$D = \frac{v}{2f} \left(N + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \right) + \delta = \frac{\lambda}{2} (N + \Delta N) + \delta, \quad (3)$$

где $\lambda = v/2f$ – длина волны при частоте f ;

$\Delta N = \Delta\varphi/2\pi$ – дробная часть фазового цикла ($0 < \Delta N < 1$).

Входящую в (1) f называют масштабной (измерительной) частотой.

Если в дальномере частота колебаний может изменяться плавно, то используют такую частоту, при которой разность фаз между принятым и отправленным сигналами точно равна целому числу фазовых циклов. В этом случае

$$D = \frac{v}{2f} N + \delta, \quad (4)$$

где N находят из измерений на двух или нескольких частотах.

Согласно ГОСТ 19223-82 в нашей стране в названиях светодальномеров после буквы С – **светодальномер** – используют индексы: Г – **геодезические**, Т – топографические, П – для прикладной **геодезии**. Цифры после буквенного обозначения указывают дальность действия прибора. Например, СТ-5 – светодальномер топографический, измеряющий расстояние до 5 км.

В современных светодальномерах управление, вычисление и контроль выполняются микропроцессором по заданной программе. Измерение расстояний таким светодальномером состоит в установке над пунктами светодальномера и отражателя, наведении светодальномера на отражатель и нажатии кнопки «пуск». Измерения выполняют в течение нескольких секунд.

В фазовом светодальномере световой поток проходит через модулятор, управляемый напряжением от генератора стабильной частоты, на выходе из модулятора он модулирован на амплитуде с частотой, равной частоте генератора. Оптическая система собирает световой поток и направляет его на отражатель, установленный на конце измеряемой линии, от отражателя он поступает на фотоприемник, в котором световая энергия преобразуется в электрическую и после усиления и преобразования поступает на фазометр. На него же поступает сигнал от генератора, т.е. на фазометр поступают два сигнала одинаковой частоты, но различной фазы, разность фаз зависит от длины измеряемой линии.

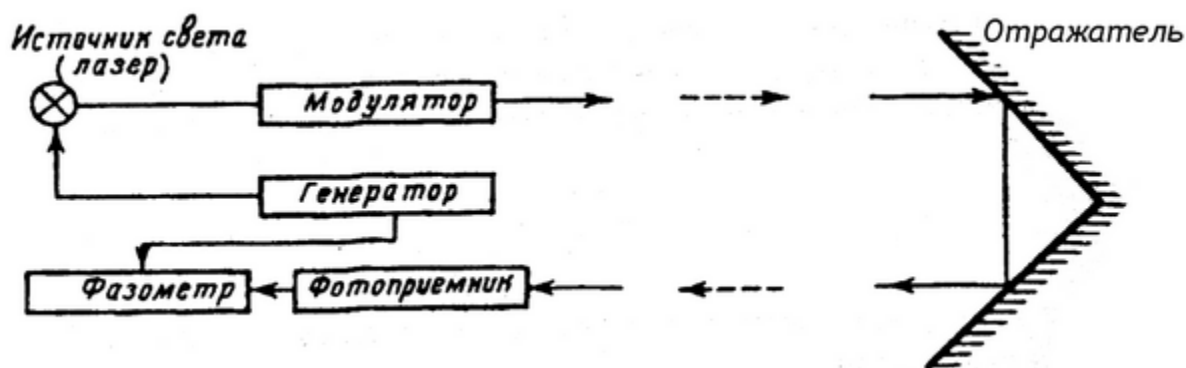


Рис. 29. Определение расстояний с помощью светодальномера

Для контроля и повышения точности в светодальномерах имеется оптическая линия короткого замыкания, используемая как контрольное расстояние. Длина волны масштабной частоты генератора значительно меньше измеряемого расстояния, поэтому разность фаз гораздо больше 360° , а фазометр измеряет величину от 0 до 360° . Возникающую неоднозначность, как уже отмечалось, решают путем измерения расстояния на нескольких частотах генератора стабильной частоты. Точность светодальномеров зависит от стабильности и величины масштабной частоты генератора, точности фазоизмерительного блока, мощности светового потока и других факторов.

Измерение расстояний с помощью электронного тахеометра. Электронным тахеометром (рис. 30) называется прибор, объединяющий в себе светодальномер, электронный теодолит и микро-ЭВМ. Светодальномер прибора измеряет расстояние до отражателя. Датчики горизонтального и вертикального кругов электронного теодолита выдают отсчеты по кругам. Отсчеты расстояния и углов передаются на индикацию и регистрацию. Микро-ЭВМ обеспечивает возможность решения целого ряда стандартных топографо-геодезических задач, для чего прибор снабжен набором необходимых прикладных программ. Полученная в результате измерений и вычислений информация высвечивается на цифровом табло, а также регистрируется во внутренней памяти прибора и на флэш-картах для последующего ввода в компьютер для дальнейшей обработки. Электронный тахеометр имеет, как правило, две панели управления, расположенные с обеих сторон прибора. На панели управления расположены дисплей и клавиатура для управления процессом измерений и ввода информации вручную. Ввод информации и управление возможны и с дистанционного пульта управления (контроллера). Тахеометр может иметь световой указатель створа, облегчающий установку вехи с отражателем на линию, по которой направлена труба прибора.

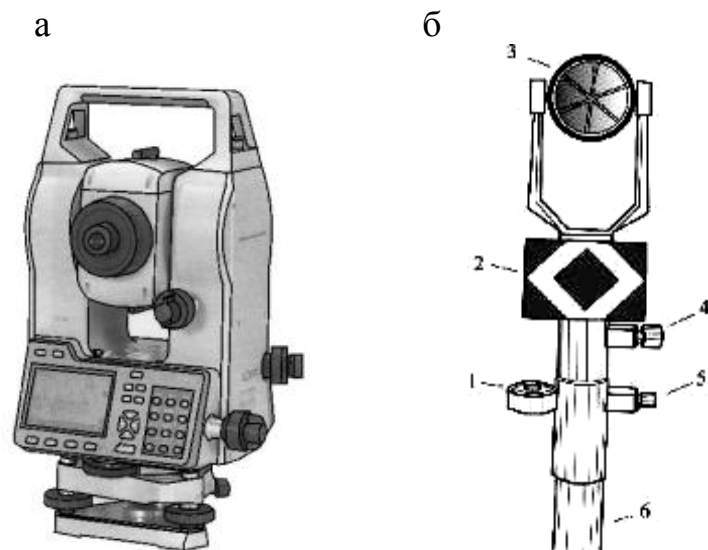


Рис. 30. Электронный тахеометр:
 а – основной прибор; б – однопризменный отражатель:
 1 – уровень; 2 – визирная марка; 3 – призма;
 4, 5 – закрепительные винты; 6 – штанга

Программное обеспечение электронных тахеометров поддерживает решение достаточно широкого круга задач. Обычно бывает предусмотрен ввод и сохранение данных о станции: ее координат, номера точки, высоты прибора, имени оператора, даты, времени, сведений о погоде (ветре, температуре, давлении). По результатам измерений выполняется вычисление горизонтальных и вертикальных углов, дирекционных углов линий, горизонтальных проложений, превышений, высот точек, где установлен отражатель, приращений координат, плоских и пространственных координат наблюдаемых точек. Предусмотрена возможность вычисления координат по результатам засечек, вычисления расстояния до недоступной для установки отражателя точки и координат недоступной точки, определения высоты недоступного объекта. Для обеспечения разбивочных работ служат программы вычисления угла и расстояния для выноса точки с заданными координатами. При решении задач учитывается рефракция световых лучей в атмосфере.

В настоящее время на рынке имеется широкий выбор электронных тахеометров, выпускаемых разными фирмами, в числе которых Уральский оптико-механический завод (Россия), *Sokkia* (Япония), *Trimble* (США), *Leica* (Швейцария) и др. Характеристики приборов разных марок различаются. Средние квадратические погрешности измерения углов тахеометров лежат в пределах от $1''$ до $6''$. Максимальные дальности измерения расстояний на однопризменный отражатель различаются от 1600 до 5000 м. При этом точность измерений в среднем характеризуется ошибкой $2 \text{ мм} + 2'10^{-6} D$, где D – расстояние. Многие из электронных тахеометров

позволяют измерять расстояния без отражателя. Дальность таких измерений меняется в разных приборах в пределах 70–350 м.

Использование электронных тахеометров значительно повышает производительность труда, упрощает и сокращает время на обработку результатов измерений, исключает такие ошибки исполнителя, которые имеют место при визуальном взятии отсчетов, при записи результатов измерений в журналы, в вычислениях. При работе с электронным тахеометром отпадает необходимость иметь калькулятор для выполнения полевых вычислений.

3.7. Движение по азимутам

Этот способ движения широко применяется на местности, бедной ориентирами, ночью и при ограниченной видимости. Его сущность заключается в выдерживании во время движения заданного магнитным азимутом направления на местности и расстояния по этому направлению. Направления выдерживают с помощью компаса, а расстояния измеряют шагами или по спидометру машины.

Для движения по азимутам необходимо заранее по карте определить исходные данные: магнитные азимуты направлений движения между точками поворота на маршруте и расстояния между ними, которые оформляют в виде схемы (рис. 31) или выписывают в таблицу.

Организация и порядок движения по азимутам. Рассмотрим организацию и порядок движения по азимутам пешим порядком по маршруту, приведенному на рис. 31.

При организации движения по азимутам назначаются два человека, которые определяют по компасу и выдерживают, следуя друг за другом, направления движения. Кроме того, назначаются два человека, которые ведут счет парам шагов. Если расстояния на схеме (в таблице) указаны в метрах, их переводят в пары шагов с учетом размера шага.

На точке № 1 (сарай) указатель мушки компаса устанавливают на отсчет 20° и отпускают тормоз магнитной стрелки. Затем компас поворачивают в горизонтальной плоскости до тех пор, пока северный конец стрелки не установится против нулевого деления шкалы. Визирная линия через целик и мушку при таком положении компаса и будет определять направление на точку № 2 (курган). Чтобы выдержать в пути это направление на линии визирования, замечают какой-нибудь удаленный промежуточный ориентир, который используют для выдерживания направления движения.

Перед началом движения стрелку компаса ставят на тормоз. Движение совершают строго прямолинейно в направлении намеченного промежуточного ориентира, при этом ведут счет парам шагов. У промежуточного

ориентира вновь определяют по компасу направление, магнитный азимут которого равен 20° , замечают какой-нибудь удаленный ориентир на этом направлении и движутся к нему. Таким образом совершают движение, пока не будет пройдено 820 пар шагов. Если курган будет виден еще до подхода к нему, последнюю часть участка проходят без промежуточных ориентиров.

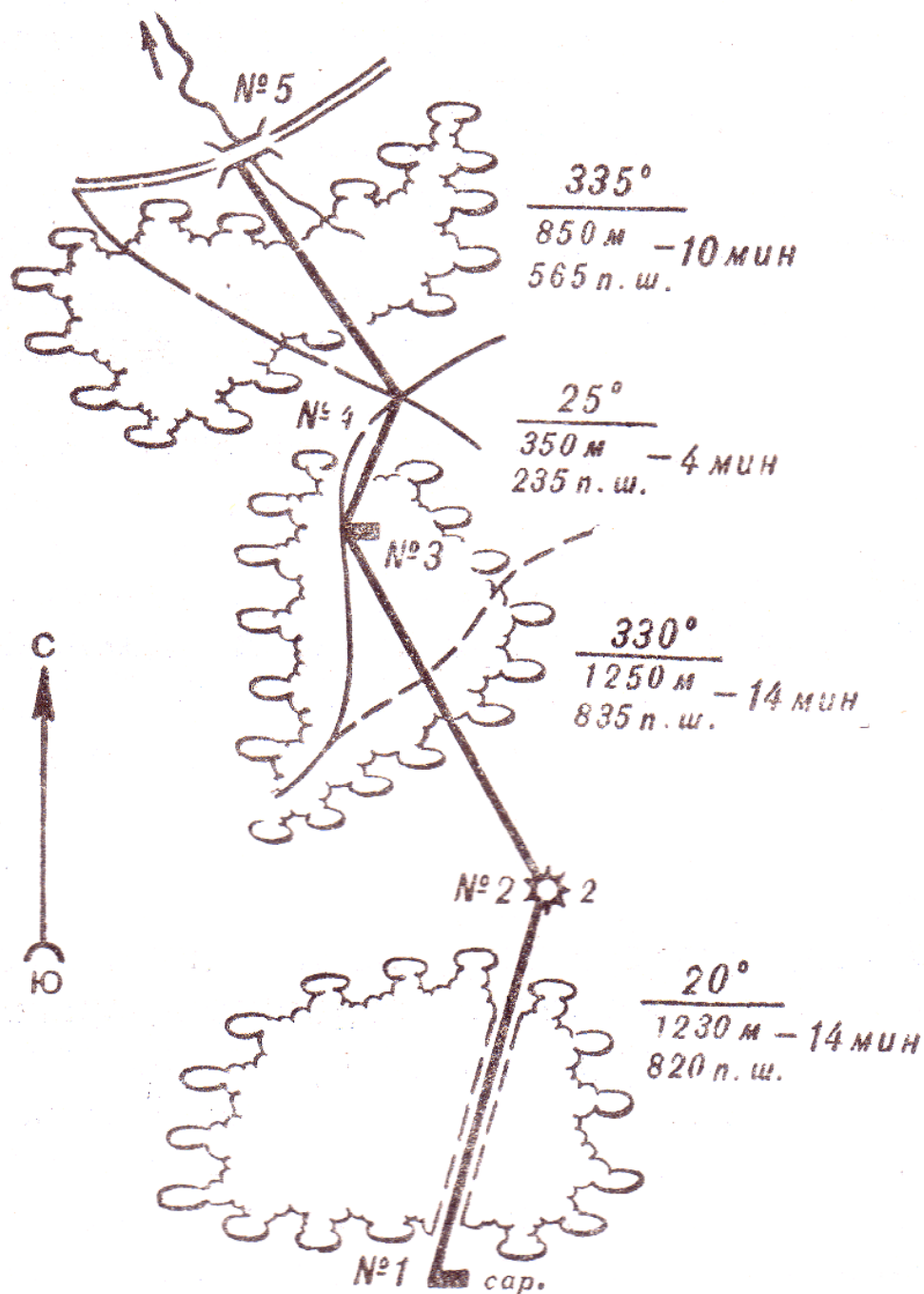


Рис. 31. Схема движения по азимутам

На точке № 2 по компасу определяют направление, азимут которого равен 330° , замечают промежуточный ориентир и начинают движение, ведя счет парам шагов. Если промежуточных ориентиров на местности нет, например, в лесу, пустыне, степи, направление движения выдерживают только по компасу. На точке № 3 определяют направление, азимут которого равен 25° , и движутся в этом направлении к перекрестку дорог (точка № 4), ведя счет парам шагов. Аналогично движутся и на точку № 5.

Из приведенного примера видно, что движение по азимутам совершается путем последовательного перехода от одного ориентира к другому.

Чтобы легче выдержать направление движения, кроме промежуточных часто используют вспомогательные ориентиры. Такими ориентирами служат обычно небесные светила: Солнце, Луна и яркие звезды. При пользовании ими необходимо примерно через 15 мин проверять азимут направления движения, так как небесные светила (кроме Полярной звезды) перемещаются по небосводу. Если долго двигаться в их направлении без контроля, можно значительно уклониться от маршрута.

Для выдерживания направления движения используют также линейные ориентиры или следы от движения машин по песчаной местности.

Точность выхода к точкам поворота маршрута при движении по азимутам зависит от характера местности, условий видимости, ошибок в определении направлений по компасу и в измерении расстояний. Обычно отклонение от точки поворота, к которой надо было выйти, не превышает $1/10$ расстояния, пройденного от предыдущей точки поворота.

В некоторых случаях, например при движении по азимутам зимой на лыжах, пройденные расстояния измеряют приближенно по времени и скорости движения. Чтобы избежать потери ориентировки из-за неточного измерения расстояний, на точках поворота надо выбирать хорошо видимые издали ориентиры.

Обход препятствий. При движении по азимутам могут встречаться как естественные, так и искусственные препятствия (озера, лесные завалы и т.д.), которые легче обойти, чем преодолеть. Поэтому нужно уметь обходить препятствия, не теряя ориентировки.

Порядок обхода зависит от размеров и характера препятствия. Если противоположная сторона препятствия видна (рис. 32, а), то в точке А записывают количество пройденных пар шагов. Затем замечают ориентир (точку В) на противоположной стороне препятствия по направлению движения. Одним из изложенных ранее способов определяют расстояние до намеченного ориентира, переводят это расстояние в пары шагов и прибавляют к ранее измеренному по маршруту расстоянию до точки А. После этого обходят препятствие по его границе. В точке В по заданному азимуту находят нужное направление и продолжают движение к очередной точке поворота маршрута.

В некоторых случаях замеченный за препятствием ориентир (точка *B*) бывает трудно опознать при подходе к нему. Чтобы проконтролировать правильность выхода к ориентиру, в точке *A* оставляют какую-нибудь заметку, например ставят веху или делают затес на дереве. При выходе в точку *B* определяют магнитный азимут направления на точку *A* (обратный азимут), который отличается от азимута направления движения на этом участке маршрута на 180° . Провизировав на точку *A* по обратному азимуту и убедившись, что это направление точно совпадает с направлением на точку *A*, продолжают движение.

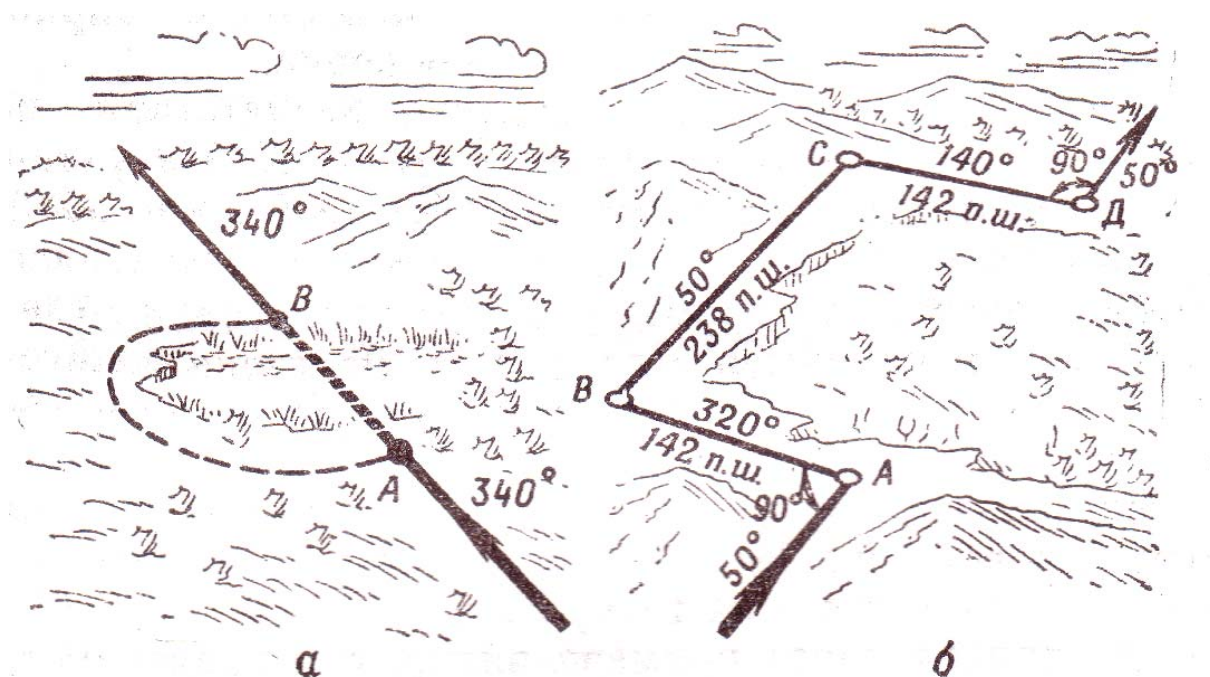


Рис. 32. Обход препятствий:
a – противоположная сторона препятствия видна;
б – противоположная сторона препятствия не видна

Если противоположная сторона препятствия не видна, то при выходе в точку *A* (рис. 32, *б*) изучают местность и намечают сторону, по которой легче обойти препятствие. После этого по компасу определяют азимут направления вдоль границы препятствия (320°) и начинают движение, ведя счет парам шагов (142 пары шагов). При этом необходимо строго выдерживать прямолинейность движения.

На левой границе препятствия в точке *B* (любая точка на местности) делают остановку и определяют направление движения по азимуту, соответствующему направлению основного маршрута (50°). По этому направлению движутся до выхода за препятствие (до точки *C*). В точке *C* определяют направление движения, параллельное линии *AB*, т.е. обратный азимут направления *AB* 140° . Двигаясь по направлению линии *CD*, отсчитывают

количество пар шагов, равное измеренному по линии AB , т.е. 142 пары шагов.

В точке D определяют по азимуту направление движения, соответствующее направлению движения до выхода к препятствию (50°); к количеству пар шагов, измеренному до точки A , прибавляют расстояние BC (238 пар шагов) и продолжают движение к намеченной ранее точке поворота маршрута.

3.8. Особенности ориентирования на местности без карты в различных условиях

Ночью ориентироваться на местности сложнее, чем днем. Многие местные предметы и формы рельефа, которые днем легко опознаются, ночью становятся трудноразличимыми. Уверенное ориентирование ночью во многом зависит от предварительного изучения местности по карте и аэрофотоснимкам, запоминания основных линейных и площадных ориентиров. Кроме того, ночью необходимо всегда знать, в каком направлении (по сторонам горизонта) надо двигаться. Направления движения определяют по компасу и следят за временем движения.

Маршрут движения ночью намечают обычно вдоль линейных ориентиров, что облегчает выдерживание направления движения. В качестве вспомогательных ориентиров используют небесные светила, удаленные огни, а также местные предметы и формы рельефа, проектирующиеся на фоне неба.

При ориентировании на местности ночью наряду с простейшими способами часто применяются более совершенные способы и технические средства: направление движения указывают лучом прожектора, световыми трассами или световыми створами; широко используется наземная навигационная аппаратура, а в некоторых случаях и радиосредства.

Зимой из-за снежного покрова местность становится более однообразной, ее неровности сглаживаются, а дороги, канавы, ручьи, заболоченные участки, покрытые снегом, не просматриваются. Все это в значительной мере усложняет ориентирование.

При движении на лыжах направление движения на открытой местности часто выдерживают по оставляемому следу, а на закрытой местности – по компасу; при движении на специальной машине – по специальным приборам (по гирополукомпасу).

Хорошими ориентирами зимой, особенно ночью, могут служить населенные пункты, отдельные рощи, опушки леса, железные и автомобильные дороги, мосты через широкие реки и другие площадные и линейные ориентиры.

В пустынной местности ориентирование затрудняется тем, что она однообразна, на ней редко встречаются местные предметы, которые могут служить ориентирами. Отрицательно влияют на условия ориентирования миражи, сильный зной и большая запыленность воздуха. При движении по пескам увеличивается пробуксовка колесных и гусеничных машин, что затрудняет пользование спидометром. В качестве ориентиров в пустыне могут служить курганы, колодцы, русла высохших рек, группы деревьев у заброшенных оазисов, небольшие участки такыров и солончаков, наружные знаки геодезических пунктов.

В целом ориентиров в этих районах мало, но при благоприятных условиях видимости они просматриваются издали.

Маршруты движения в пустынной местности прокладывают обычно по прежним путям. Заданные направления выдерживают по компасу и наземным навигационным приборам. В качестве вспомогательных ориентиров служат небесные светила, следы от машин, а также расположение дюн, барханов и ряби на песке, что связано с направлением господствующих ветров и практически постоянно для данного района.

В горах ориентирование затрудняется из-за сильнопересеченного рельефа горной местности. Поэтому условия обзора могут резко меняться в связи с частыми изменениями направления движения.

Движение совершают обычно по дорогам и тропам, в горных проходах и через перевалы, вдоль ручьев и рек. Если направление не совпадает с направлением линейного ориентира, то его выдерживают по компасу и вспомогательным ориентирам (небесным светилам и выделяющимся вершинам гор). При использовании форм рельефа в качестве ориентиров следует помнить, что их очертание может резко изменяться при наблюдении с различных точек маршрута.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте основные способы ориентирования на местности без карты.
2. Каковы основные особенности выбора и использования ориентиров в действиях ночью, зимой и в различных условиях местности?
3. Какие способы определения направлений на стороны горизонта по признакам местных предметов применяются в топографии?
4. Что называется магнитным азимутом и как он определяется по компасу?
5. Назовите в градусах и тысячных азимуты всех четырех сторон горизонта и направлений на северо-восток и юго-запад.
6. Как проверить исправность компаса?
7. Чем в основном отличается компас системы Адрианова от компаса АК?

8. Как с помощью компаса измерить горизонтальный угол между двумя направлениями?

9. Как осуществляется измерение расстояния на глаз, по спидометру машин, по угловым и линейным размерам местных предметов, промером шагами, на слух, по скорости и времени движения, геометрическими построениями на местности?

10. Как осуществляется порядок движения по азимутам с помощью компаса?

11. Как осуществляется обход препятствий при движении по азимутам без карты?

12. Покажите на чертеже, в каком направлении от вас будут видны ночью Полярная звезда, а днем (в 13 часов) – Солнце, если вы будете двигаться по азимуту 270° .

13. Как производится измерение расстояний с помощью электронного тахеометра?

14. Как производится измерение горизонтальных проложений и дирекционных углов линий с помощью электронного тахеометра?

4. ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

4.1. Назначение и краткая характеристика топографических карт

Топографическая карта – основной графический документ о местности, содержащий точное, подробное и наглядное изображение местных предметов и рельефа. На топографических картах местные предметы изображаются общепринятыми условными знаками, а рельеф – горизонталями.

По топокартам изучают и оценивают местность, решают различные задачи, связанные с определением расстояний, углов и площадей, высот, превышений и взаимной видимости точек местности, крутизны и видов скатов и т.п.

Топографические карты служат надежным путеводителем, которым пользуются для ориентирования и движения на местности. По ним планируют передвижение спецтехники МЧС и готовят данные для движения по азимутам. Карты позволяют точно определить не только свое местонахождение, но и координаты ориентиров.

Полнота, подробность и точность изображения местности на карте зависят от ее масштаба.

Масштаб карты показывает, во сколько раз длина линии на карте меньше соответствующей ей длины на местности (проекция этой длины на плоскость). Он выражается в виде отношения двух чисел. Например, масштаб 1:50000 означает, что все линии местности изображены на карте с уменьшением в 50000 раз, т.е. 1 см на карте соответствует 50000 см (или 500 м) на местности.

Масштаб указывается под нижней стороной рамки карты в цифровом выражении (численный масштаб) и в виде прямой линии (линейный масштаб), на отрезках которой подписаны соответствующие им расстояния на местности (см. прил. 1). Здесь же указывается значение масштаба – расстояние в метрах (или километрах) на местности, соответствующее одному сантиметру на карте. Полезно запомнить правило: если в правой части отношения зачеркнуть два последних нуля, то оставшееся число покажет, скольким метрам на местности соответствует 1 см на карте, т.е. значение масштаба.

При сравнении нескольких масштабов более крупным будет тот, у которого число в правой части отношения меньше. Допустим, что на один и тот же участок местности имеются карты масштаба 1:25000, 1:50000 и 1:100000. Из них масштаб 1: 25000 будет самым крупным, а масштаб 1: 100000 – самым мелким.

Чем крупнее масштаб карты, тем подробнее на ней изображена местность. С уменьшением масштаба карты уменьшается и количество наносимых на нее деталей местности.

Для топографических карт РФ установлен масштабный ряд (табл. 9).

Т а б л и ц а 9

Масштабный ряд топографических карт РФ

Масштаб карты	Значение масштаба	Название карты
1:25000	250 м	Двадцатипятитысячная
1:50000	500 м	Пятидесятитысячная
1:100000	1 км	Стотысячная
1:200000	2 км	Двухсоттысячная
1:500000	5 км	Пятисоттысячная
1:1000000	10 км	Миллионная

Карта масштаба 1:25000 (см. прил. 1) применяется для детального изучения отдельных наиболее важных рубежей и участков местности.

Карта масштаба 1:50000 (прил. 2) используется для изучения и оценки местности, ориентирования на ней, проведения измерений и расчетов, требующих высокой точности.

Карта масштаба 1:100000 (прил. 3) широко используется для изучения и оценки местности, ориентирования на ней.

Топографические карты масштаба 1:200000, 1:500000 и 1:1000000 используются в основном для изучения и оценки общего характера больших участков местности, приближенных измерений и расчетов.

Топографические планы. На крупные населенные пункты и другие объекты, имеющие важное значение, могут создаваться топографические планы.

Чаще всего составляются планы масштабов 1:10000 и 1:25000, которые позволяют с большой подробностью показать характер изображаемого объекта и дать подробные сведения о качественной и количественной характеристике местных предметов и деталей рельефа, находящихся как на самом объекте, так и на ближайших подступах к нему. Соответственно изображаемому участку (объекту) местности подписывается название плана, например: «План станции Заводская».

Для удобства пользования и большей наглядности на планах городов выделяются особыми условными знаками и расцветкой важные объекты, показываются линии городского транспорта (метро, трамвай), а на полях или на обороте плана помещаются краткая справка-легенда, перечень важных объектов и алфавитный указатель улиц.

4.2. Подготовка карты к работе

Каждый руководитель подразделения МЧС должен всегда работать на подготовленной карте. Это дает возможность решать задачи с помощью рабочей карты с наименьшей затратой времени.

Правильно подготовленная рабочая карта намного облегчает пользование ею в рабочей обстановке и, главное, сокращает время для решения задач по руководству подчиненными. К этому необходимо добавить, что подготовленной картой можно пользоваться более продолжительное время, чем не подготовленной.

Подготовка карты складывается из выбора, оценки, склеивания, складывания и подъема карты.

Выбор карты. В качестве рабочей карты руководителей подразделений МЧС могут использоваться карты масштаба 1:10000, 1:25000 и 1:50000. Выбор масштаба карты зависит от предстоящих действий, характера и содержания задач, возлагаемых на то или иное подразделение. Поэтому, прежде чем выбрать масштаб рабочей карты, руководитель подразделения МЧС должен изучить и уяснить район предстоящих действий своего коллектива.

Наиболее подробной и точной картой являются топографические карты масштаба 1:10000 и 1:25000. Поэтому ее целесообразно применять для детальных расчетов.

Карта масштаба 1:50000 обеспечивает решение тех же задач, что и карта масштаба 1:25 000, но с меньшей точностью. Точность карты масштаба 1:50000 (30–50 м на местности) позволяет широко использовать ее в качестве рабочей карты руководителей подразделений МЧС.

Оценка карты. Выбрав необходимый для рабочей карты масштаб, руководитель подразделения МЧС приступает к всесторонней оценке выбранной карты. Оценка карты заключается в изучении каждого листа карты. При этом уточняются масштаб и год съемки или рекогносцировки, год издания, система координатной сетки и поправка направления. Кроме того, изучаются чисто топографические характеристики листов карты: высота сечения, предельная крутизна ската, выражаемая горизонталями.

Изучение выбранного масштаба карты имеет целью выработать определенное чувство масштабности, которое необходимо в практической работе при нанесении обстановки на карту, так как рабочая обстановка, наносимая с помощью условных знаков на карту, должна соответствовать действительному расположению ориентиров на местности. Изучая масштаб карты, инженер мысленно откладывает отрезки величиной 0,5; 1; 2 см и т.д. Это помогает быстро и точно наносить на карту положение различных элементов. Такие элементы обстановки, действительные размеры которых невелики, наносятся на карту внемасштабными условными знаками.

Уяснив год съемки и год издания, руководитель подразделения МЧС определяет свое отношение к точности и полноте нанесенной на нее топографической основы. Карта более поздней съемки новейшего издания точнее и вернее представляет местность, на которой предстоит выполнять поисково-спасательные работы. Однако очень часто приходится пользоваться картой относительно старого издания. В этом случае необходимо обращать внимание на данные, свидетельствующие о времени рекогносцировки карты. Это означает, что карта в значительной степени дополнена более полными данными по сравнению с теми, какие имелись в год ее издания.

Масштаб и год издания карты необходимо уяснить, кроме указанного выше, и для записи на всех документах, разрабатываемых с помощью рабочей карты.

Оценка чисто топографических характеристик карты (сетки координат, высот сечения, крутизны скатов, заложения, поправки направления) необходима руководителю подразделения МЧС для правильного движения спецтехники по местности, ориентирования, решения специальных задач.

Склеивание карты. Очень часто районы проведения поисково-спасательных работ будут выходить за пределы одного листа карты. В этих случаях карта руководителя подразделения МЧС может состоять из нескольких листов. Для удобства пользования выбранными листами карт производится предварительное их склеивание, т.е. нужные листы подклеиваются один к другому.

Очень важно правильно склеить выбранные листы. Прежде чем приступить к склеиванию, нужно выполнить определенную подготовительную работу. В начале необходимо правильно срезать края листов карты, но вместе с краями карты не должна срезаться часть самой карты. Для срезания краев карты следует пользоваться острым ножом или лезвием бритвы. Практика показывает, что при пользовании ножницами на срезывании краев уходит больше времени и края получаются неровными.

Срезать края карты следует без линейки. Пользование деревянной линейкой приводит к неровностям срезаемых краев карты; кроме того, очень часто нож или бритва вместе со срезаемым краем карты захватывает края линейки, что приводит к порче листа карты. Для того, чтобы срезанные края карты получались ровными и не происходило порчи рабочих столов, под срезаемый край листа рекомендуется подкладывать гладкую, ровную деревянную подкладку, кусок фанеры, картон и т. п. После этого нужно сделать срезку краев карты по ее рамке. При этом рука должна полностью опираться на стол; нож (лезвие) в процессе резания следует держать под острым углом, в наклонном по направлению линии обреза положении. Это предохраняет края карты от разрывов в местах срезки и обеспечивает получение ровных краев листов карты (рис. 33).

Срезать края листа карты следует в определенном порядке, который обуславливается удобством работы на ней, а также самим процессом склеивания.

Срезать края карты следует: в первом ряду склейки – восточные, во всех остальных рядах, кроме листов последней колонки, – северные и восточные. В последней колонке склейки восточные края листа карты во всех рядах не срезаются (рис. 34).

После того как проведена срезка ненужных краев листов карты, в определенном порядке производится их склеивание. Практикой установлен следующий порядок склеивания (рис. 35).

Вначале склеивают листы карты по вертикали, с севера на юг, образуя колонки склейки. При этом вначале нижние листы наклеиваются на верхние. Лист № 2 наклеивается на лист № 1, образуя колонку из двух листов; затем к двум склеенным листам наклеивают лист № 3 на необрезанное поле листа № 2. В результате образуются колонки из трех листов, восточное поле которых срезано. Аналогично склеиваются листы карты каждой последующей колонки.

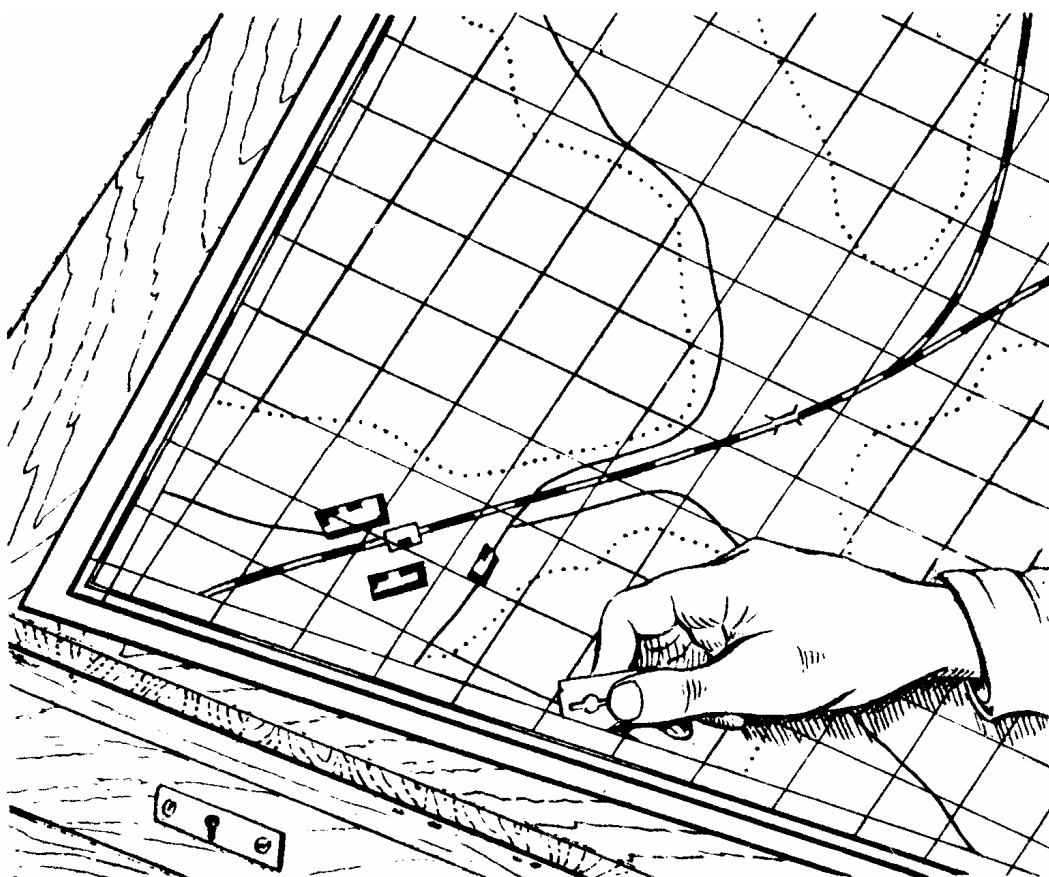


Рис. 33. Срезка края листа карты

После того как будут склеены все листы колонок, приступают к их склеиванию между собой. Склейка колонок ведется слева направо, т.е. с запада на восток. Последовательность склейки колонок зависит от количества колонок в склейке. В нашем примере производится склейка из девяти листов, составляющих три колонки по три листа в каждой. В данном случае первая колонка наклеивается на вторую, образуя склейку из шести листов. Затем эту склейку накладывают на третью колонку. Таким образом, была подготовлена для рабочей карты склейка из девяти листов.

Первый ряд склейки

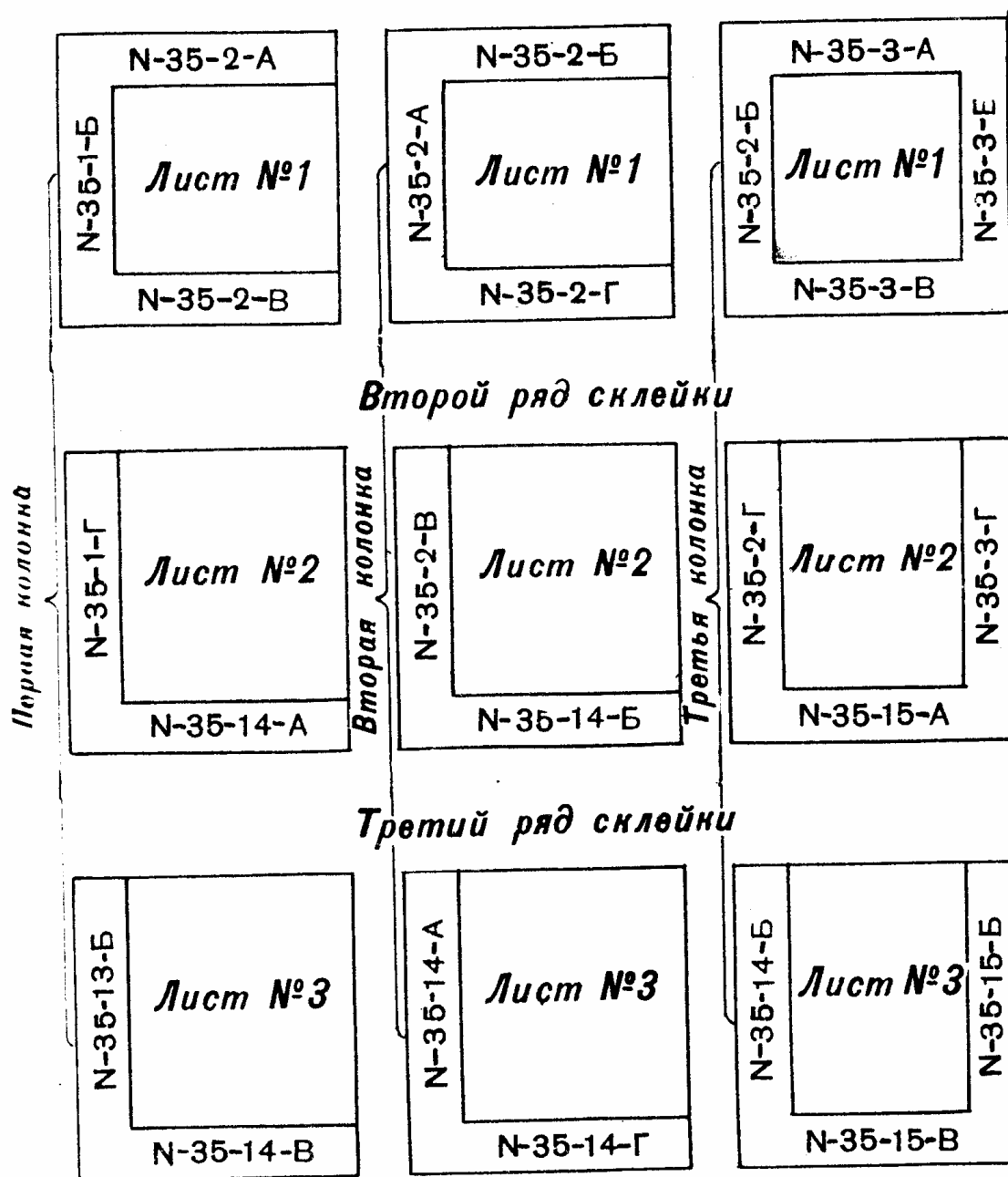


Рис. 34. Ряды и колонки листов, подготовленные для склейки

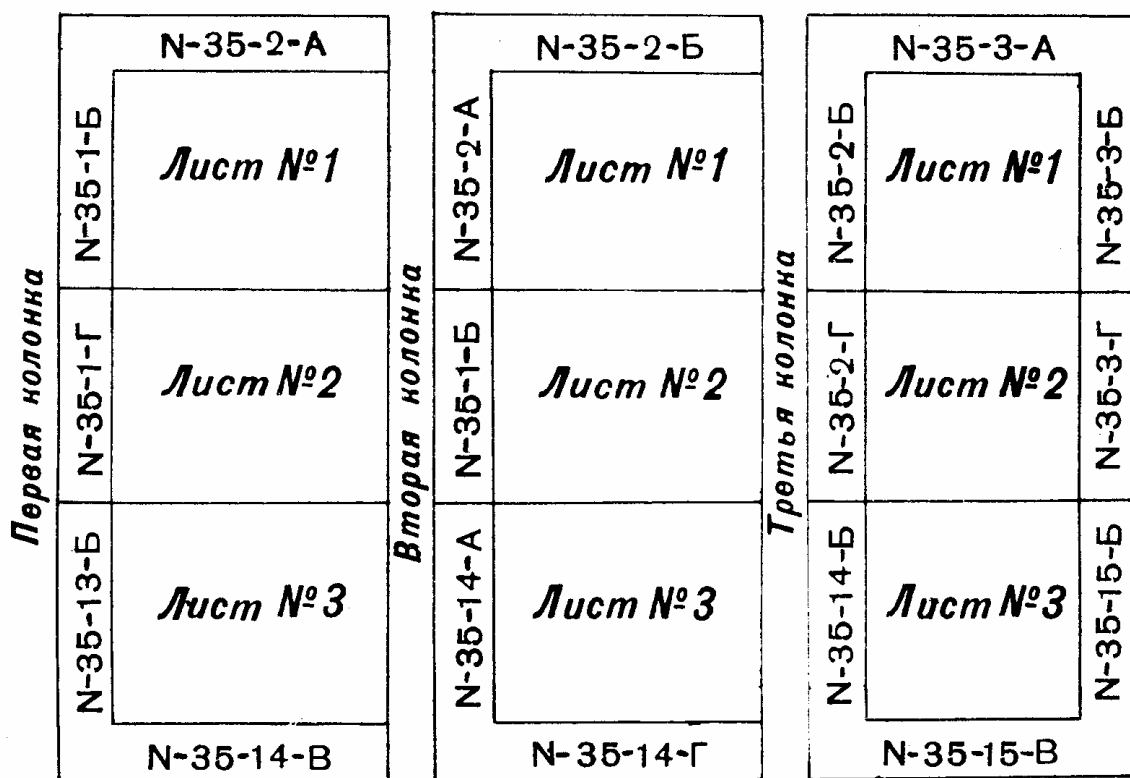


Рис. 35. Порядок склеивания рабочей карты из девяти листов

При склеивании большого количества листов рабочей карты рекомендуется придерживаться следующего порядка. Нижние листы каждой колонки склейки оборотной стороной наложить на нижний несрезанный край верхнего листа (рис. 34).

Затем смазать обрезанные края нижних листов клеем. Перевернуть смазанные листы и наложить их в нижнюю рамку верхнего листа. При этом должна быть исключена возможность размазывания клея по рабочей площади листа карты. Прodelав эту несложную операцию, обязательно нужно подогнать рамки склеиваемых листов. Для этого совмещают на стыках листов карты дороги, реки, ручьи, горизонтали и другие изображения элементов местности. После этого следует несколько раз провести по склейке мягкой бумагой или чистой мягкой тряпкой. Когда склеенные по вертикали листы просохнут, приступают к склеиванию вертикальных колонок между собой, пользуясь теми же приемами.

Рассмотренный порядок склеивания карты создает удобства при работе на ней в любых условиях. Склеенные листы карты не будут отрываться при пользовании резинкой, а при работе карандашом листы в местах склейки не будут задирааться, так как обычно линии проводят снизу вверх (от себя) или слева направо и в тех же направлениях стирают резинкой. Кроме того, при таком порядке облегчается сам процесс склейки, так как нижний лист в колонке наклеивается на верхний.

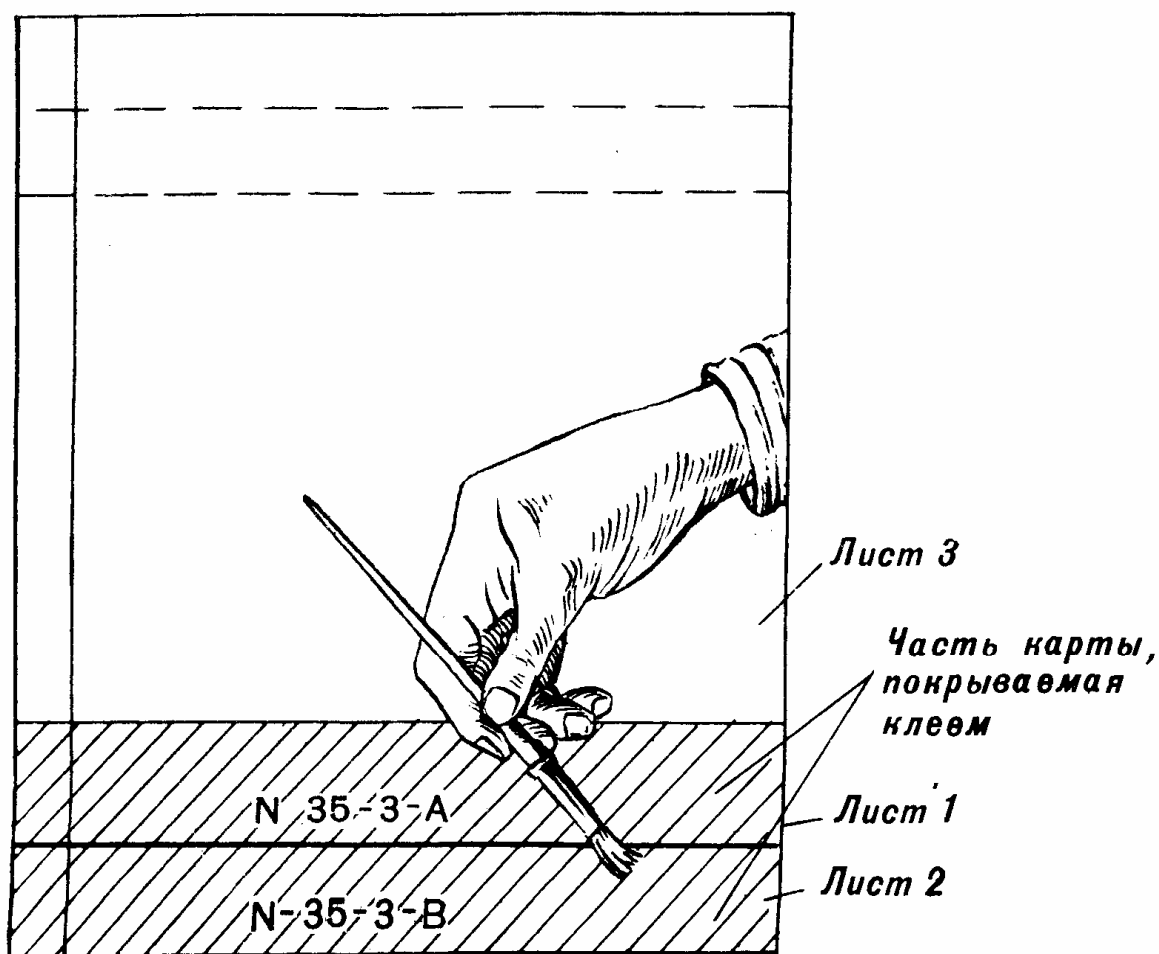


Рис. 36. Смазывание клеем нескольких обрезанных листов

При склеивании карты рекомендуется применять канцелярский клей, клей из крахмала или обычный клейстер. Не следует увлекаться обильным намазыванием краев карты, так как при этом на листах склейки образуются выпуклости, что будет создавать трудности и неудобства при пользовании рабочей картой. Намазывать края карты рекомендуется кисточкой средней твердости, аккуратно накладывая на склеиваемые края листов тонкий слой клея. Иногда из-за деформации бумаги один лист (в пределах рамки) бывает несколько длиннее или короче другого. Для выравнивания рамок следует смазывать более короткий лист, так как смазанный влажный лист можно несколько растянуть и подогнать к смежному листу.

Рабочую карту из большого количества листов склеивать в одну склейку не рекомендуется, особенно если ею предстоит пользоваться для работы в поле, машине. Помимо неудобства пользования, большие склейки чаще рвутся, приобретают выпуклую форму и быстрее приходят в негодность. Целесообразнее подготавливать карту из нескольких склеек.

Складывание карты. Ничто не сказывается так отрицательно на пользовании рабочей картой, как небрежное ее складывание. Поэтому

нельзя мириться с тем, что некоторые инженеры скручивают карту и хранят ее как попало.

Правильное складывание рабочей карты обеспечивает:

- удобное размещение карты в планшете, полевой сумке, на классном столе;

- пользование картой без полного ее разворачивания;

- быстрое нахождение на карте требуемого района;

- сохранение карты от преждевременного износа.

Форма сложенной рабочей карты может быть различной. Это зависит от масштаба карты, а также от того, в каких условиях она будет использована. Для занятий, проводимых в классе, сложенная рабочая карта обычно должна соответствовать размерам и формам классного стола. Во время работы на местности целесообразно, чтобы рабочая карта была сложена в соответствии с формой и размерами планшета или полевой сумки.

На форму сложенной рабочей карты влияет также характер предстоящей задачи.

Разложив на столе склеенную карту, определяют район предстоящих действий (рис. 37).

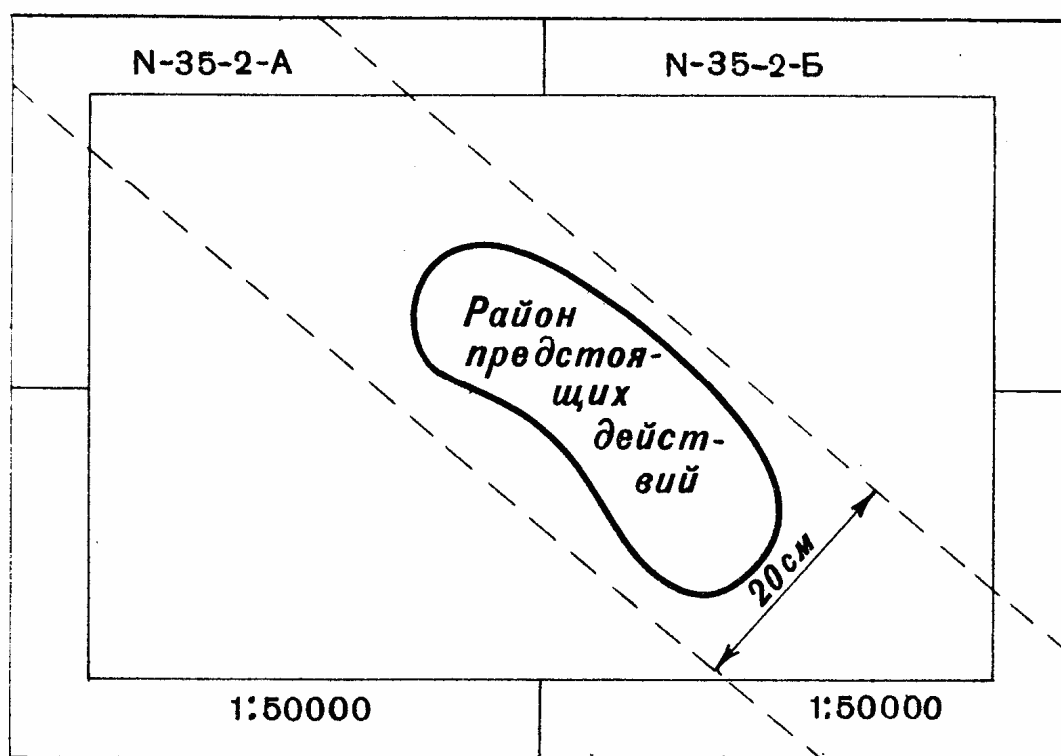


Рис. 37. Определение района предстоящих действий по карте перед ее складыванием

Затем, ориентируя карту по направлению вдоль маршрута предстоящего движения, следует, исходя из размеров ширины полевой сумки или планшета, подогнуть с двух сторон ненужные для рабочей части карты, после чего сложить ее гармошкой (рис. 38) и вложить в полевую сумку или

планшет. Перелистывая звенья сложенной карты в сторону движения, как книгу, можно удобно работать с картой, не разворачивая ее целиком.

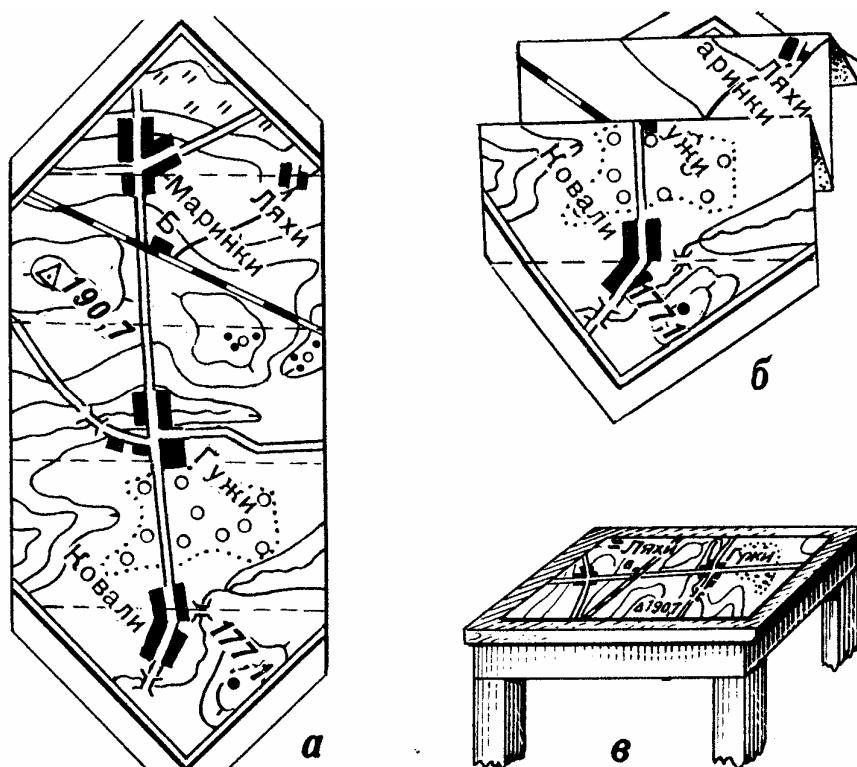


Рис. 38. Складывание карты:
а – карта подогнута по ширине планшета; б – карта сложена гармошкой;
в – карта сложена для работы на столе

Рабочую карту не следует складывать по линии склейки, так как сразу же произойдет разрыв карты в местах склейки. Плотное складывание карты обеспечивает лучшие условия для работы на ней. Чтобы не допускать сморщивание листов и вздутостей, образуемых от оставшегося между сложенными листами карты воздуха, рекомендуется сложенную в определенную форму склейку рабочей карты аккуратно разгладить. Правильно сложенная карта обеспечивает длительное ее сохранение и пригодность для работы. При этом следует иметь в виду, что хорошие результаты при работе на карте получаются, если под листами карты будет твердое ровное основание. Поэтому планшеты для рабочей карты рекомендуется изготавливать из картона, пластмасс или другого плотного материала. При продолжительной работе на одной части склейки или на одном листе карты, особенно при ненастной погоде, рекомендуется листы карты покрывать калькой или восковкой, на которую можно наносить цветными карандашами данные обстановки.

Подъем карты. Важнейшим этапом при подготовке карты к работе является ее подъем. Это означает, что прежде чем использовать карту для

работы необходимо выполнить некоторые технические операции, имеющие целью облегчить чтение карты.

Подъем карты облегчает работу на ней, значительно сокращает время на разработку документов, обеспечивает при меньшей затрате времени большую точность ориентирования.

Процесс подъема карты заключается в работе руководителя, направленной на то, чтобы более наглядно изобразить на ней те элементы местности или местные предметы, которые по характеру предстоящих действий необходимо выделить из остальных, или дополнить карту новыми данными, требуемыми для оценки обстановки и принятия решения. Наиболее полно рабочая карта поднимается в тех случаях, когда на ней недостаточно наглядно выделены элементы местности и местные предметы, имеющие важное значение для предстоящих действий.

В зависимости от характера выполняемой задачи при подъеме карты могут выделяться не только разные объекты или элементы местности, но и различные свойства одних и тех же объектов или элементов местности.

Карта поднимается цветными карандашами с применением условных сокращений, обозначений и топографических знаков. Карандаши зеленого цвета применяются для подъема древесной и кустарниковой растительности, карандаши синего цвета – для подъема гидрографии и болот, светло-коричневого – для рельефа, темно-коричневого – для дорожной сети (кроме железных дорог) и черного цвета – для остальных объектов и надписей.

Населенные пункты, железные дороги поднимаются увеличением их условного знака. Надписи названий населенных пунктов подчеркиваются или увеличиваются карандашом черного цвета. Если необходимо поднять мелкий населенный пункт, то он обводится по внешнему контуру карандашом черного цвета, включая сады и огороды. Если руководителя интересует в самом населенном пункте какой-либо местный предмет, имеющий особое значение для выполнения задачи, а сам населенный пункт не так важен, то следует выделить карандашом черного цвета только этот объект. При подъеме населенных пунктов нельзя увлекаться, иначе вместо выделения можно затемнить главное и вообще всю карту.

Леса поднимаются карандашом зеленого цвета. Так как часть их конфигурации может служить ориентиром, границы лесов обводятся жирной линией, а площадь внутри заштриховывается слабым нажатием карандаша. При этом штрихи рекомендуется проводить возможно ближе один к другому, добиваясь получения ровного зеленого фона. Если площадь леса велика, можно ограничиться обводкой ее по контуру с оттенением внутри короткой зеленой штриховкой. Чтобы выделить вырубki, просеки, поляны, их при подъеме леса не заштриховывают. При выделении кустов обычно штрихуются отдельные кружочки, а площадь кустарника заштриховывается целиком. Реки, ручьи и каналы, изображенные на карте двумя линиями,

поднимаются путем легкой тушевки карандашом синего цвета полоски между линиями, обозначающими русло реки. Реки и ручьи, изображенные одной линией, оттеняются синим карандашом путем утолщения условного знака реки. Озера и пруды оттеняются между контурными линиями. Однако этим подъем реки не заканчивается. Кроме самой реки на ней поднимаются мосты, броды и гидротехнические сооружения, имеющие важное значение для выполнения предстоящей задачи. Поднимая место брода, возле его условного знака на карте черным карандашом указывают глубину и состояние грунта дна реки в виде дроби. Числитель дроби обозначает глубину (в метрах), а знаменатель – характер грунта (буквой). Например, где буква *T* обозначает, что грунт дна реки твердый, а 0,6 – глубину брода в метрах.

Болота покрывают вторичной штриховкой параллельно южной (северной) стороне рамки карты.

Дороги, нанесенные яркими красками, обычно не поднимаются. Для подготовки к работе вполне достаточно поднять на них только мосты, туннели и другие сооружения. Если же по условиям обстановки требуется выделить на своей карте дороги, необходимые для передвижения спецтехники, то необходимо рядом с условным знаком дороги, а не на самом знаке, провести темно-коричневую линию. В пределах знака населенного пункта дороги не поднимаются.

Мосты, гати, переправы поднимаются путем увеличения основного условного знака карандашом черного цвета. Около условного знака моста или переправы надписывают их длину, ширину и грузоподъемность. Надписи проставляются в виде дроби, в которой числитель обозначает размеры (в метрах), а знаменатель – грузоподъемность (в тоннах). Например, надпись у моста обозначает, что мост имеет длину 30 м, ширину 5 м, а грузоподъемность 20 т.

Объекты, которые могут быть использованы в качестве ориентиров (тригонометрические пункты, заводы, фабрики, церкви, кирхи, могильники и др.), изображаемые внемасштабными условными знаками, обводят черными кружками одинакового размера или подчеркивают.

Иногда руководителю подразделения МЧС потребуется выделить на карте рельеф какого-либо участка местности. Рельеф обычно поднимают, оттеняя светло-коричневым карандашом одну или несколько горизонталей, где их форма выражена наиболее четко. Вершины командных высот заштриховывают и подчеркивают их отметки.

Для завершения подготовки карты необходимо подписать ее (например: «Рабочая карта...») и вынести координаты сетки на ту часть карты, которая покрывает район предстоящих действий, с таким расчетом, чтобы можно было, не развертывая всю склейку карты, пользоваться ее при ориентировании.

4.3. Принадлежности для работы с картой

Условия работы руководителя подразделений МЧС по ведению карты в рабочей обстановке характеризуются ограниченным временем и минимальными удобствами (стоя в поле, сидя в машине). Это заставляет каждого руководителя подразделения МЧС заблаговременно побеспокоиться о создании элементарных удобств для работы на карте в таких условиях.

При нанесении обстановки в поле в качестве подкладки под карту целесообразно иметь планшет из фанеры или прессованного картона размером 30×40 см. Такой планшет не коробится, легок и удобен для работы в полевых условиях.

Качество нанесенной обстановки во многом зависит от умелого подбора цветных карандашей и их качества. Они выбираются в соответствии с состоянием погоды, влажностью воздуха и его температурой. При сухой, жаркой погоде лучше применять твердые карандаши, при влажном воздухе карандаши должны быть более мягкими.

Карандаши для работы должны быть хорошо очинены. Очиниваются они отлого, конусообразно, примерно на два сантиметра от конца. Длина свободного от дерева графита после очинки карандаша должна быть не более 0,5 см. Следует избегать длинной очинки карандаша или чрезмерно короткой. Нормальной очинкой карандаша обеспечивается проведение тонких линий и более продолжительное пользование им (рис. 39).

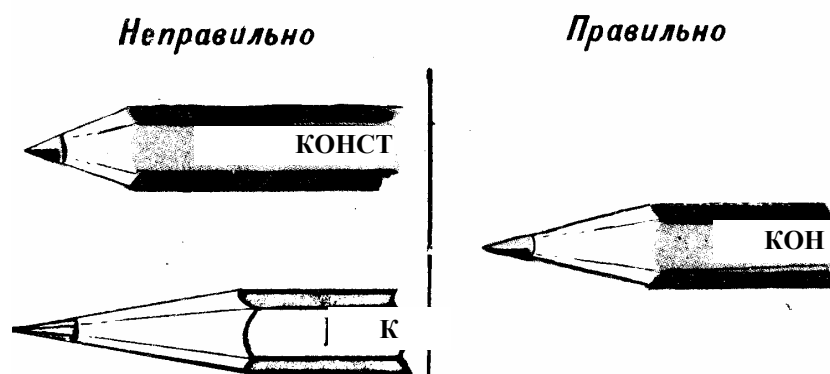


Рис. 39. Очинка карандашей

Для работы надо иметь минимум по два карандаша основных цветов, чтобы не терять времени на очинку их при нанесении обстановки.

Для нанесения обстановки на карту надо иметь линейки, трафареты, циркуль-измеритель, карандашную линейку, перочинный нож, курвиметр.

4.4. Разграфка и номенклатура топографических карт

Топографические карты создают на большие территории земной поверхности. Для удобства пользования их издают отдельными листами, границы которых принято называть рамками карты. Сторонами рамок являются меридианы и параллели, они ограничивают изображенный на листе карты участок местности. Каждый лист карты ориентирован относительно сторон горизонта так, что верхняя сторона рамки является северной, нижняя – южной, левая – западной, правая – восточной (рис. 40).

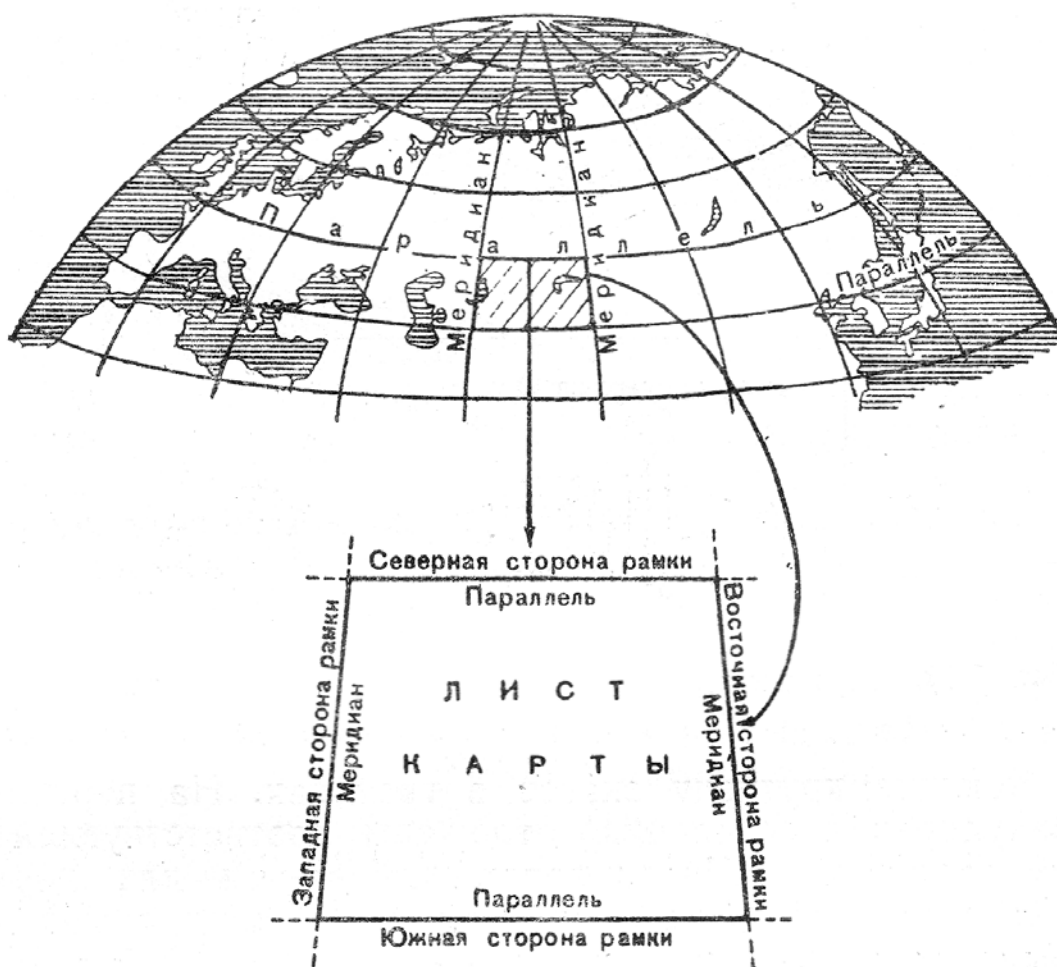


Рис. 40. Расположение листа карты относительно сторон горизонта

Чтобы можно было легко и быстро находить нужные листы карты того или иного масштаба, каждый из них имеет свое условное обозначение – номенклатуру. В основу разграфки и обозначения листов топографических карт положен лист карты масштаба 1:1000000.

Номенклатура листа карты масштаба 1:1000000 состоит из обозначений ряда и колонны (рис. 41). Ряды располагаются параллельно экватору и обозначаются заглавными буквами латинского алфавита. Границами рядов служат параллели, проведенные от экватора через 4° по широте.

Счет рядов идет от экватора к полюсам: А, В, С, D, Е и т. д. Колонны располагаются вертикально. Границами их служат меридианы, проведенные через 6° по долготе. Колонны обозначаются арабскими цифрами от меридиана с долготой 180° с запада на восток. При обозначении номенклатуры листа карты первой пишется буква, обозначающая ряд, а затем через черточку – номер колонны, например М-38, К-36 и т. д.

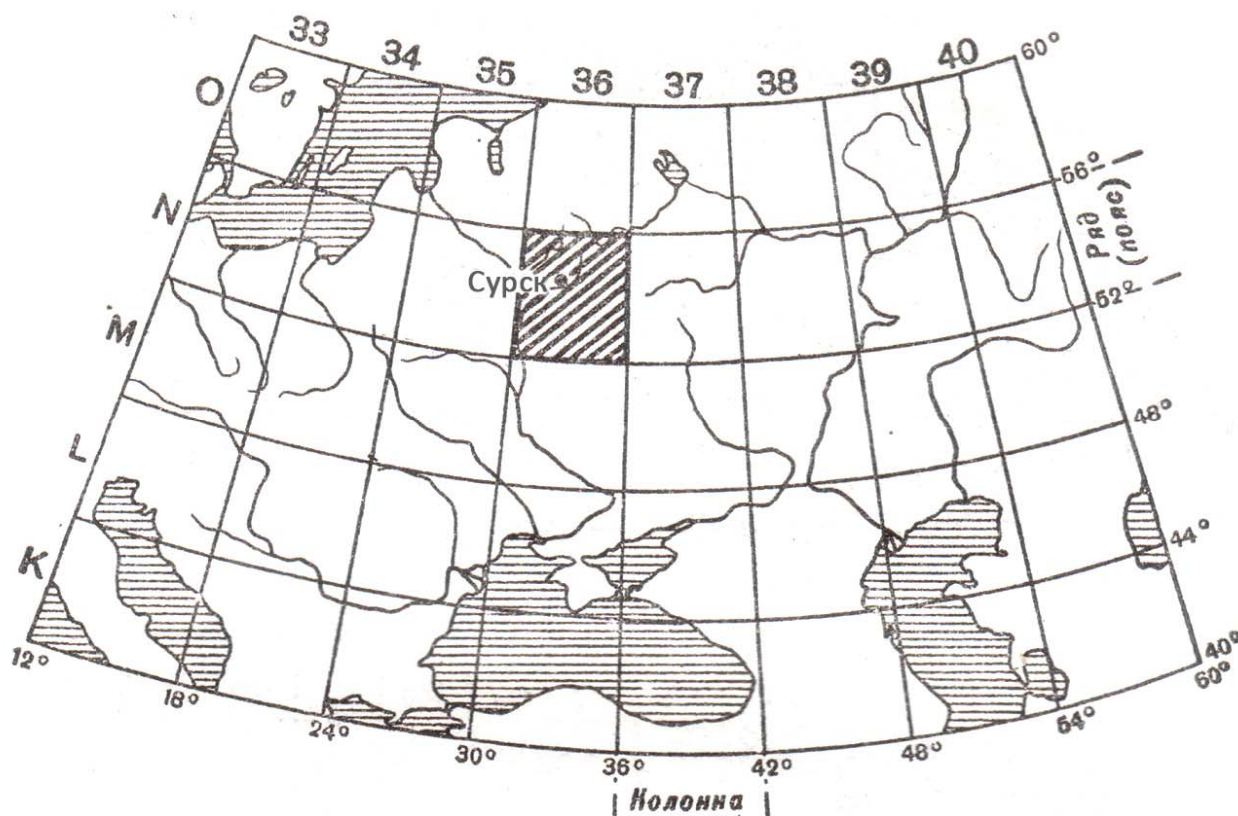
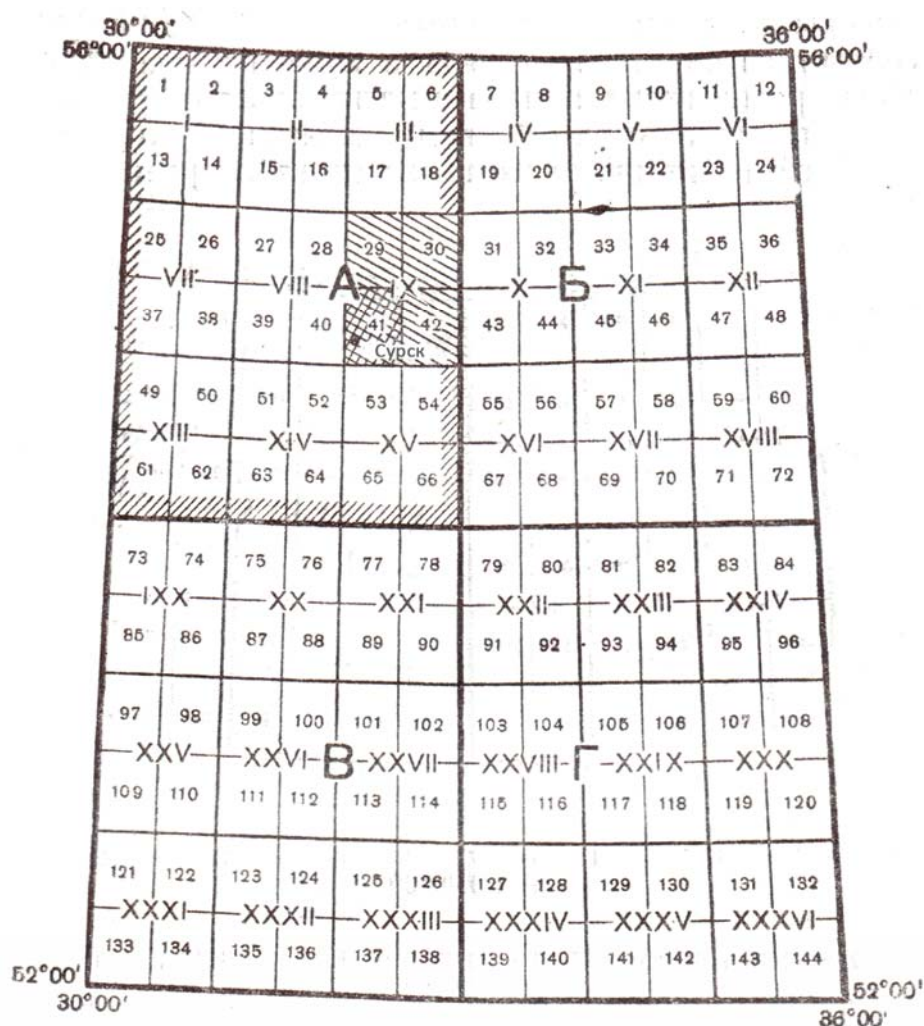


Рис. 41. Разграфка и номенклатура листов карты масштаба 1:1 000 000

Чтобы легче было подобрать нужные листы и определить их номенклатуру, пользуются сборными таблицами для каждого масштаба. Иногда сборная таблица изготавливается на несколько масштабов. Она представляет собой схематическую карту мелкого масштаба, разделенную горизонтальными и вертикальными линиями на клетки. Эти линии как бы совпадают с направлением меридианов и параллелей и обозначают рамки листов карты. Таким образом, на сборной таблице каждая клетка изображает границы листа карты того или иного масштаба. Для более быстрого определения номенклатуры листов карты на заданный участок (район) местности на сборных таблицах показываются крупные населенные пункты, реки, основные дороги и некоторые другие объекты. Пользуясь сборной таблицей, легко определить номенклатуру любого листа карты масштаба 1:1000000. Например, лист карты, на котором расположен г. Сурск (см. рис. 41), имеет номенклатуру N-36.

Номенклатура каждого листа карты масштаба 1:500000, 1:200000 и 1:100000 (рис. 42) состоит из номенклатуры листа карты масштаба 1:1000000 с добавлением соответствующей буквы или цифры. Как видно из рисунка, один лист миллионной карты включает:

- 4 листа карты масштаба 1:500000, которые обозначаются буквами А, Б, В, Г. Например, лист карты с г. Сурск имеет номенклатуру N-36-А;
- 36 листов карты масштаба 1:200000, которые обозначаются римскими цифрами от I до XXXVI. Например, лист карты с г. Сурск имеет номенклатуру N-36-IX;
- 144 листа карты масштаба 1:100000, которые обозначаются арабскими цифрами от 1 до 144. Например, лист карты с г. Сурск имеет номенклатуру N-36-41.



Условные обозначения

- Разграфка листов карты 1: 500 000
- Разграфка листов карты 1: 200 000
- Разграфка листов карты 1: 100 000

Рис. 42. Разграфка и номенклатура листов карт масштаба 1:500 000, 1:200 000, 1:100 000 в листе карты масштаба 1:1 000 000

Номенклатура каждого листа карты масштаба 1:50000 и 1:25000 связана с номенклатурой листа карты масштаба 1:100000 (рис. 43). В одном листе карты масштаба 1:100000 содержатся 4 листа карты масштаба 1:50000.

В свою очередь, один лист карты масштаба 1:50000 делится на 4 листа карты масштаба 1:25000.

Номенклатура листа карты масштаба 1:50000 состоит из обозначения листа карты масштаба 1:100000 с добавлением соответствующей заглавной буквы русского алфавита – А, Б, В, Г. Например, лист карты масштаба 1:50 000 с г. Сурск имеет номенклатуру N-36-41-В.

Номенклатура листов карты масштаба 1:25000 состоит из номенклатуры листа карты масштаба 1:50000, с добавлением одной из строчных букв русского алфавита – а, б, в, г. Например, лист карты масштаба 1:25000 с г. Сурск имеет номенклатуру N-36-41-В-а.

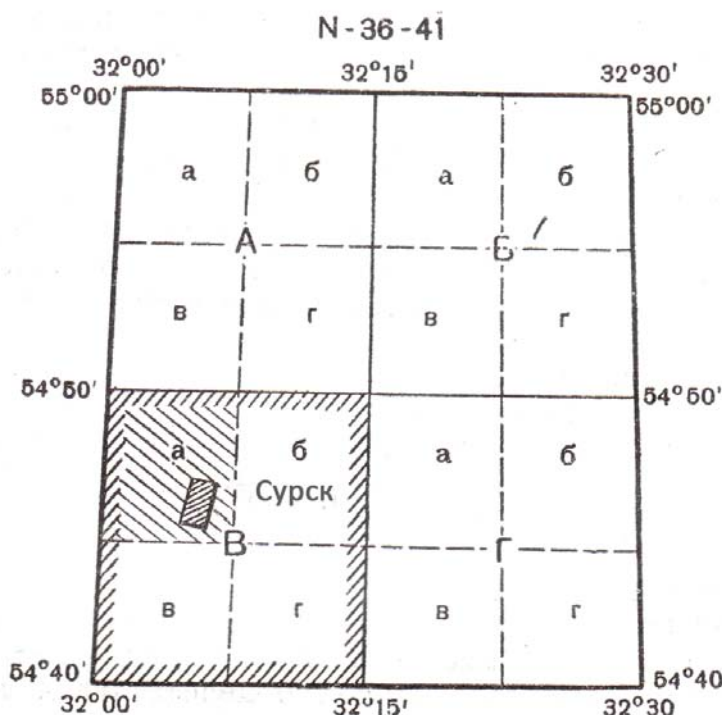


Рис. 43. Разграфка и номенклатура листов карт масштаба 1:50 000, 1:25 000 в листе карты масштаба 1:100 000

Над правым углом северной стороны рамки дается номенклатура каждого листа топографической карты. Посередине этой стороны подписывается название главного населенного пункта или другого крупного объекта, расположенного на данном листе карты.

Подбор (определение) необходимых листов карт на заданный район (участок, полосу) производится по сборным таблицам. Для этого необходимо нанести границы района на сборную таблицу соответствующего масштаба карты, затем по обозначениям, имеющимся на сборной таблице, выписать номенклатуры всех листов, которые входят в этот район. Номен-

клатуры листов, примыкающих к имеющемуся листу карты, подписывают на внешней части каждой из сторон рамки. В этом случае при определении номенклатуры соседнего листа карты нет необходимости пользоваться сборной таблицей.

Зарамочное оформление топографических карт. На каждом листе топографической карты с внешней стороны рамки помещаются различные сведения, необходимые для работы с картой. Под номенклатурой дается год издания карты. Под левым углом южной стороны рамки приводятся данные о магнитном склонении, сближении меридианов и поправке направления, а на чертеже показана взаимосвязь этих угловых величин. Посередине этой стороны помещается линейный и численный масштаб карты, указывается значение масштаба и высота сечения рельефа; правее масштаба находится шкала заложений, предназначенная для определения крутизны скатов; под правым углом рамки указывается, когда и каким методом создана карта. Данные о времени создания карты позволяют судить о соответствии карты местности на данный момент (период).

Между внутренней и внешней линиями рамки листа карты даются оцифровка вертикальных и горизонтальных линий координатной (километровой) сетки и подписи геодезических координат (широты и долготы) углов рамки. Стороны рамки разбиты на минутные деления (по широте и долготе), а каждое минутное деление точками разбито на шесть частей по десять секунд каждая. Кроме того, у выходов железных и шоссейных дорог за рамку карты дано название ближайшего города, поселка или станции, куда ведет данная дорога, с указанием расстояния в километрах от рамки до этого населенного пункта (станции). Внутри линий рамки подписываются так же собственные названия населенных пунктов, которые только частично изображены на данном листе, а большая часть их расположена на соседнем листе.

4.5. Определение расстояний по карте

Чтобы определить по карте расстояние между точками местности (предметами, объектами), пользуясь численным масштабом, надо измерить на карте расстояние между этими точками в сантиметрах и умножить полученное число на значение масштаба.

Например, на карте масштаба 1:50000 (значение масштаба 500 м) расстояние между двумя ориентирами составляет 4,2 см. Следовательно, искомое расстояние между этими ориентирами на местности будет равно

$$4,2 \cdot 500 = 2100 \text{ м.}$$

Небольшое расстояние между двумя точками по прямой линии проще определять, пользуясь линейным масштабом (рис. 44). Для этого доста-

точно циркуль-измеритель, раствор которого равен расстоянию между заданными точками на карте, приложить к линейному масштабу и снять отсчет в метрах или километрах. На рис. 44 измеренное расстояние равно 1250 м.

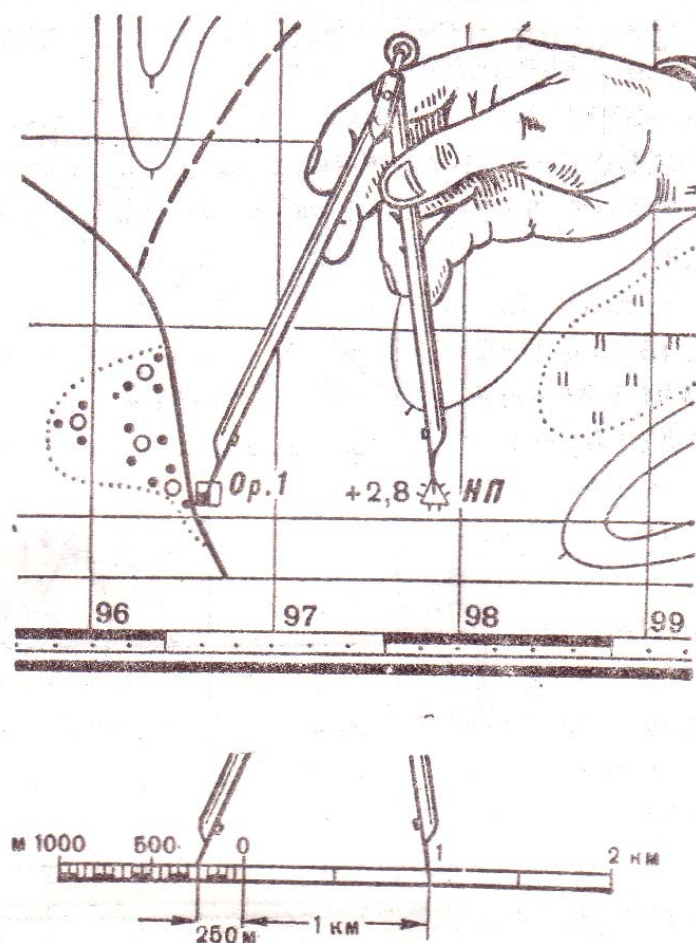


Рис. 44. Измерение расстояний на карте циркулем-измерителем по линейному масштабу

Большие расстояния между точками по прямым линиям измеряют обычно с помощью длинной линейки или циркуля-измерителя. В первом случае для определения расстояния по карте с помощью линейки пользуются численным масштабом. Во втором случае раствор («шаг») циркуля-измерителя устанавливают так, чтобы он соответствовал целому числу километров, и на измеряемом по карте отрезке откладывают целое число «шагов». Расстояние, не укладывающееся в целое число «шагов» циркуля-измерителя, определяют с помощью линейного масштаба и прибавляют к полученному числу километров.

Таким способом измеряют расстояния по извилистым линиям. В этом случае «шаг» циркуля-измерителя следует брать 0,5 или 1 см в зависимости от длины и степени извилистости измеряемой линии (рис. 45).

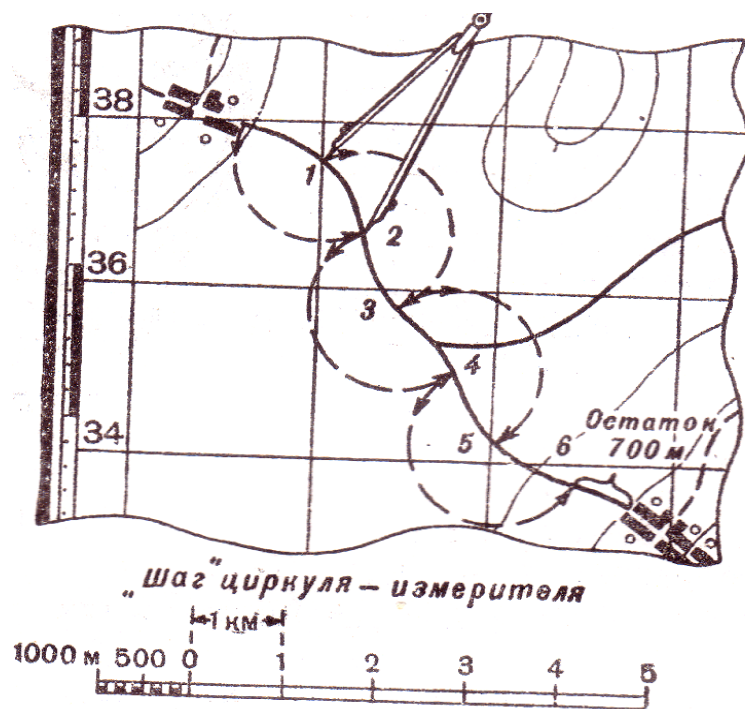


Рис. 45. Измерение расстояний по извилистым линиям

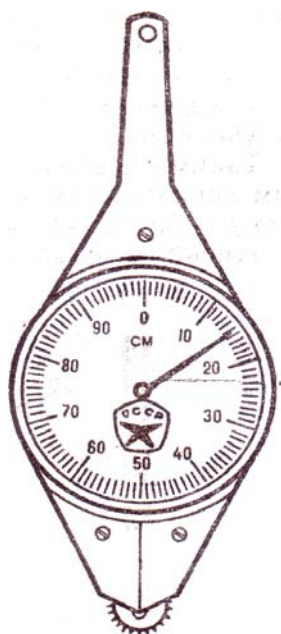


Рис. 46. Курвиметр

Для определения длины маршрута по карте применяют специальный прибор, называемый курвиметром (рис. 46), который удобен для измерения извилистых и длинных линий. В приборе имеется колесико, которое соединено системой передач со стрелкой. При измерении расстояния курвиметром нужно установить его стрелку на нулевое деление, а затем прокатить колесико вдоль маршрута так, чтобы показания шкалы возрастали. Полученный отсчет в сантиметрах умножают на значение масштаба и получают расстояние на местности.

Точность определения расстояний по карте зависит от масштаба карты, характера измеряемых линий (прямые, извилистые), выбранного способа измерения рельефа местности и других факторов.

Наиболее точно определить расстояние по карте можно по прямой линии. При измерении расстояний с помощью циркуля-измерителя или линейки с миллиметровыми делениями среднее значение ошибки измерения на равнинных участках местности обычно не превышает 0,5-1 мм в масштабе карты, что составляет для карты масштаба 1: 25000 – 12,5–25 м, масштаба 1:50000 – 25–50 м, масштаба 1:100000 – 50–100 м. В горных районах при большой крутизне скатов ошибки будут больше. Это объяс-

няется тем, что при съемке местности на карту наносят не длину линий на поверхности Земли, а длину проекций этих линий на плоскость.

При крутизне ската 20° (рис. 47) и расстоянии на местности 2120 м его проекция на плоскость (расстояние на карте) составляет 2000 м, т.е. на 120 м меньше. Подсчитано, что при угле наклона (крутизне ската) 20° полученный результат измерения расстояния по карте следует увеличивать на 6% (на 100 м прибавлять 6 м), при угле наклона 30° – на 15%, а при угле 40° – на 23%.

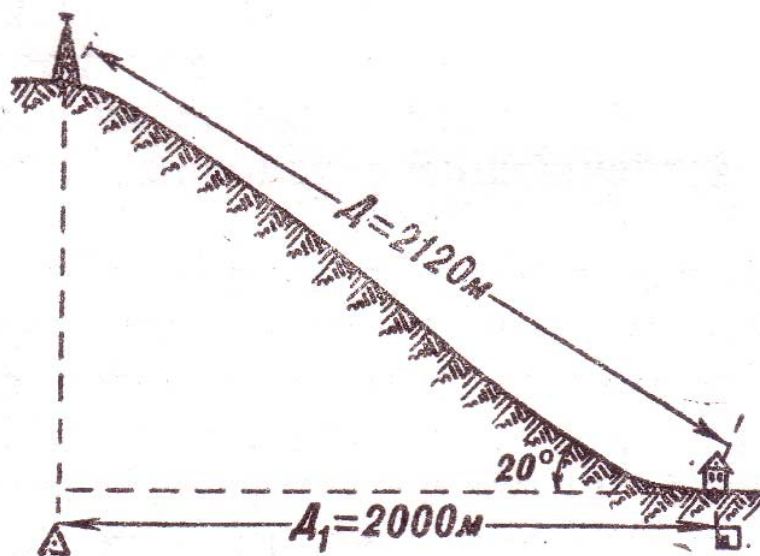


Рис. 47. Проекция длины ската на плоскость (карту)

При определении длины маршрута по карте следует учитывать, что расстояния по дорогам, измеренные на карте с помощью циркуля или курвиметра, получаются короче действительных расстояний. Это объясняется не только наличием спусков и подъемов на дорогах, но и некоторым обобщением извилин дорог на картах. Поэтому получаемый по карте результат измерения длины маршрута следует с учетом характера местности и масштаба карты умножить на коэффициент, указанный в табл. 10.

Т а б л и ц а 10

Поправочный коэффициент для топографических карт РФ

Местность	Поправочный коэффициент для карты масштаба		
	1:50000	1:100000	1:200000
Горная (сильнопересеченная)	1,15	1,20	1,25
Холмистая (среднепересеченная)	1,05	1,10	1,15
Равнинная (слабопересеченная)	1,0	1,0	1,05

4.6. Определение площадей по карте аналитическим, графическим и механическим способами

В зависимости от хозяйственного назначения участков и контуров, их размеров, формы, наличия или отсутствия планов и карт, естественно-исторических условий местности площади определяют следующими способами.

Аналитический способ. Площади вычисляют по результатам измерений линий и углов на местности с применением формул геометрии, тригонометрии и аналитической геометрии. Например, при учёте площадей, подверженных затоплению их разбивают на простейшие геометрические фигуры, преимущественно треугольники, прямоугольники, реже трапеции и площади участков определяют как суммы площадей отдельных фигур, вычисляемых по линейным элементам (высотам и основаниям) по общеизвестным формулам геометрии.

Площади больших участков вычисляют по результатам измерений линий и углов на местности (при помощи формул тригонометрии) или по их функциям – приращениям координат и координатам вершин полигона.

Графический способ. Площади вычисляют по результатам измерений линий по плану (карте), когда участок, изображённый на плане, разбивают на простейшие геометрические фигуры, преимущественно на треугольники, реже на прямоугольники и трапеции. В каждой фигуре на плане измеряют высоту и основание, по которому вычисляют площадь. Сумма площадей фигур даёт площадь участка. К графическому способу относят определение площади при помощи **палеток**.

Механический способ. Площади определяют по плану (карте) при помощи специальных приборов – планиметров.

Все способы применяют для определения как малых, так и больших площадей. Иногда способы определения площадей применяют комбинированно. Например, часть линейных величин для вычисления площадей определяют по плану, а часть – по результатам измерений на местности. Нередко основную площадь участка, заключённую в теодолитный полигон, определяют аналитическим способом (по координатам вершин полигона), а площадь, выходящую за пределы полигона и заключённую между линиями полигона, - графическим или механическим способом.

Наиболее точным – аналитический способ, так как на точность определения площади влияют только погрешности измерений на местности, в то время как при графическом и механическом способах помимо погрешностей измерений на местности влияют погрешности составления плана, определения площадей по плану и деформации бумаги. Однако аналитический способ требует измерения линий и углов по границам участков, больших вычислительных действий, зависящих от числа углов. Вместе с

этим его целесообразно применять, если площадь надо получить с повышенной точностью и, не дожидаясь составления плана.

Менее точен, но наиболее распространён механический способ, так как, пользуясь им, можно быстро и просто определить по плану площадь участка любой формы.

Графический способ выгодно применять тогда, когда границы участка – ломаная с небольшим числом поворотов.

Для определения на плане площадей небольших участков с криволинейными контурами применяют прямолинейные и криволинейные палетки. К прямолинейным относят известные и наиболее распространенные квадратные и параллельные палетки.

Квадратная палетка представляет сеть взаимно перпендикулярных линий, проведенных через 1 мм на прозрачном целлулоиде, плексигласе, фото пленке, стекле или восковке. Площадь фигуры вычисляют простым подсчётом клеток палетки, наложенной на фигуру. Доли клеток, рассекаемых контуром на части, учитывают на глаз. Как видно на рис. 48, площадь контура занимает 58 клеток. Для плана масштаба 1:10000 площадь клетки со стороной 1 мм равно $10 \times 10 = 100 \text{ м}^2 = 0,01 \text{ га}$. Следовательно, площадь контура равна 0,58 га.

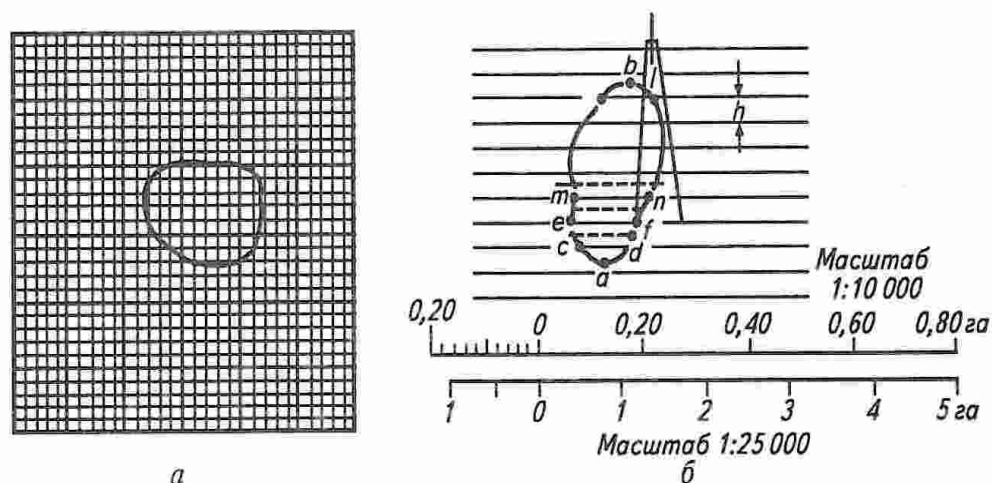


Рис. 48. Определение площади контура квадратной (а) и параллельной (б) палетками

Для упрощения подсчётов проводят утолщенные линии через 0,5 и 1 см, чтобы число клеток можно подсчитать сразу группами (25 и 100 мм²). Квадратной палеткой не рекомендуют определять площади, большие 2 см² на плане.

Недостаток ее применения помимо того, что площади долей клеток, рассекаемых контуром, приходится оценивать на глаз, состоит еще в том, что подсчет числа целых клеток нередко сопровождается грубыми ошибками. Таких недостатков не наблюдается при определении площадей па-

параллельной палеткой, представляющей собой листок прозрачного целлюлоида, плексигласа или восковки, на котором нанесены параллельные линии, проведенные преимущественно через 2 мм одна от другой.

Площадь контура этой палеткой вычисляют следующим образом. Накладывают ее на контур так, чтобы крайние точки a и b разместились посередине между параллельными линиями плетки. Таким образом, весь контур оказывается расчлененным параллельными линиями на фигуры, близкие к трапециям с одинаковыми высотами, причем отрезки параллельных линий внутри контура являются средними линиями трапеций. Прерывистыми линиями на рис. 48 показаны основания этих трапеций. Сумма площадей трапеций, т.е. площадь контура,

$$P = cdh + efh + mn h + \dots + klh.$$

Так как все высоты трапеций равны, то

$$P = h(cd + ef + mn + \dots + kl).$$

Следовательно, чтобы получить площадь контура, нужно взять сумму средних линий, т.е. сумму отрезков параллельных прямых проходящих внутри контура, и умножить на расстояние между ними.

Для упрощения определения площади сумму средних линий последовательно набирают в раствор циркуля: сначала берут отрезок cd , затем, не сжимая циркуля, совмещают левую его ножку с точкой f . После этого, не сдвигая правую ножку циркуля с места, увеличивают раствор циркуля, установив левую ножку на точку e . Таким образом, в растворе циркуля получают отрезок, равный $cd + ef$. Далее левую ножку циркуля устанавливают в точку n на расстоянии $cd + ef$. После этого, не сдвигая правую ножку с места, раствор циркуля увеличивают, установив левую ножку в точку m , и т.д. Последним отрезком, набираемым в раствор циркуля, будет отрезок kl . Набранную в раствор циркуля сумму средних линий определяют по масштабной линейке и полученную длину умножают на расстояние h , соответствующее числу метров на местности.

Например, если масштаб плана 1:10000, $h = 20$ м и сумма средних линий равна 682 м, то площадь контура будет равна 13640 м^2 , или 1,36 га. Чтобы не выполнять подобных вычислений, для нужного масштаба плана строят специальную шкалу, по которой считывают площадь контура, зная сумму средних линий. Рассчитаем основание шкалы для масштаба 1:10000. При расстоянии между параллельными линиями 2 мм и при основании шкалы 1 см площадь будет равно $20 \times 100 = 2000 \text{ м}^2 = 0,20$ га. Следовательно, каждому сантиметру шкалы будет соответствовать 0,20 га на местности. Левое основание шкалы делят на 10 частей, как это делают при построении линейного масштаба.

Основанию масштаба 1:25000, равному 1 см, будет соответствовать площадь 1,25 га. Такое основание неудобно для определения площадей, поэ-

тому следует рассчитать основание, которому соответствует площадь 1 га. В этом случае длина основания, очевидно, будет равна 0,8 см. Левое основание шкалы также делят на 10 частей.

Для масштаба 1:5000 основание принимают 2 см, которое будет соответствовать площади 0,1 га. После того, как сумма средних линий в раствор циркуля набрана, определяют площадь по шкале так же, как расстояния по линейному масштабу. Палетку и шкалу обычно строит сам исполнитель. Параллельной палеткой не следует определять площади больше 10 см² на плане.

В 1990-е годы разработаны устройства, позволяющие преобразовывать графическое изображение контуров ситуации на планах (картах) в цифровое, в виде координат точек. Большинство преобразователей-цифрователей, например цифровой планиметр X-PLAN 360 d, имеют режимы измерений: точечный, когда определяют только поворотных точек контура (или концов прямых линий), и непрерывный, когда отслеживают всю линию (границу участка) и координируют её точки через определённый интервал. Результаты измерения отображаются на жидкокристаллическом дисплее и могут накапливаться в памяти, а встроенный калькулятор позволяет производить различные операции над результатами измерений (вычислять площадь фигуры, длины линий).

Кроме этих устройств применяют и электронные планиметры PLANIX-7 зарубежного производства. Конструктивная особенность этих планиметров – наличие жидкокристаллического 8-разрядного цифрового дисплея с отображением результатов и единиц измерений (см² или дюйм²). Начальный отсчёт и результат измерения автоматически высвечивается на дисплее в процессе работы. Наличие памяти позволяет выполнять накопительные измерения.

Планиметром называется механический прибор, который путём обвода плоской фигуры любой формы определяет её площадь. Они бывают самых разнообразных систем: от очень сложных до очень простых. Планиметры делят на линейные и полярные. К *линейным* относят планиметры, у которых все точки прибора во время обвода фигуры подвижны, а к *полярным* – у которых одна точка (полюс) во время обвода фигуры неподвижна.

Механический способ определения площадей с помощью полярного планиметра находит широкое применение в топографо-картографических работах подсчёте объёмов водохранилищ, объёмов земляных работ и др.

Полярный планиметр (рис. 49) состоит из трех основных частей: полюсного рычага 1, обводного рычага 7 и счетного механизма 9 с установочным винтом 8.

На одном конце полюсный рычаг имеет груз 2 с иглой 3, накалываемой на бумагу и служащей полюсом планиметра, на другом – штифт 10 с

шаровой головкой, при помощи которого полюсный рычаг соединяется с обводным.

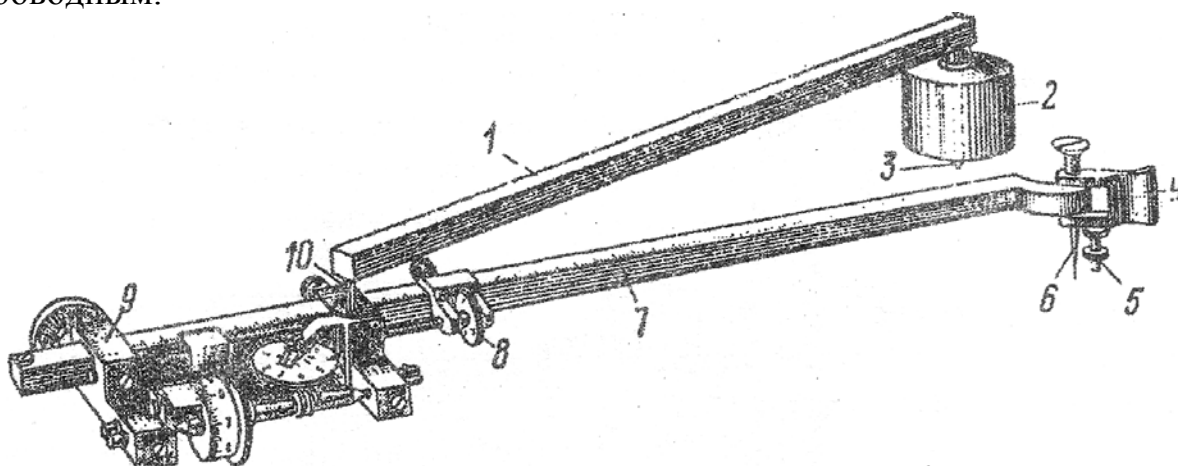


Рис. 49. Полярный планиметр:
1 – полюсный рычаг; 2 – груз; 3 – игла; 4 – ручка; 5, 10 – опорные штифты;
6 – обводной шпиль; 7 – обводной рычаг; 8 – установочный винт;
9 – счетный механизм

Каретка счетного механизма может передвигаться вдоль обводного рычага. Длина обводного рычага (расстояние от обводного шпиля до шарнира) определяется по нанесенной на нем шкале при помощи верньера 7 счетного механизма (см. рис. 49).

Отсчет по шкале равен 173,3. Он состоит из числа делений до нулевого штриха верньера (173), а десятые доли отсчета определяются номерами штриха верньера (3), совпадающего со штрихом шкалы обводного рычага.

На конце обводного рычага имеется ручка 4 (см. рис. 49), обводной шпиль 6 и опорный штифт 5. Последний является одной из опорных точек планиметра. Опорный штифт должен быть ввинчен так, чтобы острие обводного шпиля при обводке контура фигуры, площадь которой определяют, не царапало бумагу.

Счетный механизм (рис. 50) также состоит из трех частей: циферблата 11, счетного колеса 2 и верньера 3. Циферблат отмечает полные обороты счетного колеса. Цилиндрическая поверхность последнего разделена на 100 частей, верньер дает возможность отсчитать десятые доли делений счетного колеса.

Полный отсчет выражается четырехзначным числом. Первой его цифрой (3) является номер младшего штриха циферблата, прошедшего указатель 1, второй – номер младшего подписанного штриха (6) счетного колеса, прошедшего нуль верньера, третий – порядковый номер младшего неподписанного штриха (8) счетного колеса, прошедшего нуль верньера, четвертый – номер штриха (4) верньера, совпадающего с каким-либо штрихом счетного колеса.

Показанный на рис. 50 отсчет 3684 выражает 3,684 оборота счетного колеса (от начала счета). Одному обороту циферблата соответствуют 10000 делений счетного колеса.

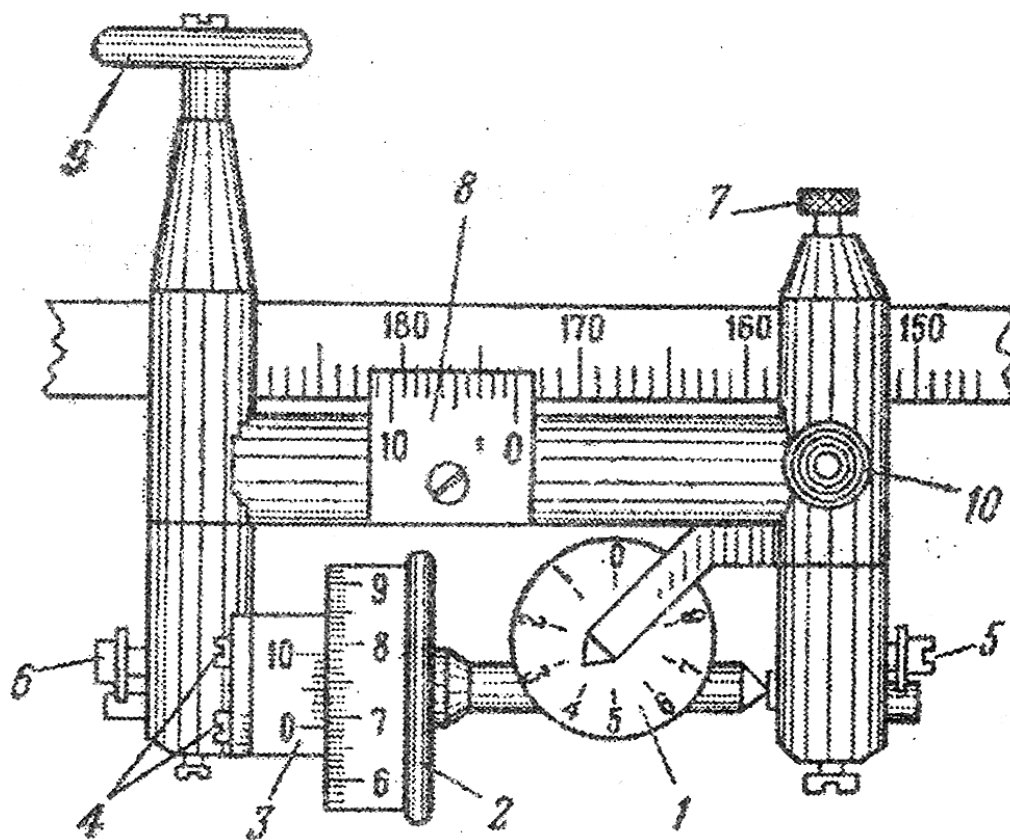


Рис. 50. Счетный механизм планиметра:

- 1 – указатель; 2 – счетное колесо; 3 – верньер; 4 – винты регулировки зазора между верньером и счетным колесом; 5 – винт регулировки счетного колеса; 6 – опорный ролик; 7 – верньер шкалы обводного рычага; 8 – закрепительный винт каретки счетного механизма; 9 – место соединения рычагов; 10 – винт регулировки счетного механизма; 11 – циферблат

Сущность определения площадей планиметром состоит в следующем. Пусть полюс планиметра установлен вне фигуры, площадь которой определяют, а обводной шпиль – в одной из точек контура этой фигуры.

Берут отсчет u_1 до начала обвода. Медленно перемещая обводной шпиль вдоль контура по ходу движения часовой стрелки, доводят его до исходной точки и производят второй отсчет u_2 . Разность отсчетов $\Delta u = u_2 - u_1$ дает число делений планиметра (отвлеченное число), соответствующее площади фигуры. Для контроля контур фигуры обводят дважды (по и против движения часовой стрелки), а затем вычисляют среднее число делений $\Delta u_{\text{ср}}$.

Чтобы площадь P фигуры выразить в гектарах или в квадратных метрах, надо знать цену деления с планиметра, т.е. площадь (га, м^2), соот-

ветствующую одному делению планиметра, и умножить ее на полученное число делений:

$$\Pi = c \Delta u_{\text{ср}}.$$

Цену деления планиметра c определяют из опыта. Для этого обводят фигуру, площадь Π_0 которой заранее известна (например, квадрат километровой сетки топографической карты). При условии цена деления планиметра определяется из выражения

$$c = \frac{\Pi_0}{\Delta u_{\text{ср}}}.$$

Правила работы с планиметром при обводе контура фигуры следующие:

1. План (карту) при помощи кнопок натягивают на гладкой горизонтальной поверхности.

2. Устанавливают полюс планиметра вне обводимого контура, бегло обводят его и убеждаются в том, что углы между рычагами будут не менее 30° и не более 150° и обводное колесо не соскакивает с листа плана или карты.

3. Начальную точку контура для установки обводного шпиля выбирают так, чтобы в начале обвода счетное колесо вращалось медленно.

4. Ручку обводного рычага надо держать свободно, без напряжения, чтобы рычаг опирался на бумагу только своей тяжестью.

5. Обвод по контуру производят равномерно, не быстро, но и не очень медленно, так, чтобы глаз различал надписи штрихов на вращающемся счетном колесе.

6. Если при обводе контура по ходу движения часовой стрелки второй отсчет оказался меньше первого, то к нему прибавляют 10000. При обводе контуров фигур большой площади прибавляют $n \cdot 10000$, где n – число полных оборотов циферблата.

7. Вращающиеся части планиметра, как правило, имеют люфт, а потому при обводе контура расположение штрихов циферблата относительно указателя может не соответствовать положению счетного колеса. Например, на рис. 51, *a* и *б* против указателя циферблата стоит цифра 3, однако в первом случае отсчет будет 3126, а во втором 2834. В подобной ситуации рекомендуется придерживаться следующего правила. Если на счетном колесе против нуля верньера окажутся цифры 0, 1, 2, то по циферблату отсчитывают ту цифру, которая стоит против его указателя; если же против нуля верньера на счетном колесе окажутся цифры 8, 9, то по циферблату отсчитывают ближайшую младшую цифру.

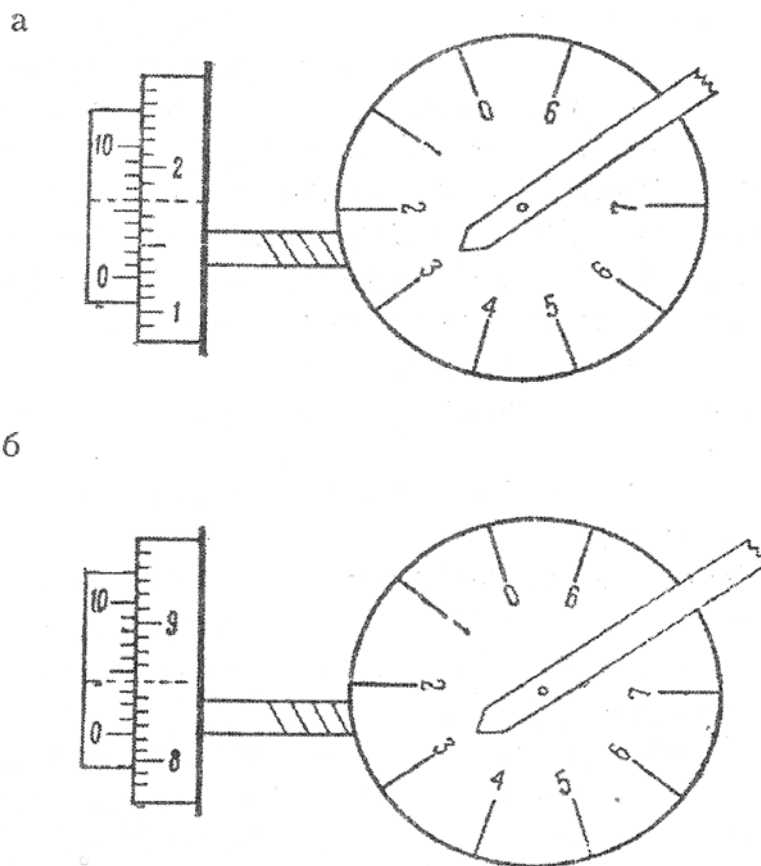


Рис. 51. Снятие отсчетов по счетному механизму планиметра:
a – отсчет 3126; *б* – отсчет 2824

4.7. Определение площадей по карте с помощью электронного планиметра Planix 7

4.7.1. Устройство планиметра

В последние годы в практике подразделений МЧС находят применение автоматизированные устройства для измерения площадей – электронные планиметры. Примером таких приборов является цифровой планиметр PLANIX 7 (Япония), позволяющий автоматически выполнять считывание отсчетов, вычисление площадей и печать результатов измерений. Прибор конструктивно решен по схеме линейного планиметра; диапазон работы планиметра: по ширине 300 мм, по длине не ограничен. Имеет восьмиразрядную шкалу отсчетов с подсветкой и клавиши для установки начального (нулевого.) отсчета, записи и хранения измеренных и определяемых значений площадей. Вычисление площадей выполняется с помощью встроенного микрокалькулятора с точностью 0,2 %.

Устройство планиметра представлена на рис.52.

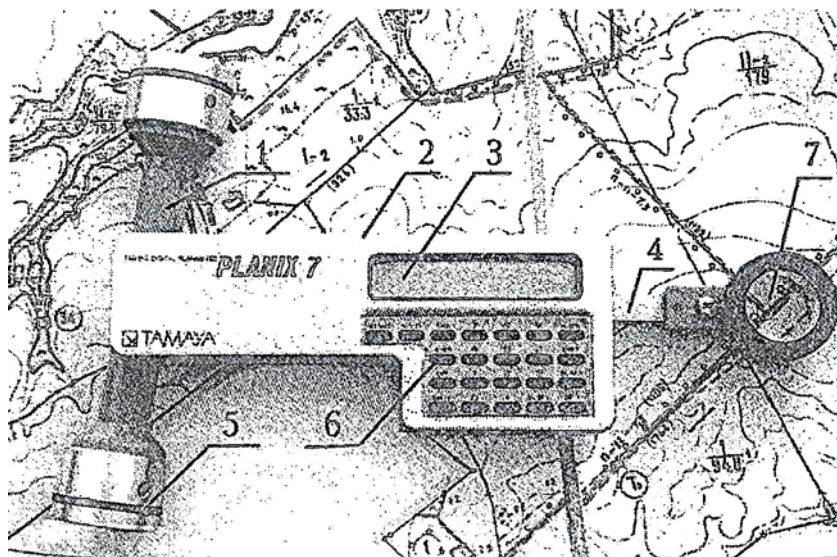


Рис.52. Устройство электронного планиметра **PLANIX 7**:
1 – роликовый механизм; 2 – штепсельный разъём; 3 – экран; 4 – ручка трассера;
5 – ролик; 6 – функциональные клавиши; 7 – линза трассера

Функции и символы панели планиметра представлены на рис. 52.

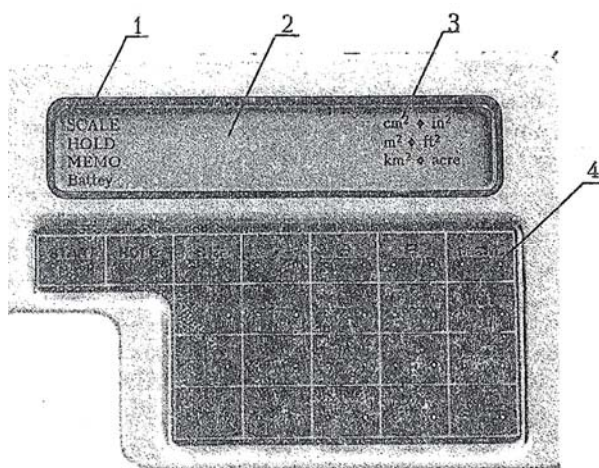


Рис. 53. Функции и символы панели планиметра:
1 – символ; 2 – цифровой дисплей; 3 – символы единиц измерения;
4 – цифровые клавиши

Символы

При работе планиметра на его панели высвечиваются различные символы.

SCALE – отображает выбранный масштаб.

HOLD – отображается при нажатии клавиши **HOLD** и отображаемый рисунок фиксируется.

MEMO – высвечивается при нажатии клавиши **END** и изображаемый рисунок запоминается.

Batt – отображается при низком уровне заряда батареи.

E – отображается при 1) выходе за пределы (более восьми изображаемых разрядов); 2) клавиша **END** – для усреднения значения неоднократно измеренной площади. Допускается нажим клавиш в пределах девяти секунд.

$\text{cm}^2 \blacklozenge \text{in}^2$ – отображение метрической системы (cm^2 , m^2 , km^2) или английской системы измерений (кв. дюйм, кв. фут, акр), выбираемой клавишей $\text{m} \leftrightarrow \text{ft}$

$\text{m}^2 \blacklozenge \text{ft}^2$

$\text{km}^2 \blacklozenge \text{acre}$

$\blacklozenge$ – отображение единицы измерения, выбранной клавишей UNIT. Единица измерения не отображается в режиме пульсирующего счёта.

X – при нажатии клавиши SF ? значение коэффициента, записанного в память горизонтального масштаба, отображается с меткой X.

Y – при нажатии клавиши SF ? значение коэффициента, записанного в память вертикального масштаба, отображается с меткой Y.

Функциональные клавиши

START Готовность к началу измерений. На экране дисплея отображается «0».

HOLD Удержание в памяти площади измеренной фигуры. При повторном нажатии клавиши HOLD можно продолжать измерения. При помощи этой клавиши производится накопление измерений.

END Используется для неоднократного измерения одной и той же площади.

AVER Каждое измерение сохраняется нажатием клавиши END и усредняется нажатием клавиши AVER

ON/C Включение питания/Очистка памяти или площади измеренной фигуры.

OFF Выключение питания.

0 – 9 Цифровые клавиши.

UNIT Отображение выбранных единиц измерений: cm^2 , m^2 , km^2 в метрической системе измерений и квадратных дюймов, квадратных футов и акров в английской системе измерений. В любом случае может быть выбран режим импульсного счёта.

scale Клавиша ввода масштаба.

D-SCL Клавиша ввода двойного масштаба.

SF ? Запрос масштабного коэффициента, когда масштаб карты 1/N и N сохранён в масштабе.

4.7.2. Работа с планиметром

Подготовка к работе и включение

Выровнять и разложить объект на чертёжной доске, поместив его по возможности горизонтально. Установить PLANIX 7 так, чтобы роликовый механизм и рамка трассера располагались под прямым углом друг к другу, а рамка трассера при этом находилась примерно на середине контура снимаемого объекта.

Нажать клавишу ON/C. На экране дисплея при этом отобразится «0».

Выбор метрической и английской систем мер.

Выбор единицы измерения

Нажать клавишу $m \leftrightarrow ft$, при этом на правой стороне экрана дисплея отобразятся единицы систем мер. Выбрать и установить необходимую систему и соответствующий символ. Если при включении прибора единицы систем мер не отображаются, значит система находится в режиме пульсирующего счёта. Для выхода из этого режима нажать клавишу UNIT и выбрать необходимую единицу измерения.

За отображением единиц измерения km^2 (или acre) следует бессимвольный режим (за исключением режима пульсирующего счёта). В этом случае один импульс соответствует $0,1 \text{ см}^2$ для площадей масштабе 1:1.

Примечание. Установки единиц измерения сохраняются даже в случае выключения прибора, кроме случаев, когда были нажаты клавиши $m \leftrightarrow ft$ или UNIT.

Каждое нажатие кнопки UNIT перемещает курсор $\blacklozenge$ к следующей единице измерения (см^2 (кв. дюйм) $\rightarrow \text{м}^2$ (кв. фут) $\rightarrow \text{км}^2$ (акр)) и снова возвращается к исходной единице, повторяясь по кругу. Выбрать необходимую единицу измерения, установив курсор напротив неё.

Если измеряемая площадь имеет значение, превышающее выбранную единицу измерения, прибор автоматически переведёт единицу измерения на порядок выше (т.е. см^2 в м^2 , м^2 – в км^2 , км^2 – в пульсирующий счёт).

Даже если в наибольшей выбранной единице измерения значение превышает возможности показа, отображение перейдет в режим пульсирующего счёта и результаты измерений не будут потеряны.

(Отображение вернётся к 0 и счёт продолжится до счёта 99999).

Показания дисплея планиметра при выборе единиц площади представлены на рис. 54; 55,а; 55,б.

Клавиша	Показания дисплея		
ON/C	0	$\blacklozenge$ in ² ft ² acre	
m $\leftrightarrow$ ft	0	cm ² $\blacklozenge$ m ² km ²	Метрическая система
m $\leftrightarrow$ ft	0	$\blacklozenge$ in ² ft ² acre	Английская система
m $\leftrightarrow$ ft	0	cm ² $\blacklozenge$ m ² km ²	Метрическая система

Рис. 54. Показания дисплея планиметра при выборе единиц измерения

Клавиша	Показания дисплея		
		cm ² $\blacklozenge$ m ² km ²	...cm ²
UNIT	0	cm ² $\blacklozenge$ m ² km ²	...m ²
UNIT	0	cm ² $\blacklozenge$ m ² km ²	...km ²
UNIT	0	Пульсирующий счёт	

Рис. 55,а. Показания дисплея планиметра при выборе единиц измерения площади в метрической системе.

Клавиша		Показания дисплея	
UNIT	0	◆in ² ft ² arce	...in ²
		◆in ² ft ² arce	...ft ²
		◆in ² ft ² arce	...arce
UNIT	0	Пульсирующий счёт	

Рис. 55,б. Показания дисплея планиметра при выборе единиц измерения площади в английской системе.

Измерение площадей в единицах, отличных от см², м², км², квадратных дюймов, квадратных футов и акров.

Площадь может измеряться и непосредственно читаться в га или в любых других единицах, отличных от см², м², км², квадратных дюймов, квадратных футов и акров.

Пример: Дана площадь уменьшенного масштаба (1:5000), измеряемая в га вместо м².

Так как 1 га соответствует 10⁴ м², используется масштаб $N = 5000:10^2 = 50$. Хотя измеренная величина дана в м², площадь может фактически измеряться в га в уменьшенном масштабе базиса 1:5000.

Трассирование контура, измерение площадей

Отметить начальную точку на контуре фигуры, площадь которой необходимо измерить (рис. 56). Установить на метку кружок трассирующей линзы.



Рис. 56. Трассирование контура при измерении площадей

Нажать клавишу START. При этом на экране дисплея отобразится «0», а прибор подтвердит начало работы звуковым сигналом. Перемещать трассер по контуру фигуры по направлению часовой стрелки от начальной точки. Во время перемещения по контуру фигуры на экране дисплея отображаются значения измерений.

Если чертеж имеет внутренний рисунок, PLANIX 7 показывает площадь в виде отрицательного числа, в случае если прослеживает фигуру против часовой стрелки. Следовательно, используя эту особенность, можно вычитать площадь фигур, содержащихся внутри других фигур.

1) Сначала оттрассируйте фигуру А по часовой стрелке, затем зафиксируйте полученные значения в памяти прибора при помощи клавиши HOLD. Затем переместите прибор на фигуру В.

2) Нажмите клавишу HOLD и оттрассируйте фигуру В против часовой стрелки. PLANIX 7 автоматически вычитет площадь фигуры В из сохранённой площади фигуры А.

3) Повторите те же действия для фигуры С. Таким образом, с помощью планиметра PLANIX 7 можно измерять площади наиболее сложных фигур.

Некоторые рекомендации для практических измерений

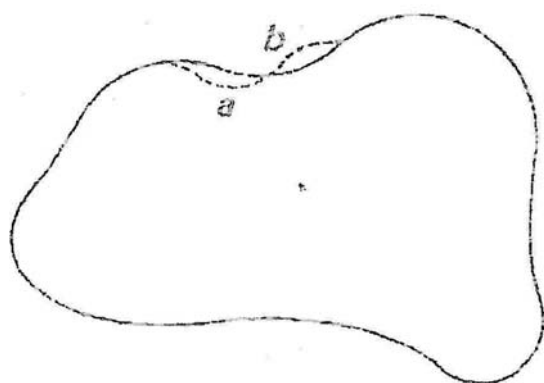


Рис. 57. Коррекция случайных ошибок:

а – случайная ошибка;
б – коррекция ошибки

Коррекция случайных ошибок

Во время трассирования необходимо следовать по контуру фигуры. Однако если произошло отклонение от контура влево, то эту ошибку можно быстро компенсировать, сделав отклонение на то же расстояние вправо (рис. 57). Эта методика, полученная с практикой и опытом, может помочь сократить время измерений.

Запоминание измерений площади фигуры с использованием клавиши HOLD

Измеряемые данные фиксируются на экране дисплея клавишей HOLD. В этом режиме символ «HOLD» появляется в левом углу экрана дисплея. Это предотвращает неумышленную потерю результата в момент запоминания.

Накопление измерений с помощью клавиши HOLD и вывод средних значений.

Клавиша HOLD может использоваться для накопления результатов измерений сегментов большой площади или измерений двух или более различных площадей методом накопления.

Для измерения и накопления результатов измерений нескольких площадей оттрассируйте первую площадь и нажмите клавишу HOLD, затем оттрассируйте вторую площадь и нажмите клавишу HOLD. Повторите эти действия для третьей, четвёртой площадей и т.д.

Для начала нового измерения в течение накопленного измерения после отмены второй или любой последующей функции «hold» следует нажать на клавишу HOLD, вернуть трассер на первоначальную исходную точку и нажать на клавишу ON/C. После этого фигура, зафиксированная в предыдущем измерении, появится на экране дисплея (рис. 58).

Клавиша	Показания дисплея			
START	0	cm^2 ♦ m^2 km^2		
Первый	23	cm^2 ♦ m^2 km^2		
HOLD	HOLD	23	cm^2 ♦ m^2 km^2	HOLD
HOLD		23	cm^2 ♦ m^2 km^2	Release HOLD
Второй	58	cm^2 ♦ m^2 km^2		
HOLD	HOLD	58	cm^2 ♦ m^2 km^2	HOLD
HOLD		58	cm^2 ♦ m^2 km^2	Release HOLD
Третий	84	cm^2 ♦ m^2 km^2		
HOLD	HOLD	84	cm^2 ♦ m^2 km^2	HOLD

Рис. 58. Показания дисплея при накоплении измерения

Необходимо соблюдать меры предосторожности при измерении больших площадей: PLANIX 7 за один раз может измерять и отображать площади размером примерно 300×30 см. Большие площади можно измерять методом деления на отдельные сегменты и накопления значений их площадей. Накопление ограничено 8 цифрами; если значение площади накапливаемой фигуры превышает предел, то она автоматически сдвинется к более высокой единице измерения.

Чтобы измерить большую площадь за один раз, площадь, эквивалентную 100000 единиц, необходимо добавить к измеряемой фигуре, потому что счётчик возвращается к «0» после отсчёта 99999. Значение, которое нужно добавить, 100000 раз умножается на соответствующую константу единицы площади.

Необходимо обратить внимание, что при двойном нажатии клавиши ON/C зафиксированные данные могут быть потеряны и на экране дисплея отобразится «0».

Значение одной и той же площади, измеряемой неоднократно (до девяти раз), может быть усреднено для получения наиболее достоверного результата.

При измерении площади требуется нажать клавишу END и снова измерить ту же площадь. Повторить эти действия несколько раз подряд. В итоге после нажатия клавиши AVER можно получить усреднённый результат (рис. 59).

Клавиша		Показания дисплея	
START	0	cm ² ♦	
		m ²	
		km ²	
	19,8	cm ² ♦	Первое измерение
		m ²	
		km ²	
END	MEMO 0	cm ² ♦	...
		m ²	
		km ²	
	MEMO 20	cm ² ♦	Второе измерение
		m ²	
		km ²	
END	MEMO 0	cm ² ♦	...
		m ²	
		km ²	
	MEMO 20,2	cm ² ♦	Третье измерение
		m ²	
		km ²	
END	MEMO 0	cm ² ♦	...
		m ²	
		km ²	
AVER	20	cm ² ♦	
		m ²	
		km ²	

Рис. 59. Показания дисплея при выводе средней измеренной площади фигуры

При нажатии клавиши END на экране дисплея появляется «0». Это значение не зафиксировано и изменяется при движении трассера. Если при помещении трассера на исходную точку показание на дисплее стало отличным от «0», для проведения второго измерения необходимо нажать клавишу ON/C для приведения показания на дисплее к «0». При выполнении этого условия перед нажатием клавиши END все данные сохраняются; экран дисплея очистится, что позволит продолжить усреднённые измерения.

В итоге усреднённое значение измеренной площади фигуры зафиксировано.

Измерение площадей на топографических планах в различных масштабах

Уменьшенный масштаб 1:N

Ввести значение «N» числовыми клавишами (0...9), затем нажмите клавишу SCALE перед измерением площади фигуры в масштабе 1:N. Встроенный в PLAMX 7 компьютер выполнит необходимые преобразования, установит и отобразит площадь измеренной фигуры в выбранных единицах измерения (рис. 60).

Клавиша		Показания дисплея	
1 0		10	Установка значения уменьшения масштаба
SCALE	SCALE	10	Установка 1:10
START		0	Начало измерений

Рис. 60. Показания дисплея при определении площади
в уменьшенном масштабе 1:10

Увеличенный масштаб N:1

Для измерения площади в увеличенном масштабе N:1 необходимо выполнять те же действия, что и для измерения площадей уменьшенных масштабов. Единственное отличие – «1/N» вместо «N» (рис. 61).

Клавиша		Показания дисплея	
1 . 0		0,1	Установка значения уменьшения масштаба
SCALE	SCALE	0,1	Установка 10:1
START		0	Начало измерений

Рис. 61. Показания дисплея при определении площади в увеличенном масштабе 10:1

Горизонтальный масштаб 1:M.

Вертикальный масштаб 1:N

Ввести значение «N» или «M» и нажать клавишу D-SCL. Затем ввести другой масштаб и нажмите клавишу SCALE (рис. 62). Если цена деления масштаба не введена, микропроцессор автоматически вычислит площадь фигуры в масштабе 1:1.

Клавиша		Показания дисплея	
1 0		10	Установка значения горизонтального масштаба
D-SCL	SCALE x	10	Готовность к установке значения вертикального масштаба
		1	Установка значения вертикального масштаба
SCALE	SCALE y	10	Установка 1:10 и 1:1
START		0	Начало измерений

Рис. 62. Показания дисплея планиметра при вертикальном масштабе 1:1 и горизонтальном масштабе 1:10

Требуется обратить внимание: масштаб должен быть соотнесён с идентичными единицами измерения.

Пример. Масштаб чертежа – 1мм: 1м или 1 дюйм: 100 футов. Для ввода в планиметр отношение должно быть преобразовано в виде 1 мм:

1000 мм или 1 дюйм: 1200 дюймов. Числа 1000 или 1200 должны быть введены как масштаб.

П р и м е р . Вертикальный масштаб 1:1, горизонтальный масштаб 1:10.

КОРРЕКТИРОВКА ЗНАЧЕНИЙ МАСШТАБА

Однажды установленные значения масштаба сохраняются в памяти прибора при условии, если они не изменялись или к прибору не было присоединено зарядное устройство. Присоединение зарядного устройства или изменение сохранённых значений масштаба стирает из памяти прежние значения.

Новые значения масштаба могут быть установлены в любой момент, пока заряд батареи позволяют это сделать. Если введено новое значение N и нажата клавиша SCALE, то предыдущее значение N исчезнет и отобразится новое.

При выключении питания данные сохраняются в памяти прибора. Для возврата некоторых значений уменьшенного масштаба к масштабу 1:1 нажмите клавиши I и SCALE.

Подтверждение масштабного коэффициента

Масштабные коэффициенты сохраняются при нажатии клавиши SF ?. При однократном нажатии отображается горизонтальное значение. Повторное нажатие клавиши отображает вертикальное значение. Примеры определения масштабных коэффициентов при определении площадей в разных горизонтальных и вертикальных масштабах представлены в показаниях дисплея на рис. 63, 64.

Пример: Уменьшенный масштаб 1:50000

Клавиша		Показания дисплея	
5 0 0 0 0		50000	cm ² ♦ m ² km ²
SCALE	SCALE	50000	cm ² ♦ m ² km ²
START		0	cm ² ♦ m ² km ²
SF ?	SCALE x	50000	cm ² ♦ m ² km ²
SF ?	SCALE y	50000	cm ² ♦ m ² km ²

Рис. 63. Показания дисплея при определении площади в уменьшенном масштабе 1:50000

Пример: горизонтальный масштаб 1:30, вертикальный масштаб 1:50

Клавиша		Показания дисплея	
3 0		30	cm ² ♦ m ² km ²
D-SCL	SCALE	30	cm ² ♦ m ² km ²
5 0		50	cm ² ♦ m ² km ²
SCALE	SCALE y	50	cm ² ♦ m ² km ²
SF ?	SCALE x	30	cm ² ♦ m ² km ²
SF ?	SCALE y	50	cm ² ♦ m ² km ²

Рис. 64. Показания дисплея при определении площади в горизонтальном масштабе 1:30, вертикальном масштабе 1:50

Вычисление площади из пульсирующего счёта

Если единица измерения не была установлена, автоматически выбирается режим импульсного счёта. В этом режиме площадь может измеряться из импульсного счёта, умноженного на константу единицы площади. Например, если измеренная величина – 3210 для карты масштаба 1:1000, то фактическая площадь – $3210 \times 1000^2 \times 0,1 \text{ см}^2 = 321000000 \text{ см}^2 = 321000 \text{ м}^2$. Величина « $1000 \times 0,1 \text{ см}^2$ » называется константой единицы площади. Константы единицы площади для часто используемых уменьшенных масштабов приведены с табл.11.

Т а б л и ц а 11

Константы единицы площади

Масштаб	Площадь/число	Масштаб	Площадь/число
1:1	0,1 см ²	1:600	3,6 м ²
1:10	10 см ²	1:1000	10 м ²
1:50	250 см ²	1:1500	22,5 м ²
1:100	0,1 м ²	1:2000	40 м ²
1:200	0,4 м ²	1:2500	62,5 м ²
1:250	0,625 м ²	1:5000	250 м ²
1:300	0,9 см ²	1:10000	1000 м ²
1:400	1,6 см ²	1:25000	6250 м ²
1:500	2,5 см ²	1:50000	25000 м ²

4.7.3. Определение площадей участков (территорий)

При составлении проектов производства работ необходимо знать площади объектов, подверженных возгоранию, затоплению и т.д.

Площади участков вычисляют аналитическим, графическим и механическим способами.

Методы определения площадей

Наиболее точный способ – аналитический – состоит в расчёте площади по результатам измерений линий и углов на местности или по их функциям – координатам. Формулы для расчета зависят от формы участка.

Площадь треугольника по двум сторонам и углу между ними:

$$P = \frac{1}{2} S_1 S_2 \sin \beta.$$

1. Площадь четырёхугольника

– по четырём сторонам и двум противоположным углам:

$$P = \frac{1}{2} (S_1 S_2 \sin \beta_2 + S_3 S_4 \sin \beta_4);$$

– по трём сторонам и двум углам, заключённым между ними:

$$P = \frac{1}{2} \{ S_1 S_2 \sin \beta_2 + S_3 S_4 \sin \beta_3 + S_1 S_3 (\beta_2 + \beta_3 - 180^\circ) \}.$$

2. Площадь трапеции по основаниям a и b , углам α и β при основании a (применяется при проектировании):

$$P = \frac{a^2 - b^2}{2(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta)}.$$

3. Площадь многоугольника по координатам вершин:

$$P = \frac{1}{2} \sum_1^n x_1 (y_{1+1} - y_{1-1}) - \frac{1}{2} \sum_1^n y_1 (x_{1+1} - x_{1-1}) = \frac{1}{2} \left(\sum_1^n x_1 y_{1+1} - \sum_1^n x_1 y_{1-1} \right).$$

Для упрощения вычислений площадей участков до 200 га координаты точек полезно округлить до 0,1 м, а более 200 га – до 1 м.

Графический способ состоит в разделении фигуры, изображённой на плане, на треугольники, близкие к равносторонним. Площадь каждого из них определяют по высоте и основанию, взятым с плана. Площадь всей фигуры составляется как сумма площадей треугольников. Число треугольников не влияет на точность вычисления всей площади. Для контроля и повышения точности площадь каждого треугольника вычисляют дважды

по разным высотам и основаниям. Если расхождение между двумя значениями площади не превышает

$$\Delta P_{\text{га}} = 0,04 \frac{M}{10000} \sqrt{P_{\text{га}}},$$

то из двух значений площади выводят среднее.

Если основание треугольника известно из измерений на местности, то его используют при вычислении площади. Это повышает точность вычисления, особенно в том случае, когда измеренное на местности основание значительно меньше высоты, определяемой по плану.

К графическому способу относится применяемый в настоящее время приём вычисления площади по координатам поворотных точек границ, взятым графически с плана или найденным фотограмметрическим способом. Увеличение числа поворотных точек повышает точность вычисления площади этим способом и приближает его к аналитическому способу.

Если в площадь участка входят хотя бы два целых квадрата координатной сетки, то для вычисления площади планиметром применяют способ Савича. Он состоит в том, что планиметром обводят и получают в делениях a_1, a_2, a_3, a_4 (рис. 65) площади, выходящие за пределы целых квадратов координатной сетки, а для контроля и повышения точности — дополняющие площади b_1, b_2, b_3, b_4 , тоже в делениях планиметра.

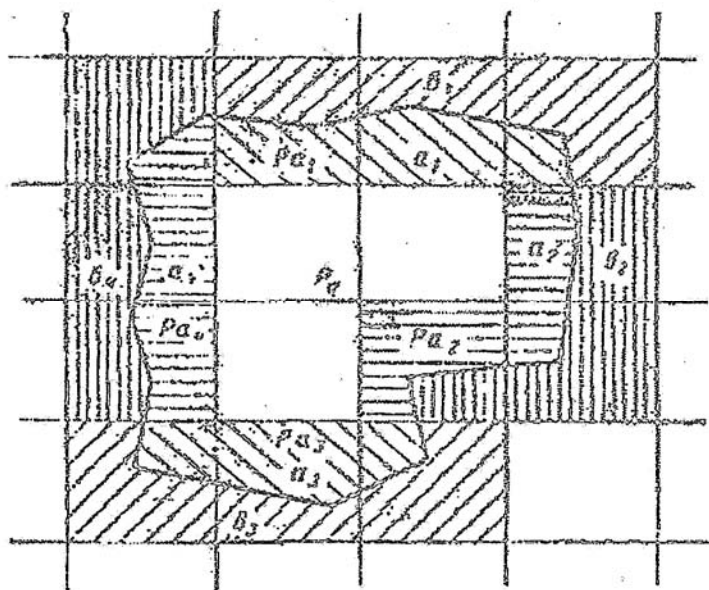


Рис. 65. Вычисление площади по способу Савича

Площадь P целых квадратов координатной сетки, входящих в территорию участка, вычисляют по формуле

$$P = P_0 + P_{a1} + P_{a2} + P_{a3} + P_{a4},$$

где P_{ai} — площади, соответствующие числам делений a_i ;

$$P_{ai} = \frac{P_i}{a_i + b_i} - a_i.$$

Здесь P_i – площади целых квадратов координатной сетки, соответствующие числам делений $a_i + b_i$;

$a_i + b_i$ – величины, представляющие цену деления планиметра и позволяющие использовать контрольные равенства:

$$\frac{P_1}{a_1 + b_1} \approx \frac{P_2}{a_2 + b_2} \approx \frac{P_3}{a_3 + b_3} \approx \frac{P_4}{a_4 + b_4}.$$

Между этими величинами допускается расхождение не более 1400 от цены деления планиметра. Среднее из них (цена деления планиметра) используется в дальнейшем при вычислении площадей контуров участков.

Чтобы избежать ошибки при вычислении площади по способу Савича, общую площадь для контроля полезно узнать обводом всей фигуры.

Расхождение между значением площади, полученным по способу Савича, и контрольным можно ожидать не более 1 /400 от определяемой площади.

Если участок изображен на нескольких трапециях принятой разграфки, то вместо квадратов координатной сетки пользуются площадями этих трапеций. Площади контуров угодий (ситуации) находят графическим способом, палетками и планиметром. Планиметром определяют площади контуров любой конфигурации, занимающие не менее 1 см на плане, двумя обводами каждого контура при любом положении полюса и при среднем прямом угле между рычагами, который при обводе не должен быть менее 30° и более 150°. При отсчёте по счётному ролику рычаги должны образовывать угол, близкий к прямому. Расхождение результатов двух обводов не должно быть более: двух делений при площади до 200 делений, трёх делений при площади от 200 до 2000 делений и четырёх делений при площади более 2000 делений, в противном случае обводы повторяются. Площади вычисляют по формуле

$$P = \mu \cdot a,$$

где a – среднее значение делений, получаемое по результатам обводов;

μ – цена деления планиметра.

Значение вычисленных площадей округляют до 0,01 га при масштабе 1 : 10000 и крупнее, и до 0,1 га – при масштабе 1 : 25000 и мельче.

Площади узких объектов (дорог, канав и др.) вычисляют по фактической ширине на местности и длине, определяемой по плану. При обводе контуров их включают в прилежащий контур, а после увязки площадей контуров исключают их из площади соответствующего контура как вкрапленный.

При картометрических работах учитывают деформацию бумаги, на которой составлен план (карта). Для этого определяют коэффициент деформации в двух взаимно перпендикулярных направлениях по формуле

$$q = \frac{l_0 - l}{l_0},$$

где l_0 – номинальное (теоретическое) расстояние на плане, например, длина нескольких сторон квадратов координатной сетки;

l – фактическое расстояние, измеренное по плану.

При использовании способа Савича деформация бумаги учитывается автоматически.

4.7.4. Порядок определения площадей участков (территорий), их увязка и составление экспликации

Площади территорий, участков, подверженных возгоранию, затоплению определяются и увязываются в пределах отдельных планшетов или в пределах полигона, проложенного по границе объекта. Общая площадь планшета легко вычисляется по размерам рамок трапеции. Площадь всего участка определяется аналитически по координатам точек полигона, а при отсутствии этих данных – по способу Л.Н. Савича. Указанные площади принимаются безошибочными (теоретически).

Для обеспечения надлежащей точности определения площадей работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

1. Определяют площадь площадки, которая затем делится на секции размером 2-4 дм². Размеры и форма секции выбираются с таким расчетом, чтобы при работе с планиметром угол между его рычагами изменялся в пределах от 30° до 150°, а число контуров не превышало 50-100.

2. Сумму площадей всех секций fP_c сравнивают с теоретической площадью P_0 и определяют невязку по формуле

$$f_P = \sum P_c - P_0.$$

Относительная невязка не должна превышать допустимую, т.е. $f_P/P_0 \leq 1:500$.

Если невязка допустима, то она распределяется с обратным знаком пропорционально площадям секций. Сумма исправленных площадей секций должна быть равна теоретической площади.

3. В каждой секции определяют площади отдельных контуров с учетом следующих требований:

– площади участков определяют планиметром двумя обводами при двух положениях полюса, а площади контуров ситуации – двумя обводами при одном положении полюса;

– площади мелких контуров определяют графическим способом и палетками;

– площади узких вытянутых контуров (площади иод дорогами, ручьями, канавами, полезащитными лесополосами к др.) вычисляют как площади прямоугольников, длину которых определяют по плану, а ширину принимают по результатам съемки либо измеряют на плане;

– для уменьшения невязок по секциям площади узких и вкрапленных контуров включают в площадь соседних угодий или же угодий, в которые они вкраплены.

4. Результаты определения площадей и их увязки заносятся в специальную ведомость. Площади узких и вкрапленных контуров заносятся в специальный столбец и в увязке площадей не участвуют. Допустимая невязка суммы площадей контуров при сравнении ее с общей площадью секции определяется по формуле

$$f_{p_{\text{доп}}} = 0,7\mu\sqrt{n} + \frac{0,05M}{10000} \cdot \sqrt{P},$$

где μ – относительная цена деления планиметра, га;

n – число контуров, не включая вкрапленных;

M – знаменатель численного масштаба плана;

P – площадь секции (участка), га.

Невязка f_p распределяется пропорционально коэффициентами поправок, приведенным в табл. 12.

Чтобы получить примерные коэффициенты поправок для масштаба 1:5000, нужно значения площадей для масштаба 1:10000 уменьшить в 4 раза. Коэффициенты поправок для масштаба 1:50000 можно получить, если увеличить площади для масштаба 1:25000 в 4 раза.

Сумма исправленных площадей всех контуров должна быть равна площади секции.

Т а б л и ц а 12

Коэффициенты поправок для определения площадей на планах и картах
(по Л.В. Маслову)

Коэф- фициент поправок	Способ определения площадей							
	Механический и по палеткам				Графический			
	1:10000		1:25000		1:10000		1:25000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,1		<0,15 га		<1 га		<2 га		<15 га
0,2	от 0,16	до 0,35	от 1	до 3	от 2	до 5	от 15	до 35
0,5	—»— 0,36	—»— 0,75	—»— 3	—»— 5	—»— 5	—»— 10	—»— 35	—»— 75
1	—»— 0,75	—»— 3	—»— 5	—»— 25	—»— 10	—»— 20	—»— 75	—»— 75
2	—»— 3	—»— 5	—»— 25	—»— 40	—»— 20	—»— 34	—»— 150	—»— 250
3	—»— 5	—»— 8	—»— 40	—»— 60	—»— 34	—»— 48	—»— 250	—»— 350
4	—»— 8	—»— 15	—»— 60	—»— 110	—»— 48	—»— 63	—»— 350	—»— 450
5	—»— 15	—»— 20	—»— 110	—»— 160	—»— 63	—»— 77	—»— 450	—»— 550

Окончание табл. 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	→→ 20	→→ 26	→→ 160	→→ 230	→→ 77	→→ 91	→→ 550	→→ 650
7	→→ 26	→→ 35	→→ 230	→→ 280	→→ 91	→→ 105	→→ 650	→→ 750
8	→→ 35	→→ 45	→→ 280	→→ 350	→→ 105	→→ 119	→→ 750	→→ 850
9	→→ 45	→→ 55	→→ 350	→→ 450	→→ 119	→→ 133	→→ 850	→→ 950
10	→→ 55	→→ 65	→→ 450	→→ 500	→→ 133	→→ 148	→→ 950	→→ 1050
11	→→ 65	→→ 76	→→ 500	→→ 580	—	—	—	—
12	→→ 76	→→ 87	→→ 580	→→ 660				
13	→→ 87	→→ 98	→→ 660	→→ 750				
14	→→ 98	→→ 110	→→ 750	→→ 850				
15	→→ 110	→→ 123	→→ 850	→→ 950				
16	→→ 123	→→ 136	→→ 950	→→ 1050				
17	→→ 136 и более		—	—				

Результаты определения площадей заносят в ведомость (форма ведомости приведена в табл. 13).

Ведомость
вычисления площадей контуров участка (территории)

Планиметр № _____

Р-планиметр _____ мм.

Вычисления выполнил студент:

« » _____ 20 г.

Проверил:

« » _____ 20 г.

Таблица 13

Номер контура на плане	Нумерация строит. участков.	Отсчёты планиметра	(a_2-a_1) (a_3-a_2)	Среднее из (a_2-a_1) (a_3-a_2)	Вычисление площади, га	Коэффициент поправок	Поправки	Увязанные площади	Площади вертик. контуров	Площади участков
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

На основе ведомости определения площадей составляют экспликацию – сводную таблицу земель по участкам. Типовые формы экспликации разработаны применительно к климатическим условиям различных районов страны.

Для решения специфических задач руководителям подразделений МЧС требуется знать площади земельных угодий. Эти площади могут быть рассчитаны аналитически по результатам измерений на местности, либо определены по плану или карте графическим и механическим способами, либо их комбинациями. Следует иметь в виду, что по планам (картам) площадь определяется с меньшей точностью, чем по результатам непосредственных измерений на местности; при этом на точность определения площадей оказывают влияние погрешности измерений на местности, построения плана (карты) и измерений на них, а также деформации бумаги.

4.8. Изображение местных предметов на топографических картах

Виды условных знаков топографических карт. Картографические условные знаки – это графические символы, с помощью которых на карте показывают (обозначают) вид объектов, их местоположение, форму, размеры, качественные и количественные характеристики.

Исторически условные знаки развивались из картинных перспективных рисунков объектов местности: возвышенностей, рек, лесов, дорог, населенных пунктов. Картографы прошлого старались передать этими рисунками индивидуальные особенности каждого объекта, например внешний вид храмов в городах, породы деревьев и т.п. Но постепенно такие рисунки теряли свою индивидуальность, все города стали показывать одними значками, деревни – иными, для основных дорог стали применять линии одного рисунка, для второстепенных – другого. Порой обозначения на картах полностью утрачивали внешнее сходство с изображаемым объектом, скажем, города обозначались кружочком (пунсоном). Знаки приобретали все большую условность и абстрактность.

Знаковость – одно из самых важных свойств, отличающих карту от многих других изображений, прежде всего от аэро- и космических снимков. Использование условных знаков позволяет:

- ♦ показывать реальные и абстрактные объекты (например, высоту снежного покрова);
- ♦ изображать объекты, не видимые человеком и даже не воспринимаемые органами чувств (гравитационные и магнитные поля и др.);
- ♦ передавать внутренние характеристики и структуру объектов (объем и структуру промышленного производства, состав населения и др.);

♦отражать взаимные отношения объектов: порядок, пропорциональность, различие, соподчиненность (например, геологическая стратиграфия);

♦показывать динамику явлений и процессов (изменение стока в речных бассейнах по месяцам);

♦сильно уменьшать изображение (на мелкомасштабной карте вместо показа отдельных домов и кварталов можно кружком обозначить весь населенный пункт).

Местные предметы на топографических картах изображаются картографическими условными знаками.

Для удобства чтения и запоминания многие условные знаки имеют начертания, напоминающие вид изображаемых ими местных предметов сверху или сбоку. Например, условные знаки заводов, нефтяных вышек, отделено стоящих деревьев, мостов по своей форме сходны с внешним видом этих местных предметов.

Условные знаки, изображающие одни и те же элементы местности на топографических картах различных масштабов, одинаковы по своему начертанию и различаются лишь размерами.

Рельеф на топографических картах изображается горизонталями, а некоторые его детали (обрывы, овраги, промоины и т.п.) – соответствующими условными знаками.

Условные знаки принято делить на три основные группы: линейные, внемасштабные и площадные.

Линейные картографические условные знаки применяются для изображения объектов линейного характера (дорог, водопроводов, линий электропередачи и т.п.), длина которых выражается в масштабе карты. Их точное положение на карте определяется продольной осью объекта. К линейным знакам относятся и контуры (внешние границы) объектов, площади которых выражаются в масштабе карты. Контуры показываются на карте сплошными линиями или пунктиром в точном соответствии с их действительными очертаниями. Сплошными линиями показываются контуры озер, широких рек, оврагов, кварталов населенных пунктов; пунктиром – контуры леса, лугов, болот.

Линейные условные знаки масштабны по длине, но внемасштабны по ширине.

Внемасштабные (или точечные) картографические условные знаки применяются для изображения таких местных предметов и деталей рельефа, которые из-за малых размеров занимаемой ими площади не могут быть выражены в масштабе карты. Такими местными предметами являются шахты, радиомачты, колодцы, сооружения башенного типа, курганы и т.п. Внемасштабность знаков проявляется в том, что их размеры (если их

выразить в масштабе карты) всегда значительно превосходят истинные размеры объектов на местности.

Точное положение на карте предмета, изображенного немасштабным условным знаком, определяется геометрическим центром фигуры, серединой основания знака, вершиной прямого угла у основания знака и геометрическим центром нижней фигуры (рис. 66).

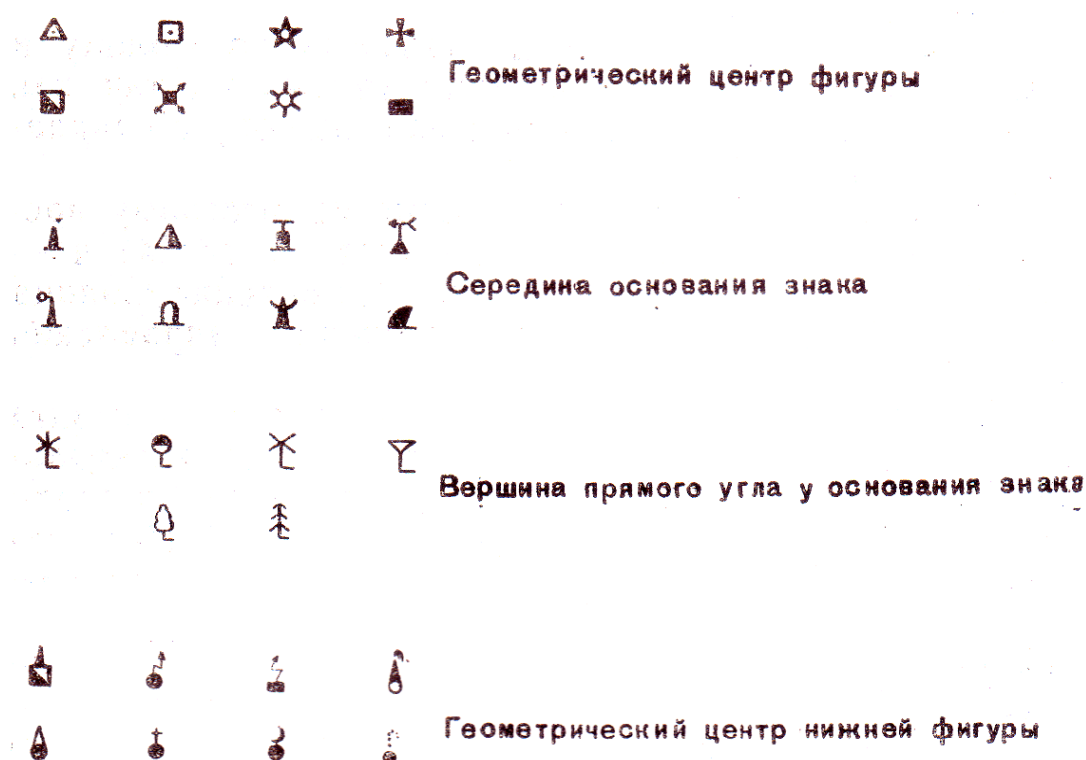


Рис. 66. Изображение на карте точного положения местных предметов немасштабными условными знаками

Площадные картографические условные знаки применяются для заполнения площадей объектов, выражающихся в масштабе карты. Например, изображение хвойного или лиственного дерева в сочетании с условным знаком леса показывает преобладающую в нем породу деревьев. Такие знаки обычно состоят из контура и его заполнения, они всегда масштабны и позволяют точно определить площадь объектов.

На картах помещаются подписи собственных названий населенных пунктов, рек, озер, гор, лесов и других объектов, а также пояснительные подписи в виде буквенных и цифровых обозначений. Они позволяют получить дополнительные сведения о количественной и качественной характеристике местных предметов и рельефа. Буквенные пояснительные подписи чаще всего даются в сокращенном виде согласно установленному перечню условных сокращений.

Для более наглядного изображения местности на картах каждая группа условных знаков, относящаяся к однотипным элементам местности (расти-

тельный покров, гидрография, рельеф и т.п.), печатается краской определенного цвета.

Условные знаки местных предметов. Населенные пункты на топографических картах масштаба 1:25000 – 1:100000 показывают все без исключения и подразделяют на города, поселки городского, дачного и сельского типа. Рядом с изображением населенного пункта подписывается его название: города – прописными буквами прямого шрифта, а населенного пункта сельского типа – строчными буквами более мелкого шрифта. Под названием населенного пункта сельского типа указывается число жителей в тысячах. Названия городских и дачных поселков печатаются на картах прописными буквами наклонного шрифта.

При изображении населенных пунктов на картах сохраняют их внешние очертания и характер планировки, выделяют главные и сквозные проезды, промышленные предприятия, выдающиеся здания и другие постройки, имеющие значение ориентиров. Широкие улицы и площади изображают в масштабе карты в соответствии с их действительными размерами и конфигурацией, другие улицы – внемасштабными условными знаками, главные (магистральные) улицы выделяются на карте более широким просветом.

Наиболее подробно населенные пункты изображаются на картах масштаба 1:25000 и 1:50000. Кварталы с преобладающими огнестойкими и неогнестойкими строениями закрашиваются оранжевым цветом разного тона. Строения, расположенные на окраинах населенных пунктов, показываются, как правило, все без исключения.

На карте масштаба 1:100 000 в основном сохраняется изображение всех магистральных улиц, промышленных объектов и наиболее важных предметов, имеющих значение ориентиров. Отдельные постройки внутри кварталов показываются только в населенных пунктах с разреженной застройкой, например в поселках дачного типа. При изображении всех других населенных пунктов постройки объединяются в кварталы и заливаются черной краской, огнестойкость построек на карте 1:100 000 не выделяется.

Отдельные местные предметы, имеющие значение ориентиров, наносятся на карту наиболее точно. К их числу относятся различные вышки и башни, шахты и штольни, ветряные двигатели, церкви и отдельно расположенные постройки, радиомачты, памятники, отдельные деревья, курганы, скалы-останцы и т.п. Все они, как правило, изображаются на картах внемасштабными условными знаками, а некоторые сопровождаются сокращенными пояснительными подписями. Например, подпись «шах. уг.» при условном знаке шахты означает, что шахта каменноугольная.

Дорожная сеть на топографических картах изображается полно и подробно.

Железные дороги показывают на картах все без исключения и подразделяют по количеству путей (одно-, двух- и трехпутные), ширине колеи (нормальные и узкоколейные) и состоянию (действующие, строящиеся и разобранные). Особыми условными знаками выделяются электрифицированные железные дороги. Количество путей обозначается перпендикулярными к оси условного знака дороги черточками: три черточки – трехпутная, две – двухпутная, одна – однопутная.

На железных дорогах показываются станции, разъезды, платформы, депо, путевые посты и будки, насыпи, выемки, мосты, туннели, семафоры и другие сооружения. Собственные названия станций (разъездов, платформ) подписываются рядом с их условными знаками. Если станция расположена в населенном пункте или поблизости от него и имеет одинаковое с ним название, то подпись ее не дается, а подчеркивается название этого населенного пункта.

Черный прямоугольник внутри условного знака станции указывает расположение вокзала относительно путей. Если прямоугольник расположен посередине, значит, пути проходят по обеим сторонам вокзала.

Условные знаки платформ, блокпостов, будок и туннелей сопровождаются соответствующими сокращенными подписями (пл., бл.-п., б., тун.). Рядом с условным знаком туннеля, кроме того, помещается его численная характеристика в виде дроби, в числителе, которой указывается длина туннеля в метрах, а в знаменателе – высота и ширина.

Автомобильные и грунтовые дороги при изображении на картах подразделяют на дороги с покрытием и без покрытия. К дорогам с покрытием относятся автомагистрали (автострады), автомобильные дороги с усовершенствованным покрытием (усовершенствованные шоссе), автомобильные дороги с покрытием (шоссе).

На топографических картах показывают все имеющиеся на местности дороги с покрытием. Ширину и материал покрытия автострад и шоссейных дорог подписывают непосредственно на их условных знаках. Например, на шоссе подпись 8(12)А означает: 8 – ширина проезжей части дороги в метрах; 12 – ширина земляного полотна в метрах; А – материал покрытия (асфальт). На улучшенных грунтовых дорогах, как правило, дается только подпись ширины земляного полотна. Автострады (автомагистрали), усовершенствованные шоссе и шоссе выделяются на картах оранжевым цветом.

На топографических картах показывают автомобильные дороги без покрытия (улучшенные грунтовые дороги), грунтовые проселочные, полевые и лесные дороги, караванные пути, тропы и зимние дороги. При наличии густой сети дорог более высокого класса некоторые второстепенные дороги (полевые, лесные, грунтовые) на картах масштаба 1:100000 и 1:50000 могут быть не показаны.

Участки грунтовых дорог, проходящие через заболоченные места, выстланные по деревянным лежням связками хвороста (фашинами) и засыпанные затем слоем земли или песка, называются фашинными участками дорог. Если на таких участках дорог вместо фашин сделан настил из бревен (жердей) или просто насыпь из земли, камней, их называют соответственно гатями и греблями.

На автомобильных и грунтовых дорогах показывают мосты, трубы, насыпи, выемки, обсадки деревьев, километровые столбы и перевалы (в горных районах).

Мосты изображают на картах различными по начертанию условными знаками в зависимости от материала (металлические, железобетонные, каменные и деревянные), при этом выделяются двухъярусные, а также подъемные и разводные мосты. Особым условным знаком выделяются мосты на плавучих опорах.

Рядом с условными знаками мостов, имеющих длину более 3 м, расположенных на дорогах, подписывается их численная характеристика в виде дроби, в числителе которой указываются длина и ширина моста в метрах, а в знаменателе – грузоподъемность в тоннах. Перед дробью ставятся буквы и число, обозначающие материал, из которого построен мост, и высоту моста над уровнем воды в метрах (на судоходных реках).

Например, подпись рядом с условным знаком моста $K7\frac{270-8}{50}$ означает, что мост каменный, его высота над уровнем воды 7 м, длина 270 м, ширина проезжей части 8 м, грузоподъемность 50 т.

Гидрография (водные объекты). На топографических картах показывают прибрежную часть морей, озера, реки, каналы (канавы), ручьи, колодцы, источники воды, пруды и другие водоемы. Рядом с ними подписывают их названия. Условные знаки гидрографии показаны в прил.5. Чем крупнее масштаб карты, тем подробнее изображаются водные объекты.

Озера, пруды и другие водоемы, если их площадь составляет 1 мм² и более в масштабе карты, показывают на картах. Водоемы меньших размеров изображают на карте лишь для засушливых и пустынных районов, а также в тех случаях, когда эти водоемы имеют значение надежных ориентиров.

Реки, ручьи, каналы и магистральные канавы на топографических картах показывают все без исключения. При этом установлено, что на картах масштаба 1:25000 и 1:50000 реки шириной до 5 м, а на картах масштаба 1:100000 – до 10 м обозначают одной линией, более широкие реки – двумя линиями. На картах масштаба 1:50 000 каналы и канавы шириной 5 м и более изображают двумя линиями, шириной менее 5 м – одной.

Ширину и глубину рек (каналов) в метрах подписывают в виде дроби: в числителе – ширина, в знаменателе – глубина и характер грунта дна.

Такие подписи помещаются в нескольких местах на протяжении реки (канала).

Скорость течения рек (м/с), изображаемых двумя линиями, указывают в середине стрелки, показывающей направление течения. На реках и озерах подписывают также высоту уровня воды в межень по отношению к уровню моря (отметки урезов воды).

На реках и каналах показывают плотины, шлюзы, паромы (перевозы), броды и дают соответствующие им характеристики.

Колодцы обозначают кружками синего цвета. Наземные водопроводы показывают сплошными линиями синего цвета с точками (через 10 мм), а подземные – прерывистыми линиями.

Чтобы легче отыскать и выбрать по карте источники водоснабжения в степных и пустынных районах, главные колодцы выделяют более крупным условным знаком. Кроме того, при наличии данных слева от условного знака колодца дается пояснительная подпись отметки уровня земли, справа – глубины.

Почвенно-растительный покров изображается на картах обычно площадными условными знаками. К ним относятся условные знаки лесов, кустарников, садов, парков, лугов, болот и солончаков, а также условные знаки, изображающие характер почвенного покрова: пески, каменистая поверхность, галечник и т.п.

При обозначении почвенно-растительного покрова часто применяют сочетание условных знаков. Например, для того чтобы показать заболоченный луг с кустами, контуром обозначают участок, занимаемый лугом, внутри которого помещают условные знаки болота, луга и кустов.

Контуры участков местности, покрытых лесом, кустарником, а также контуры болот, лугов обозначают на картах точечным пунктиром. Если границей леса, сада или другого угодья служит линейный местный предмет (канава, забор, дорога), то в этом случае условный знак линейного местного предмета заменяет собой пунктир.

Лес, кустарники. Площадь леса внутри контура закрашивают зеленой краской. Породу дерева показывают значком лиственного, хвойного дерева или их сочетанием, когда лес смешанный. При наличии данных о высоте, толщине деревьев и густоте леса, указывается его характеристика пояснительными подписями и цифрами. Например, подпись сосна $\frac{25}{0,30}^4$ обозначает, что в данном лесу преобладает хвойная порода деревьев (сосна), их средняя высота 25 м, средняя толщина 30 см, среднее расстояние между стволами деревьев 4 м. При изображении на карте просек указывают их ширину в метрах.

Площади, покрытые порослью леса (высота до 4 м), сплошным кустарником, лесные питомники внутри контура на карте заполняются соответ-

ствующими условными знаками и закрашиваются бледно-зеленой краской. На участках сплошных кустарников при наличии данных специальными значками показывается порода кустарника и подписывается его средняя высота в метрах.

Болота изображают на карте горизонтальной штриховкой синего цвета, они распределяются по степени проходимости в пешем порядке на проходимые, труднопроходимые (прерывистая штриховка) и непроходимые (сплошная штриховка). Проходимыми принято считать болота глубиной не более 0,6 м; глубину их на картах обычно не подписывают. Глубину труднопроходимых и непроходимых болот подписывают рядом с вертикальной стрелкой, указывающей место промера. Труднопроходимые и непроходимые болота изображают на картах одинаковым условным знаком.

Солончаки на картах показывают вертикальной штриховкой синего цвета с разделением их на проходимые (прерывистая штриховка) и непроходимые (сплошная штриховка).

4.9. Изображение рельефа на топографических картах

Рельеф на топографических картах изображается кривыми замкнутыми линиями, соединяющими точки местности, имеющие одинаковую высоту над уровнем поверхности, принятой за начало отсчета высот. Такие линии называются горизонталями (рис. 67). Изображение рельефа горизонталями дополняется подписями абсолютных высот, характерных точек местности, некоторых горизонталей, а также числовых характеристик деталей рельефа – высоты или глубины, ширины.

Абсолютной высотой точки местности называется ее высота в метрах над уровнем моря. За начало счета высот на картах принят уровень Балтийского моря (нуль Кронштадтского водомерного поста). Высоты точек в метрах над уровнем моря, подписанные на картах, называются **отметками**. Например, на рис. 67 одна из вершин имеет отметку 231,0. Превышение одной точки местности относительно другой называется **относительной высотой**. Она может быть получена как разность абсолютных высот точек.

Сущность изображения рельефа горизонталями на топографических картах рассмотрим на следующем примере. Предположим, что модель горы (рис. 68) рассечена тремя параллельными горизонтальными плоскостями 1, 2 и 3 таким образом, что плоскость 1 совпадает с уровнем поверхности. Все плоскости расположены друг от друга на одинаковом расстоянии, называемом высотой сечения. В данном случае высота сечения равна 10 см.

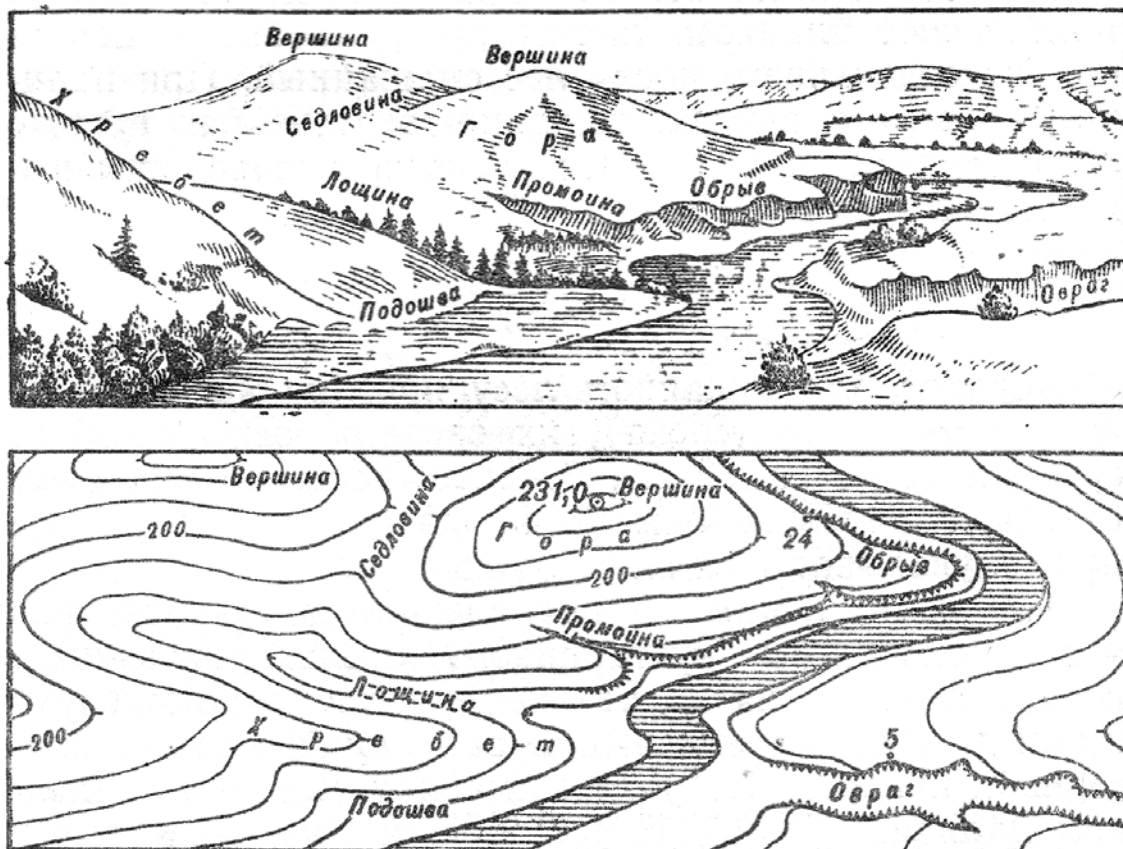


Рис. 67. Изображение на карте горизонталями типовых форм рельефа

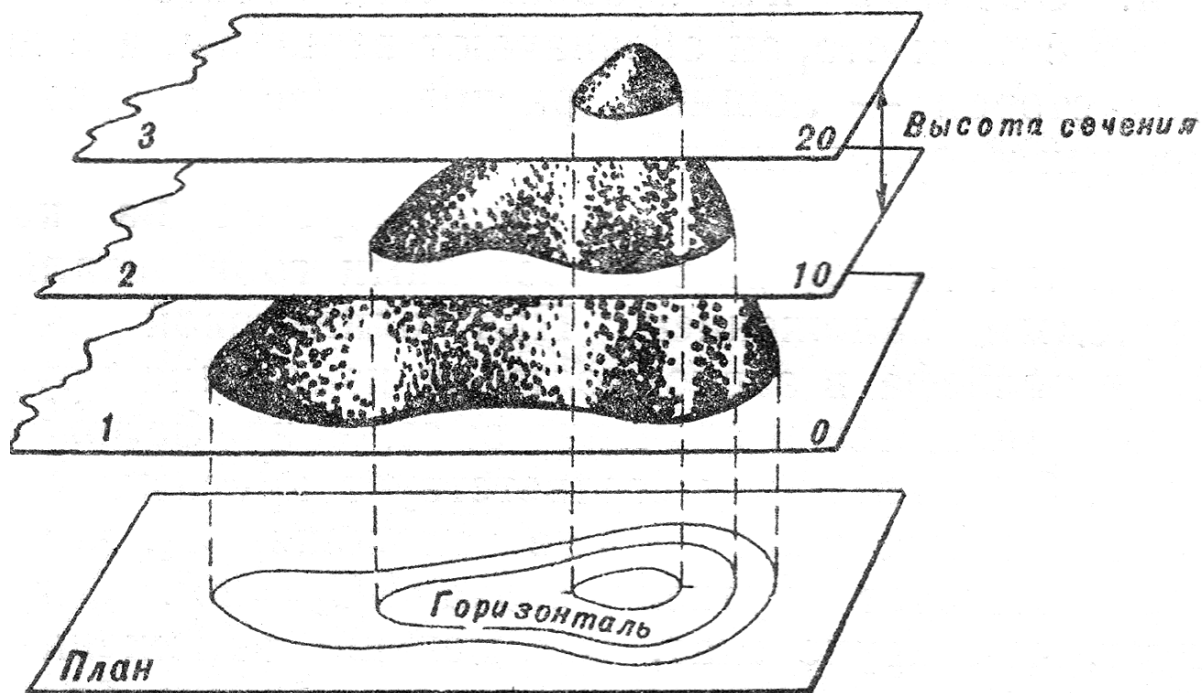


Рис. 68. Сущность изображения рельефа горизонталями:
1, 2, 3 – плоскости сечения рельефа

Каждая плоскость будет иметь определенную высоту над уровенной поверхностью: $H_1 = 0$ см, $H_2 = 10$ см, $H_3 = 20$ см. Пересечение поверхности модели с плоскостью образует кривую замкнутую линию, соединяющую точки модели, находящиеся на одинаковой высоте: кривая, расположенная в плоскости 1, соединяет точки, высота которых равна нулю; кривая, полученная в результате сечения поверхности плоскостью 2, соединяет точки модели, имеющие высоту 10 см; все точки поверхности модели, расположенные на кривой, являющейся следом сечения поверхности плоскостью 3, будут иметь высоту 20 см. Проекция полученных кривых на плоскости дает изображение горы горизонталями. Таким образом, горизонтالي можно рассматривать как следы сечения рельефа местности воображаемыми горизонтальными плоскостями.

Для того чтобы отличить выпуклую форму рельефа (гору, хребет) от вогнутой (котловины, лощины), а также быстро определить направление ската, на горизонталях ставятся штрихи – указатели скатов, которые своими свободными концами направлены в сторону понижения ската.

Гора изображается замкнутыми горизонталями, причем указатели направления ската стоят с наружной стороны горизонталей. Котловина изображается такими же замкнутыми горизонталями, но указатели направления ската обращены внутрь.

Хребет и лощина изображаются горизонталями, имеющими вытянутую форму: у хребта – в сторону понижения, а у лощины – в сторону повышения. Седловина изображается горизонталями, которые с двух сторон обозначают вершины, а с двух других сторон – лощины, расходящиеся в противоположных направлениях.

Крутизна ската характеризуется на карте расстоянием между двумя соседними горизонталями, называемым заложением. При одинаковой высоте сечения рельефа в зависимости от изменения крутизны ската меняется и значение заложения. Заложение $З_1$ (рис. 69), которому соответствует крутизна ската $КС_1 = 10^\circ$, в два раза больше заложения $З_2$, которому соответствует крутизна ската $КС_2 = 20^\circ$. Отсюда следует, чем круче скат, тем меньше заложение, и наоборот, чем положе скат, тем заложение больше. Поэтому при изображении крутых скатов горизонтالي на карте располагаются чаще, а пологих – реже.

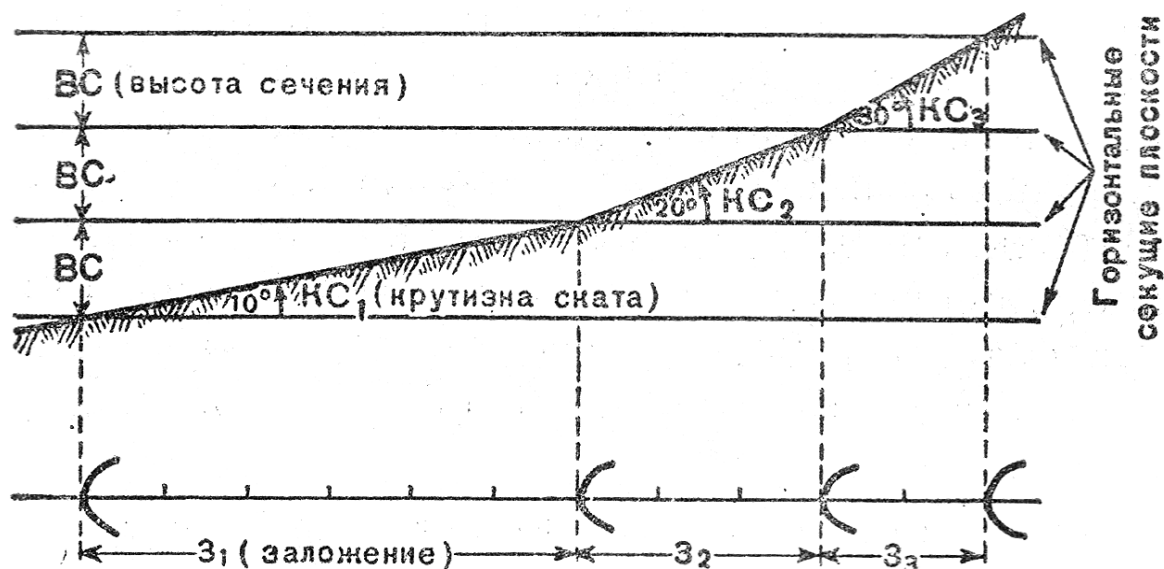


Рис. 69. Зависимость между крутизной ската и значением заложения при одинаковой высоте сечения

Свойство горизонталей передавать крутизну ската позволяет отобразить на карте его форму. По своей форме скат может быть ровным, выпуклым, вогнутым и волнистым (рис. 70).

У ровного ската горизонтали располагаются на равных расстояниях одна от другой, у вогнутого, выпуклого и волнистого скатов расстояния между горизонталями увеличиваются или уменьшаются в зависимости от изменения крутизны отдельных участков между перегибами ската.

Для каждого масштаба карт высота сечения рельефа стандартная. В табл. 14 приведены высоты сечения, принятые на топографических картах РФ.

Из таблицы видно: чем крупнее масштаб карты, тем меньше высота сечения рельефа, т.е. на крупномасштабных картах рельеф изображается более подробно. Высота основного сечения подписывается на каждом листе карты под линейным масштабом, например: «Сплошные горизонтали проведены через 5 метров».

Виды горизонталей. Условные знаки деталей рельефа. Горизонталы, которые соответствуют основному сечению рельефа, называются основными. Они вычерчиваются на карте тонкими сплошными линиями, для удобства счета каждая пятая горизонталь утолщается. Для отображения отдельных вершин, котловин и седловин, которые не могут быть выражены на карте основными горизонталями, применяются *дополнительные* (через половину высоты основного сечения) и *вспомогательные* (примерно через четверть основного сечения) горизонтали. Они вычерчиваются на картах прерывистыми линиями, причем длина звеньев у вспомогательных горизонталей примерно в два раза меньше, чем у дополнительных.

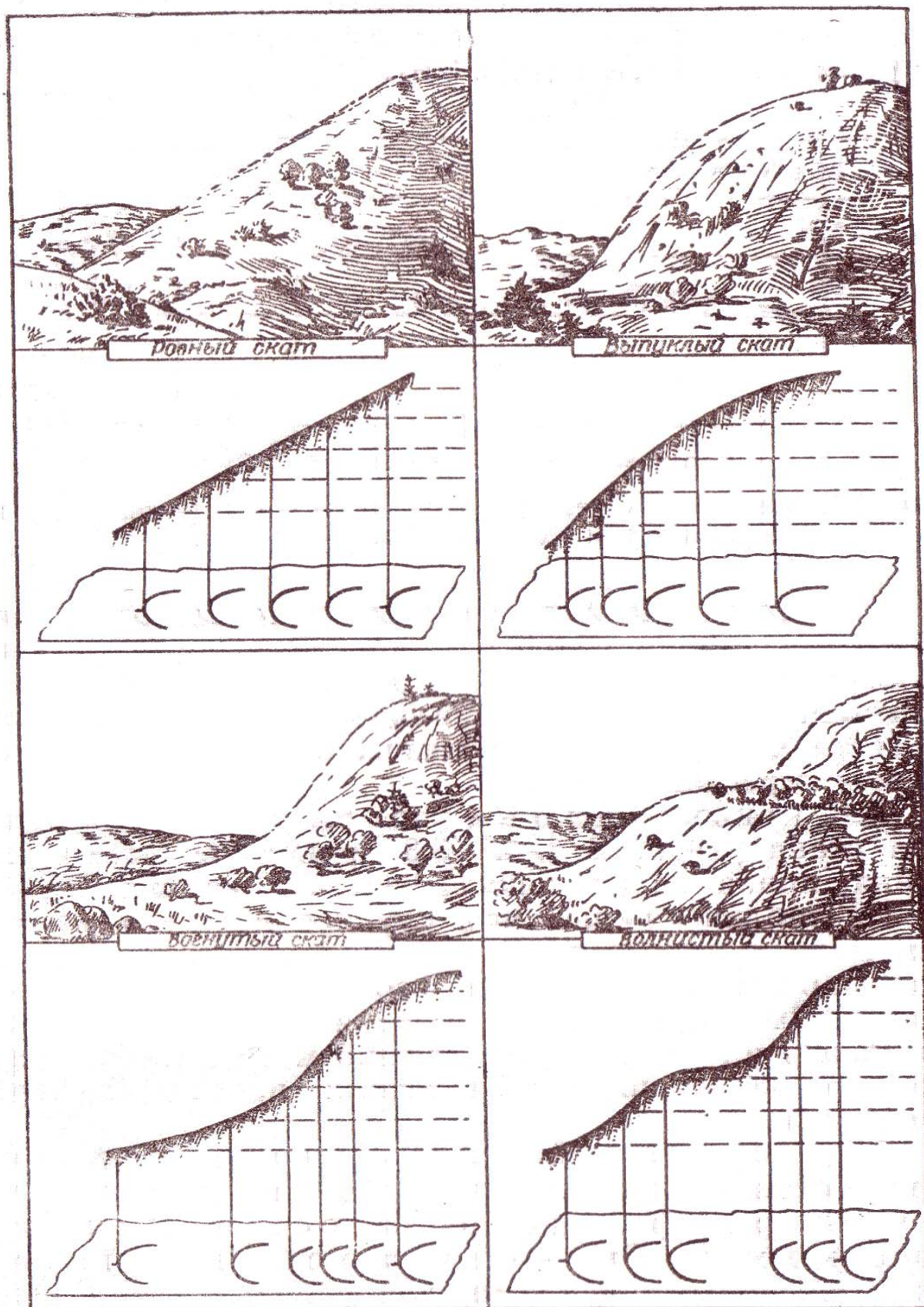


Рис. 70. Изображение горизонталями различных форм скатов

Т а б л и ц а 1 4

Высоты сечения на топографических картах РФ

Масштаб карты	Высота сечения, м		
	Для равнинной и холмистой местности	Для горной местности	Для высокогорной местности
1:25 000	5	5	10
1:50 000	10	10	20
1:100 000	20	20	40
1:200 000	20	40	80

Детали рельефа показываются на карте условными знаками. Рядом с условным знаком обрыва, насыпи, выемки, кургана, ямы дается высота (глубина) в метрах, а оврагов и промоин – подпись в виде дроби, в числителе которой указывается их ширина между бровками, в знаменателе – глубина в метрах.

Особыми условными знаками показываются пещеры и гроты. Их цифровая характеристика подписывается в виде дроби, в числителе которой указывается средний диаметр входа, в знаменателе – длина пещеры или грота в метрах. Специальными условными знаками показываются также скалы, песчаные, каменистые и другие осыпи, оползни.

Изображение на карте различных по характеру рельефа участков местности показано на рис. 71.

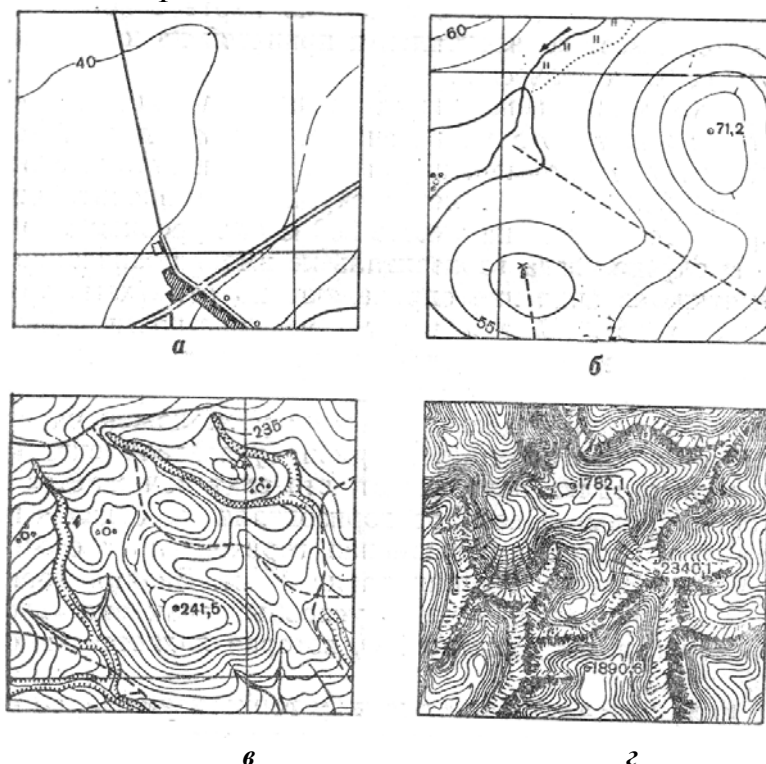


Рис. 71. Изображение на карте различных по характеру рельефа участков местности:
а и б – равнинного; в – холмистого; г – горного

Если точка расположена на горизонтали, то ее абсолютная высота равна значению отметки этой горизонтали. Например, на рис. 72 горизонталь с отметкой 200 проходит через сарай. Это значит, что сарай расположен на высоте 200 м над уровнем моря.

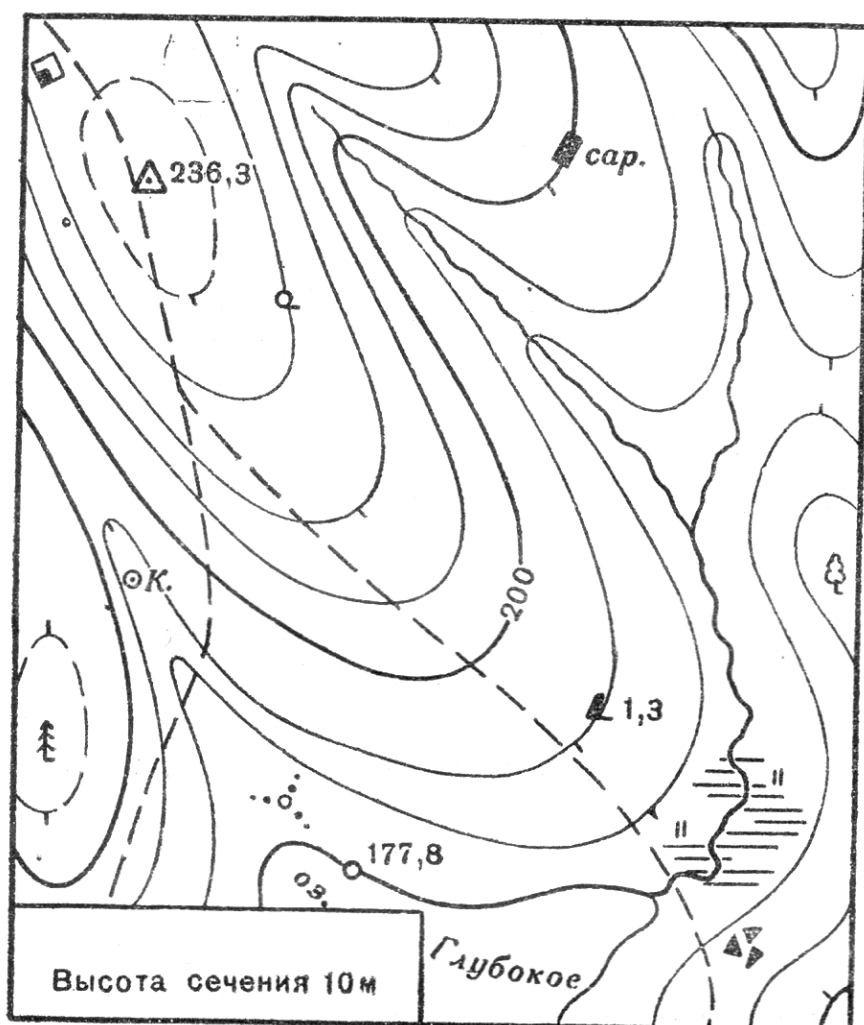


Рис. 72. Определение высоты и взаимного превышения точек по карте

4.10. Определение по карте высот и взаимного превышения точек местности

В случае, когда горизонталь не имеет подписанной отметки, ее значение определяют по отметкам других горизонталей или высот точек местности. Допустим, требуется определить высоту точки местности, на которой находится отдельный камень (см. рис. 72). Условный знак отдельного камня расположен на горизонтали без отметки. Штрихи (указатели скатов)

на горизонталях показывают, что скат понижается в сторону ручья. Слева от горизонтали с отдельным камнем находится утолщенная горизонталь с отметкой 200. Высота сечения равна 10 м. Значит, горизонталь, проходящая через условный знак отдельного камня, имеет отметку 190, которая является высотой точки.

Если точка находится между горизонталями, то ее абсолютная высота определяется по значению отметки высоты одной из этих горизонталей. Для этого к значению отметки высоты горизонтали прибавляют или из нее вычитают (в зависимости от положения точки относительно горизонтали) ту часть высоты сечения, на которую точка удалена от горизонтали.

Например, нужно определить высоту развилки полевых дорог (см. рис. 72). Точка расположена примерно на $\frac{3}{4}$ значения заложения от нижней горизонтали, имеющей отметку 220, и на $\frac{1}{4}$ – от верхней горизонтали с отметкой 230. Высота сечения рельефа 10 м. Следовательно, поправка к нижней горизонтали составит 7,5 м, а к верхней горизонтали – 2,5 м. Прибавляя поправку к значению отметки нижней горизонтали или вычитая ее из значения отметки верхней горизонтали, получим высоту точки на развилке дорог:

$$220 \text{ м} + 7,5 \text{ м} = 227,5 \text{ м}$$

или

$$230 \text{ м} - 2,5 \text{ м} = 227,5 \text{ м}.$$

Взаимное превышение точек местности определяется как разность их абсолютных, высот. Например, превышение высоты с отметкой 236,3 (см. рис. 72) над оз. Глубокое (с отметкой 177,8) составляет

$$236,3 - 177,8 = 58,5 \text{ м}.$$

Относительные высоты скатов вершин и глубины лощин удобно определять по числу промежутков между горизонталями на них. Подсчитав число промежутков между горизонталями на скате и умножив его высоту сечения, получим относительную высоту ската. Например, на юго-западном скате высоты с отметкой 236,3 (см. рис. 72) имеются три промежутка между основными горизонталями и один между основной и дополнительной горизонталями. Высота сечения 10 м, поэтому относительная высота ската будет $3,5 \cdot 10 \text{ м} = 35 \text{ м}$.

Относительные высоты (глубины) обрывов, оврагов, промоин, насыпей, выемок определяются с помощью подписей, стоящих рядом с условными знаками.

Определение по карте направления понижения и крутизны скатов. *Направление понижения скатов* определяется на карте по указателям скатов на горизонталях, а также путем сравнения отметок высот точек и горизонталей: понижение ската будет всегда в сторону меньшей отметки;

цифры отметок горизонталей своими основаниями направлены в сторону понижения ската.

Крутизна ската определяется по значению заложения: чем меньше значение заложения, тем скат круче; чем больше значение заложения, тем скат более пологий. На топографических картах масштаба 1:25000, 1:50000 и 1:100000 основная высота сечения рельефа подобрана таким образом, что заложению между основными горизонталями в 1 см соответствует крутизна ската $1,2^\circ$ (округленно 1°).

Из этой зависимости между заложением, высотой сечения и крутизной ската можно вывести следующее правило: во сколько раз заложение меньше (больше) 1 см, во столько раз крутизна ската, больше (меньше) 1° . Отсюда следует, что заложению в 1 мм соответствует крутизна ската 12° (округленно 10°), заложению в 2 мм – 6° (округлено 5°), заложению в 5 мм – $2,4^\circ$ (округленно 2°) и т. д.

Более точно крутизна ската может быть определена с помощью специального графика, называемого шкалой заложений (рис. 72), которая располагается под южной стороной рамки карты. Вдоль горизонтального основания шкалы подписаны цифры, обозначающие крутизну скатов в градусах. На перпендикулярах к основанию отложены соответствующие им заложения. Шкала заложений дается для двух высот сечений: одна – для заложений между основными горизонталями, другая – для заложений между утолщенными горизонталями.

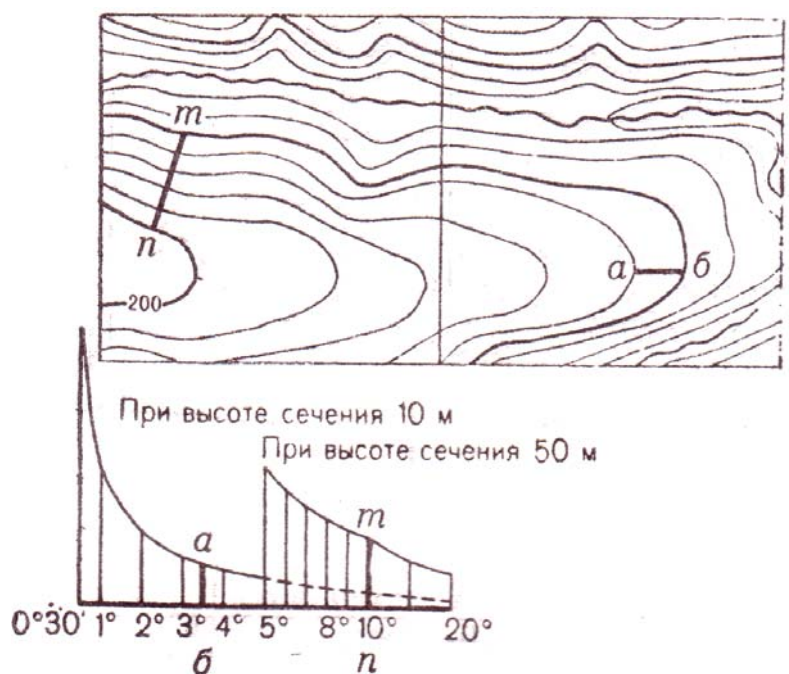


Рис. 73. Определение крутизны скатов по шкале заложений

Для определения крутизны ската по шкале заложений следует измерить расстояние между двумя смежными сплошными горизонталями в нужном направлении и отложить его на шкале заложений так, как показано на рис. 73. Отсчет внизу на шкале против отложенного отрезка укажет крутизну ската в градусах. В нашем примере крутизна ската между точками *а* и *б* равна $3,5^\circ$. На крутых скатах, где горизонтالي проходят близко одна от другой, крутизну удобнее определять по утолщенным горизонталям. Для этого измеряют отрезок между соседними утолщенными горизонталями, отложив его на правой части шкалы, как показано на рис. 73, и определяют крутизну ската.

Контрольные вопросы

1. Что называется величиной масштаба карты? Какую величину масштаба имеют карты 1:200000, 1:500000, 1:1000000?
2. Назовите численные масштабы карт, на которых:
 - а) 2 см соответствуют 1 км на местности;
 - б) 4 см соответствуют 1 км на местности;
 - в) 2,5 см соответствуют 5 км на местности.
3. На какие топографические объекты могут создаваться топографические планы? Какой при этом используется масштаб?
4. Назовите основные этапы подготовки карты к работе.
5. Как осуществляется подъем карты? Для каких целей выполняется подъем карты?
6. Какие принадлежности используются при работе с картой?
7. От каких параметров зависит точность определения расстояний по карте?
8. Какие способы определения площадей по карте вы знаете?
9. Как определяются площади по карте полярным планиметром и с помощью палеток?
10. С какой точностью производится вычисление площадей по карте с помощью электронного планиметра PLANIX 7?
11. На какие три основные группы делятся условные знаки?
12. Изобразите условными знаками, сгруппировав их в зависимости от положения точки, указывающей местоположение предмета в натуре:
 - а) завод с трубой, указав род производства;
 - б) километровый столб;
 - в) памятник;
 - г) ветряную мельницу;
 - д) колодец с соленой водой;
 - е) тригонометрический пункт;
 - ж) курган высотой 3,5 м;
 - з) отдельно стоящее хвойное дерево;

- и) яму глубиной 2,5 м.
13. Охарактеризуйте лес, изображенный на карте 1:25000.
14. Как на карте показывается политико-административное значение населенных пунктов, число домов в них, учреждений связи?
15. Изобразите условными знаками:
- а) шоссе (мостовую) шириной 7,5 м, вдоль которого с одной стороны имеется обсадка;
- б) железную дорогу трехколейную, с выемкой и насыпью;
- в) улучшенную грунтовую дорогу шириной 5,5 м с деревянным мостом длиной 55 м и грузоподъемностью 10 т; на дороге покажите трудно-проезжий участок.
16. Изобразите в масштабе 1:25000:
- а) реку шириной 10 м с впадающим в нее ручьем;
- б) реку шириной 4 м с впадающим в нее ручьем;
- в) реку шириной 120 м, глубиной 2,5 м, со скоростью течения 0,5 м/с.
17. Какие способы изображения рельефа применяются на отечественных топографических картах?
18. Что называется горизонталью? Каковы ее свойства?
19. Что называется отметкой? В каких случаях две соседние горизонтали будут иметь одинаковую отметку?
20. Что такое высота сечения? Какие высоты сечения приняты на наших топографических картах?
21. Как отличить при изображении горизонталями хребет от лощины и гору от котловины?
22. Изобразите горизонталями выпуклый, ровный и вогнутый скаты и перегиб ската?
23. Какие и для чего применяются на картах разновидности горизонталей?
24. Что применяются за начало счета высот на картах?
25. Как найти на карте направление ската в какой-нибудь данной точке?
26. Какая высота сечения принята на карте масштаба 1:50000?
27. Какие виды горизонталей применяются в топографии, как при этом изображаются условные знаки деталей рельефа?
28. Как осуществляется определение по карте высот и взаимного превышения точек местности?
29. Как определяются по карте направление, понижение и крутизна скатов?
30. Что называется номенклатурой топографических карт?
31. В чем заключается зарамочное оформление топографических карт?
32. На какие группы делятся топографические карты в зависимости от их назначения?
33. Масштаб, точность масштаба, пользование поперечным масштабом.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ ПО КАРТЕ

5.1. Понятие о координатах

В практике работы руководителя подразделения МЧС часто возникает необходимость определять или указывать положение отдельных местных предметов по карте.

Эта задача сводится к указанию положения местного предмета или своего местоположения по отношению к известным точкам (линиям) или с помощью координат.

Координатами называются угловые или линейные величины, определяющие положение точки на какой-либо поверхности или в пространстве. При определении положения точек местности по карте применяются геодезические (географические), плоские прямоугольные, полярные и биполярные координаты.

Геодезические (географические) координаты (рис. 74) представляют собой угловые величины – широту и долготу, которые определяют положение точек на земной поверхности относительно экватора и меридиана, принятого за начальный.

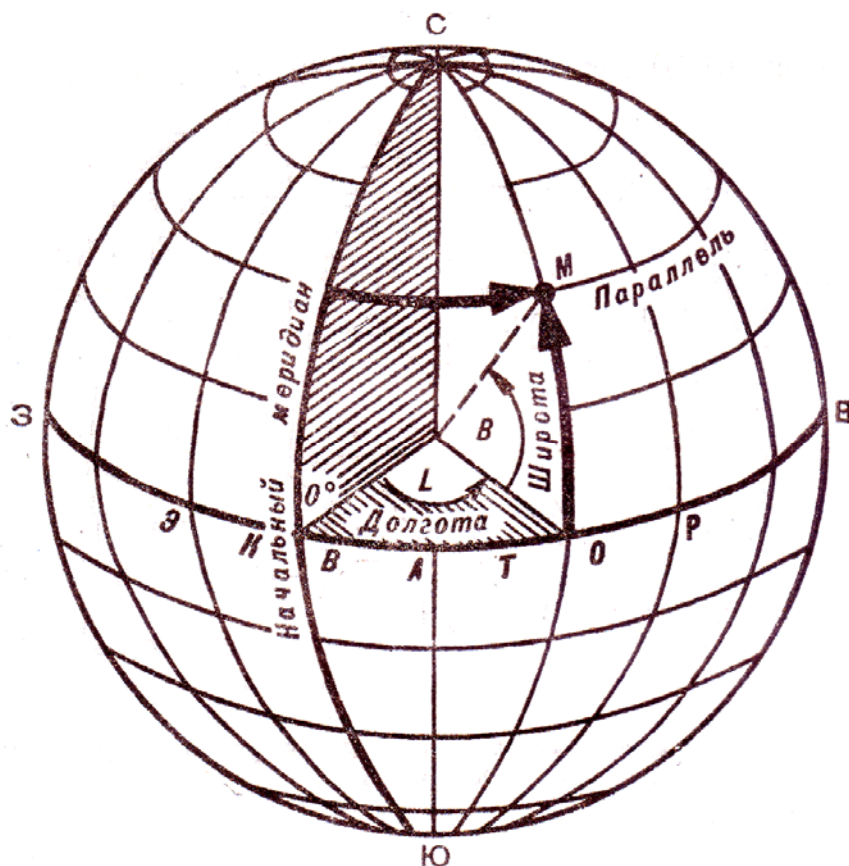


Рис. 74. Геодезические координаты

Геодезическая широта – это угол, образованный плоскостью экватора и нормалью в данной точке к поверхности земного эллипсоида. Значение угла показывает, насколько та или иная точка на земном шаре севернее или южнее экватора. Если точка расположена в Северном полушарии, то ее широта называется северной, а если в Южном полушарии – южной. На рис. 74 видно, что угол B соответствует широте точки M . Широта точек, расположенных на экваторе, равна 0° , а находящихся на полюсах (Северном и Южном) – 90° . Все точки, лежащие на одной географической параллели, имеют одинаковую широту.

Геодезическая долгота – угол, образованный плоскостью начального меридиана и плоскостью меридиана, проходящего через данную точку. За начальный принят меридиан, проходящий через астрономическую обсерваторию в Гринвиче (близ Лондона). Все точки на земном шаре, расположенные к востоку от начального (Гринвичского) меридиана до меридиана 180° , имеют восточную, а к западу – западную долготу. Следовательно, угол α (рис. 74) является восточной долготой точки M . Все точки, лежащие на одном геодезическом (географическом) меридиане, имеют одинаковую долготу. Разность долгот двух пунктов на земной поверхности показывает не только их взаимное расположение, но и разницу во времени в этих пунктах в один и тот же момент: каждые 15° по долготе соответствуют одному часу времени. Например, долгота г. Москвы $37^\circ 37'$ (восточная), а г. Хабаровска $135^\circ 05'$, т.е. последний расположен восточнее г. Москвы на $97^\circ 28'$. Таким образом, когда в Москве полдень (13 ч), в Хабаровске 19 ч 30 мин (по поясному местному времени 20 ч).

Известно, что сторонами рамок листов топографических карт являются меридианы и параллели. Геодезические координаты углов рамок подписываются на каждом листе карты. Например, на рис. 77 западная сторона рамки листа карты (меридиан) имеет долготу $18^\circ 07' 30''$; восточная – $18^\circ 11' 15''$; северная сторона (параллель) имеет широту $54^\circ 47' 30''$; южная – $54^\circ 45'$.

Для определения по карте геодезических координат точек местности на каждом ее листе наносится дополнительная рамка с делениями через одну минуту. Каждое минутное деление разбито точками на шесть равных отрезков через $10''$. Чтобы определить геодезические координаты какой-либо точки, например точки A (рис. 75), надо вначале на глаз определить ее положение относительно минутных и секундных делений по широте и долготу. Затем соединить ближайшие к точке A одноименные десяти-секундные деления прямыми линиями по параллели (западная и восточная стороны рамки) и по меридиану (северная и южная стороны рамки карты). При этом проведенная параллель должна пройти южнее точки A , а меридиан – западнее. На рис. 75 параллель проведена на широте $54^\circ 45' 20''$, а меридиан – на долготу $18^\circ 08' 50''$. После этого определить на глаз, каким

частям десятисекундных делений по широте и долготе соответствуют расстояния от проведенных параллели и меридиана до точки *A*. Определив значения этих отрезков в секундах и приплюсовав их к значениям координат проведенных параллели и меридиана, получим геодезические координаты точки *A*. В нашем примере отрезок по широте равен 9", а отрезок по долготе – 8". Значит, широта точки *A* равна $54^{\circ}45'29''$, а долгота – $18^{\circ}08'58''$.

Для нанесения на карту точки по заданным геодезическим координатам, например точки *B*, имеющей широту $54^{\circ}45'35''$ и долготу $18^{\circ}08'03''$, поступают следующим образом (рис. 75). На боковых сторонах минутной рамки от параллели (южной стороны рамки листа карты) с широтой $54^{\circ}45'$ отсчитывают 35" с юга на север и через полученные точки проводят прямую линию (параллель с широтой $54^{\circ}45'35''$). Затем на северной и южной сторонах минутной рамки от меридиана (западной рамки листа карты) с долготой $18^{\circ}07'30''$ отсчитывают на восток по 33" и через полученные точки проводят другую прямую линию (меридиан с долготой $18^{\circ}08'03''$). На пересечении проведенных линий и будет находиться точка с заданными координатами.

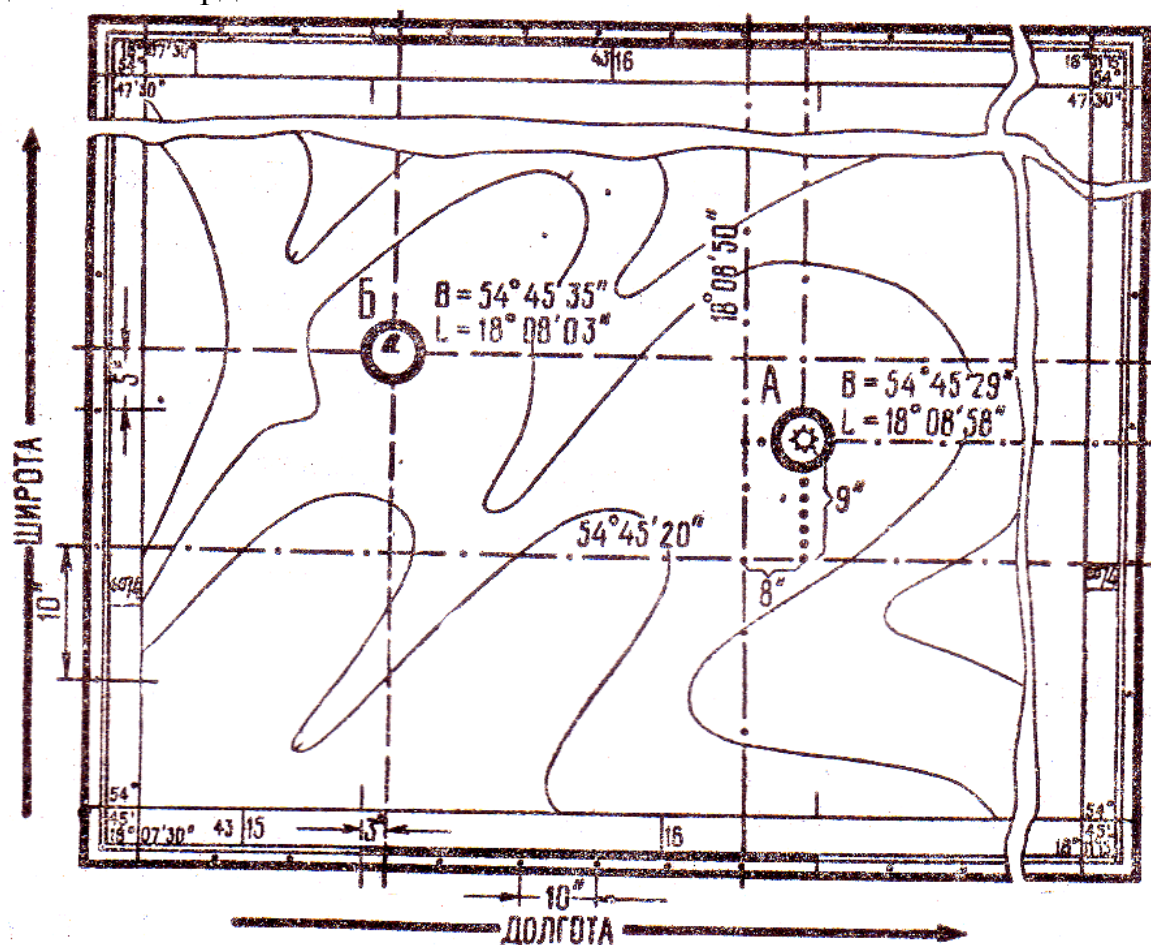


Рис. 75. Определение геодезических (географических) координат точек по карте

Геодезические координаты могут быть определены по крупномасштабной карте с точностью до 1-2". В линейной мере это составляет около 100-200 м на разных широтах.

Геодезическими координатами пользуются обычно при определении взаимного положения точек, удаленных друг от друга на весьма большие расстояния. Руководители подразделений МЧС чаще всего имеют дело с плоскими прямоугольными координатами.

Плоские прямоугольные координаты представляют собой линейные величины, определяющие положение точек на плоскости относительно установленного начала координат. В общем случае за начало координат принимается точка пересечения двух взаимно перпендикулярных линий, называемых осями координат (рис. 76). Вертикальная ось называется осью икс (X), а горизонтальная – осью игрек (Y). Положение точки определяется отрезками осей координат Oa и Ob или кратчайшими отрезками (перпендикулярами) от определяемой точки до соответствующих осей координат (x_m и y_m). В нашем примере отрезок x_m равен 4 делениям, а отрезок y_m – 6 делениям. Следовательно, прямоугольные координаты точки M будут: $x = 4, y = 6$.

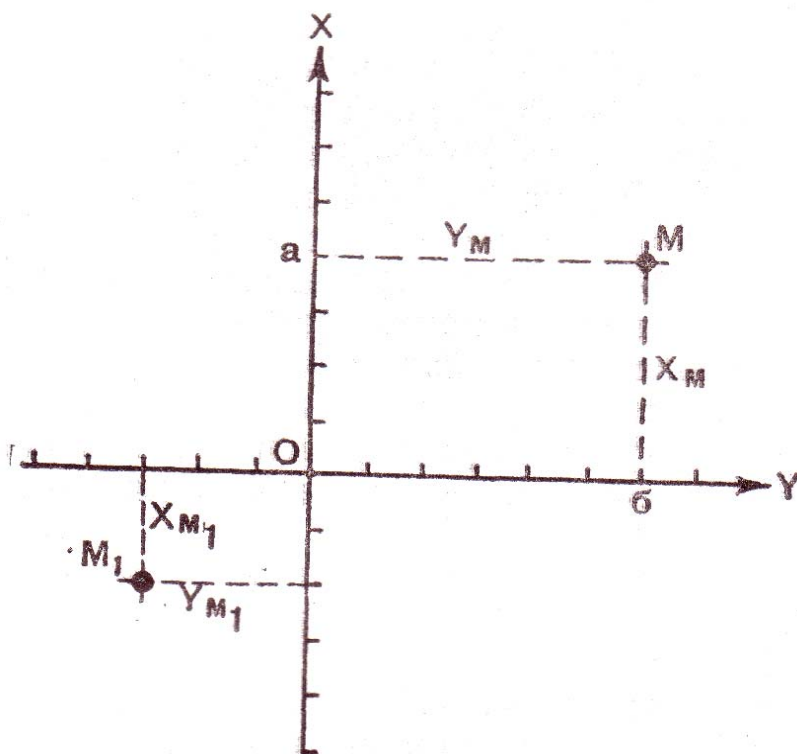


Рис. 76. Плоские прямоугольные координаты

Значения x считаются положительными вверх (на север) от линии OY (оси Y), отрицательными – вниз от нее. Значения y считаются положительными вправо (восточнее) от линии OX (оси X), отрицательными влево от нее (западнее). Таким образом, точка M_1 имеет координаты $a, б$.

Применение системы плоских прямоугольных координат в топографии имеет некоторые особенности, вызванные шарообразной формой Земли, которая не может быть изображена на плоскости без разрывов и искажений. Поэтому ее условно разделили на равные части, ограниченные меридианами с разностью долгот 6° (рис. 77), которые назвали координатными зонами. Счет зон ведется от 1 до 60 от Гринвичского (начального) меридиана к востоку.

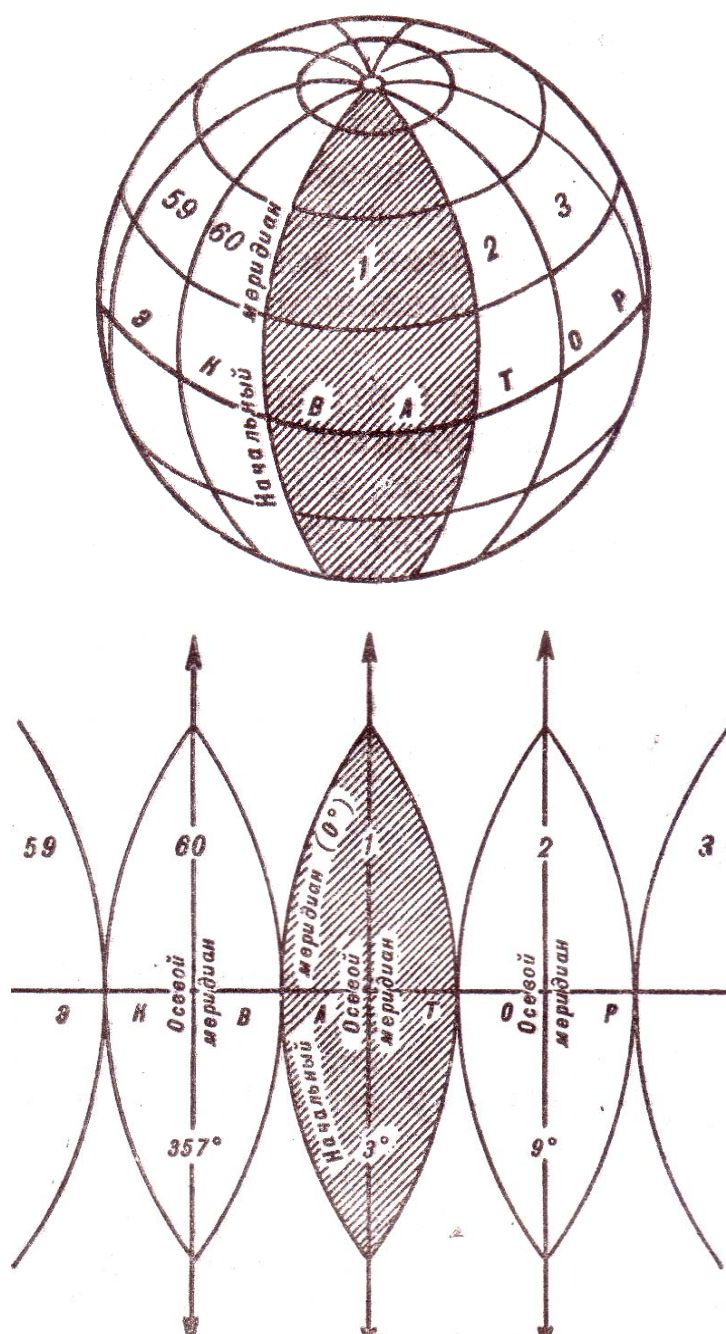


Рис. 77. Координатные зоны и их нумерация

В каждой зоне за вертикальную ось координат (ось X) принят осевой меридиан. Горизонтальной осью Y во всех зонах является линия экватора. Пересечение осевого меридиана каждой зоны с экватором принято за начало прямоугольных координат.

Для территории нашей страны, расположенной в Северном полушарии, все значения координаты x будут положительными. Значения координаты y будут зависеть от расположения точки (листа карты) по отношению к осевому меридиану зоны и могут быть положительными и отрицательными в любом из полушарий.

Чтобы не иметь дело с отрицательными цифрами, условились считать координату y в точке 0 (начало координат) равной не нулю, а 500 км. Общая протяженность зоны по экватору около 700 км, поэтому при любом положении точки относительно среднего осевого меридиана зоны значение ее координаты y будет положительным. Таким образом, точка 0 (начало координат) имеет координаты $x = 0$, $y = 500$. Имея в виду, что значение координаты y осевого меридиана равно 500 км, следует запомнить, что все точки, координата y которых более 500 км, расположены к востоку от осевого меридиана, а точки, имеющие координату y меньше 500 км, — к западу от него.

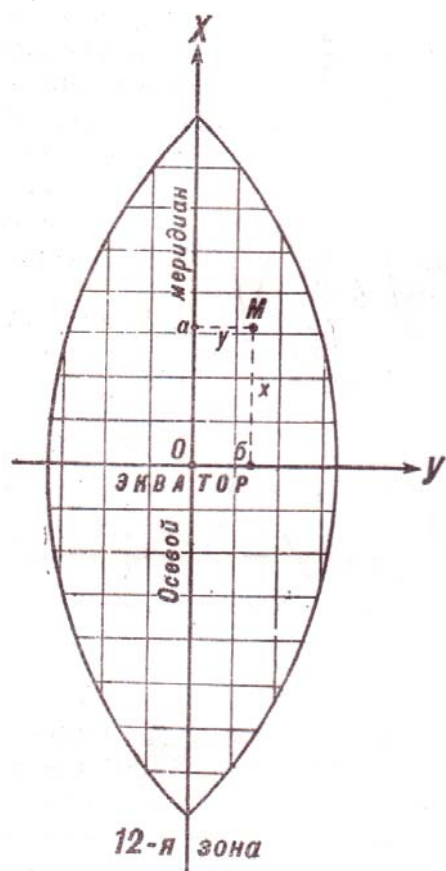


Рис. 78. Определение плоских прямоугольных координат

Для того чтобы указать зону, в которой расположен объект, при определении его координат, условились номер зоны писать при координате y первыми цифрами, за которыми следует шестизначное число, показывающее значение координаты y в метрах. Например, если точка M (рис. 78), расположенная в 12-й зоне, находится к востоку (вправо) от осевого меридиана на удалении 80 300 м (отрезок aM), то ее координата y имеет значение 12 580 300, где число 12 обозначает номер зоны, а к значению 80 300 добавлено 500 км — значение y осевого меридиана. Координата x точки M соответствует значению отрезка bM . Если точка M находится на удалении от оси OY в 3260 км 700 м, то ее координата x имеет значение 3 260 700.

5.2. Координатная (километровая) сетка на картах

На топографических картах система плоских прямоугольных координат дается в виде сетки взаимно перпендикулярных линий. Горизонтальные линии сетки проведены параллельно экватору, а вертикальные – параллельно осевому меридиану зоны. Линии сетки на картах проводятся на равных расстояниях одна от другой и образуют сетку квадратов, которая называется координатной или километровой сеткой. Километровой ее называют потому, что стороны квадратов равны целому числу километров в масштабе карты. Для каждого масштаба установлены размеры сторон квадратов сетки (табл. 15).

Координатная (километровая) сетка и цифры у ее выходов за рамкой листа карты печатаются черным цветом. Около углов рамки листа карты километровые линии подписываются полностью, а в промежутках – сокращенно двумя цифрами, обозначающими единицы и десятки километров.

Т а б л и ц а 15

Размеры сторон квадратов сетки топографических карт РФ

Масштаб карты	Размер сторон квадрата	
	На карте, см	На местности, км
1:25 000	4	1
1:50 000	2	1
1:100 000	2	2
1:200 000	2	4

Рассмотрим пример (рис. 79). На изображенной части листа карты вертикальные линии (на южной стороне рамки) имеют следующие подписи: 4315 – первая от угла рамки, а далее – 16, 17 и т. Д. Эти подписи служат для отсчетов координаты y . Подпись 4315 означает: первая цифра (4) – номер зоны, следующее за ней число (315) – километры. Поскольку значение y точки 0 (начало координат) равно 500 км, нетрудно определить, что данная линия находится западнее осевого меридиана на удалении 185 км ($500 - 315 = 185$ км). Подписи 16, 17 даются без повторения первых двух цифр (43), которые в равной мере относятся и к ним.

У горизонтальных линий на западной стороне рамки даны подписи 6074, 75 и т.д. для отсчета координаты x . Здесь цифры показывают удаление линий от экватора: первой – на 6074 км, второй – на 6075 км и т.д. Как и для вертикальных линий, первые две цифры (60) обозначаются только у крайних к углам линий сетки; они приписываются, когда нужно записать полные координаты точек.

Для удобства работы с картой в полевых условиях значения координатных линий подписываются в девяти местах внутри каждого листа.

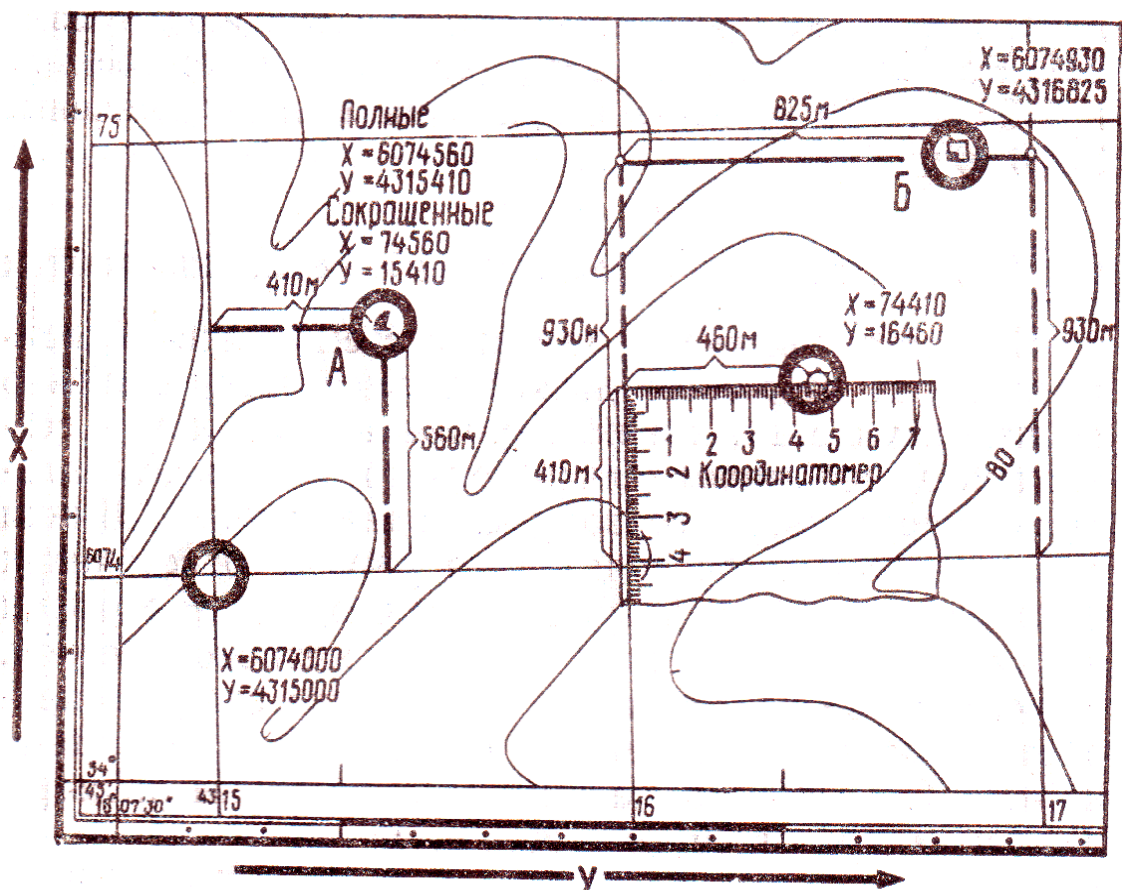


Рис. 79. Определение по карте прямоугольных координат объектов и нанесение объектов на карту по прямоугольным координатам

5.3. Дополнительная координатная сетка на стыке соседних зон

Так как вертикальные километровые линии параллельны осевому меридиану своей зоны, а осевые меридианы соседних зон между собой не параллельны, то при смыкании сеток двух зон линии одной из них расположатся под углом к линиям другой (рис. 80).

Вследствие этого при работе на стыке двух зон могут возникнуть затруднения с использованием координатных сеток, так как они будут относиться к разным осям координат.

Чтобы устранить это неудобство, в каждой зоне все листы карт, расположенные в пределах 2° к востоку и западу от границы зоны, имеют помимо своей координатной сетки еще дополнительную, являющуюся продолжением сетки соседней зоны. Чтобы не затемнить такие листы карты, дополнительную сетку обозначают на карте лишь ее выходами между шкалой минут и внешней рамкой листа (рис. 81). Оцифровка ее составляет продолжение нумерации линий смежной зоны. Она подписывается за внешней рамкой листа.

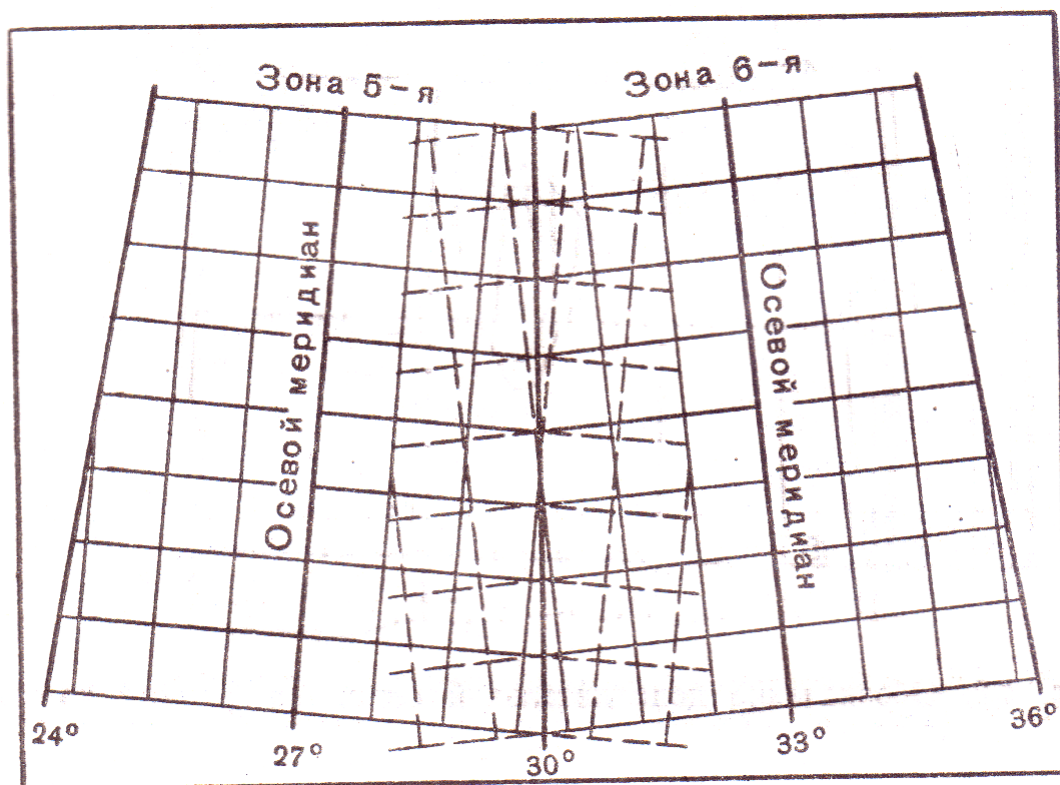


Рис. 80. Взаимное расположение километровых линий на стыке смежных зон

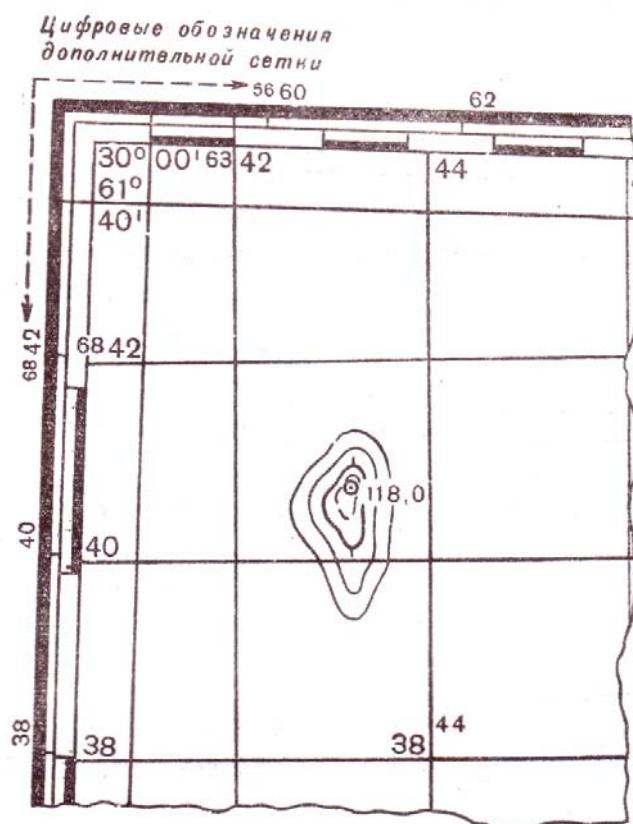


Рис. 81. Обозначение дополнительной сетки за рамкой карты

Если работа ведется с листами карты на стыке двух зон и требуется пользоваться на всех этих листах единой системой координат, надо на листах карты одной зоны соединить карандашом по линейке противоположные концы одноименных километровых линий сетки соседней зоны (вертикальных и горизонтальных). В дальнейшем при работе на этих листах следует пользоваться лишь новой дополнительной сеткой.

5.4. Определение прямоугольных координат объектов по карте

Пользуясь километровой сеткой и подписями ее значений за рамкой листа карты, вначале определяют полное значение координат ближайших к точке координатных линий (x и y), расположенных снизу и слева от нее. Затем определяют расстояния (по перпендикуляру) в метрах: от горизонтальной линии – нижней стороны квадрата и от вертикальной линии левой стороны квадрата, в котором находится эта точка. Расстояния в метрах прибавляют к значениям координат линий в километрах, от которых измерялись расстояния до точки: расстояние от нижней горизонтальной стороны квадрата прибавляют к координате x , а расстояние от левой вертикальной стороны квадрата – к координате y . Полученные после сложения отрезков значения будут представлять собой полные координаты точки, определяющие ее положение относительно начала координат.

Предположим, что требуется определить по карте полные координаты отдельного камня. Найдя на карте отдельный камень, определим полное значение координат ближайших к нему координатных линий, расположенных снизу и слева. Горизонтальная линия, образующая нижнюю сторону квадрата 7415, имеет подпись 6074, т.е. $x = 6074$ км. Вертикальная линия, образующая левую сторону этого же квадрата, имеет значение 4315, т.е. $y = 4315$ (4 – номер зоны, 315 – значение координаты y в километрах). Первые две цифры (43) находим у ближайшей к западной стороне рамки карты линии, имеющей подпись 4315. Затем определяем расстояние от нижней горизонтальной стороны квадрата до камня. Оно будет равно 560 м на местности. Измерив таким же образом расстояние от левой вертикальной стороны квадрата, получим 410 м. Прибавив полученные расстояния к соответствующим значениям координатных линий, будем иметь полные координаты отдельного камня:

$$x = 6074000 + 560 = 6074560;$$

$$y = 4315000 + 410 = 4315410.$$

При работе с одним листом карты обычно нет необходимости пользоваться полными координатами, а достаточно иметь сокращенные координаты. Сокращенными называют координаты, у которых не пишутся цифры, обозначающие тысячи и сотни километров. Например, сокращенные координаты отдельного камня запишутся так: $x = 74560$, $y = 15410$.

Полные и сокращенные координаты записываются и передаются отдельно по x и y .

Часто приходится наносить на карту ориентиры и другие объекты по известным координатам. Допустим, что отдельный дом имеет координаты $x = 6074930$, $y = 4316825$. Надо нанести дом на карту.

Задача решается в следующем порядке. Сначала определим квадрат, в котором находится дом. Цифры координат x и y 74 и 16 показывают, что ориентир находится в квадрате 7416 (74 – горизонтальная линия, 16 – вертикальная линия). В квадрате 7416 отложим по вертикальным линиям сетки 930 м, полученные точки соединим прямой линией. На ней должен находиться дом. По прочерченной линии вправо от вертикальной линии сетки, имеющей подпись 16, отложим отрезок 825 м. Полученная на линии точка и будет местом расположения дома. Таким же образом наносят на карту объекты, если известны их координаты (x и y).

Для удобства определения координат местных предметов или нанесения их на карту по известным координатам пользуются специальными координатными мерками – координатомерами, которые упрощают работу.

5.5. Полярные и биполярные координаты

Полярные координаты. На практике они применяются для определения положения одних точек относительно других на сравнительно небольших участках местности, например при засечке ориентиров, составлении схем местности и др.

Система плоских полярных координат (рис. 82) состоит из точки O – начало координат, или полюса, и начального направления OP , называемого полярной осью. Положение точки M на местности или на карте в этой системе определяется двумя координатами: углом положения θ , который измеряется по ходу часовой стрелки от полярной оси до направления на определяемую точку M (от 0 до 360°), и расстоянием $D = OM$.

В зависимости от решаемой задачи за полюс принимают исходный пункт движения и т.п., а за полярную ось – геодезический меридиан, магнитный меридиан (направление магнитной стрелки компаса) или же направление на какой-либо удаленный ориентир.

Биполярные координаты. Система биполярных (двухполюсных) координат (рис. 82) состоит из двух полюсов A и B и общей оси AB , называемой базисом или базой засечки. Положение любой точки M относительно двух данных на карте (местности) точек A и B определяется координатами, которые измеряются по карте или на местности. Этими координатами могут служить либо два угла положения Q_1 и Q_2 , определяющие направления с точек A и B на искомую точку M , либо расстояния AM и BM до нее. Углы положения, как показано на рис. 83, измеряются в точках A и B или от направления базиса (т.е. $\angle A = \angle BAM$ и $\angle B = \angle ABM$).

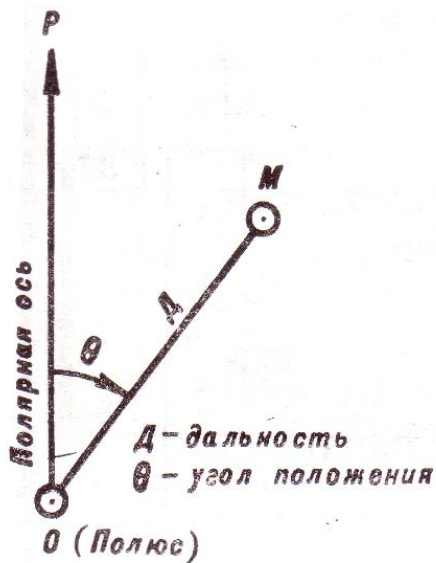


Рис. 82. Полярные координаты

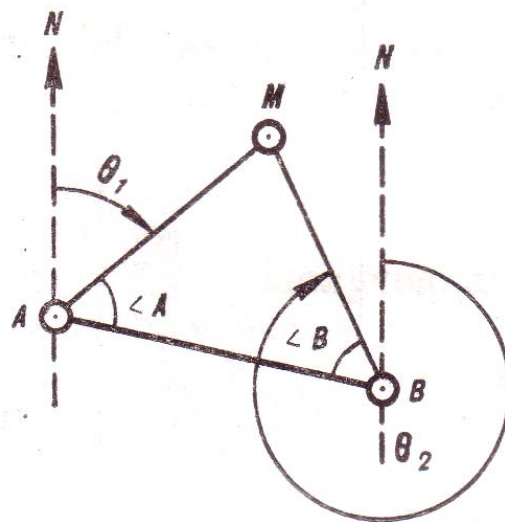


Рис. 83. Биполярные координаты

Биполярные координаты чаще всего используются при наблюдении и засечке ориентиров с пунктов сопряженного наблюдения.

Контрольные вопросы

1. Что называется координатами точки на поверхности или в пространстве?
2. Какие координаты применяются в топографии при определении положения точек местности по карте?
3. Что называется геодезическими (географическими) координатами?
4. Дайте определение геодезической широты и геодезической долготы?
5. Охарактеризуйте плоские прямоугольные координаты. Приведите примеры.
6. Что представляет собой координатная (километровая) сетка на картах?
7. Что представляет собой дополнительная координатная сетка на стыке соседних зон?
8. Как определяются прямоугольные координаты объектов по карте?
9. В каких случаях применяются в топографии полярные и биполярные координаты?
10. Что называется уровенной поверхностью Земли и горизонтальным проложением или горизонтальной проекцией? Как в горизонтальной проекции изобразится шар? Как изобразятся в той же проекции круги, расположенные в горизонтальной, наклонной плоскости и в плоскости, перпендикулярной к плоскости проекции?
11. Назовите основные геометрические свойства, которыми обладает изображение поверхности Земли на глобусе. Почему изображение Земли на плоскости не может обладать одновременно всеми этими геометрическими свойствами?

6. КАРТОГРАФИЯ

6.1. Определение

Картографию называют наукой о картах как особом способе изображения действительности, их создании и использовании. Это определение закреплено Международной картографической ассоциацией. Государственные нормативные издания гласят, что картография – область науки, техники и производства, охватывающая изучение, создание и использование картографических произведений.

Картография существует в трех формах:

- ♦ наука об отображении и познании явлений природы и общества посредством карт;

- ♦ область техники и технологии создания и использования картографических произведений;

- ♦ отрасль производства, выпускающая картографическую продукцию (карты, атласы, глобусы и др.).

В связи с развитием компьютеризации предпринимаются попытки расширить представления о картографии и включить в ее интересы не только создание электронных карт, но и формирование баз и банков цифровой картографической информации, т.е. картография – это область науки, техники и производства, она имеет дело не только с созданием, но и с использованием карт.

6.2. Структура картографии

Современная картография сегодня – это разветвленная система научных дисциплин и технических отраслей. Одни из них имеют многовековую историю, другие сформировались недавно, третьи находятся в стадии становления. Все они тесно связаны между собой и со многими другими отраслями науки и техники, на стыках с которыми возникают новые научные направления. Основные картографические дисциплины, или разделы картографии, можно представить следующим образом.

Общая теория картографии – изучает общие проблемы, предмет и метод картографии как науки, вопросы методологии создания и использования карт. Основные разработки по теории картографии выполняются в рамках **картоведения** – общего учения о картографических произведениях.

История картографии – изучает историю идей, представлений, методов картографии, развитие картографического производства, а также старые картографические произведения.

Математическая картография – дисциплина, изучающая математическую основу карт. В ней разрабатываются теория и методы создания картографических проекций, анализируются распределение искажений в них, построение картографических сеток с заданными условиями.

Проектирование и составление карт – изучает и разрабатывает методы и технологии лабораторного (камерального) изготовления и редактирования карт. В свою очередь, подразделяется на несколько разделов, посвященных общим вопросам, проектированию и составлению карт общегеографических, природы, социально-экономических, экологических и т. д.

Картографическая семиотика – разрабатывает язык карты, теорию и методы построения систем картографических знаков, правила их использования. В рамках картографической семиотики выделяют три раздела: **картографическую синтактику, семантику и прагматику**, которые изучают соотношения знаков между собой, их связь с отображаемыми объектами, особенности восприятия читателями, информационную ценность знаков и т. п.

Оформление карт (картографический дизайн) – изучает теорию и методы художественного проектирования картографических произведений, их штрихового и красочного оформления, в том числе средствами компьютерной графики.

Экономика и организация картографического производства – раздел на стыке картографии и экономики, в рамках которого изучаются проблемы оптимальной организации и планирования производства, использования картографического оборудования, материалов, трудовых ресурсов, повышения производительности труда и экономической эффективности.

Издание карт – техническая дисциплина, разрабатывающая технологию печатания карт, атласов и другой картографической продукции.

Использование карт – разрабатывает теорию и методы применения картографических произведений (карт, атласов, глобусов и др.) в различных сферах практической, научной, культурной, образовательной деятельности. Основу этой дисциплины составляет картографический метод исследования – метод использования карт для познания изображенных на них явлений.

Картографическое источниковедение – изучает и разрабатывает методы оценки и систематизации картографических источников (карт, снимков, статистических данных и других документов), используемых для составления карт.

Картографическая информатика – изучает и разрабатывает методы сбора, систематизации и предоставления потребителям информации о картографических произведениях и источниках. Раздел, занимающийся систематизацией изданных карт и атласов, составлением указателей, списков, обзоров, называется **картобиблиографией**.

Картографическая топонимика – изучает географические названия, их смысловое значение с точки зрения правильной передачи на картах. В задачи этой дисциплины входит нормализация и стандартизация названий и терминов, наносимых на карты.

Система картографических дисциплин развивается и совершенствуется. Появляются новые отрасли картографии, одни разделы испытывают быстрый рост, развитие других несколько замедляется. Например, с внедрением электронно-вычислительной техники изыскание новых картографических проекций стало «делом техники» в лучшем смысле этих слов. В то же время появление глобальных позиционирующих систем (GPS – ГПС) ведет к формированию в математической картографии нового направления – спутникового позиционирования – в узле пересечения ее интересов со спутниковой геодезией и радиофизикой. Картография развивается постоянно.

В системе картографии сложилось множество отраслей, различающихся по тематике: общегеографическое, геологическое, почвенное, этнографическое картографирование и др. Эти отрасли принадлежат картографии по методу, а конкретным наукам (например, геологии, почвоведению, этнографии) – по предмету. Их спектр поистине необъятен (см. классификацию карт по тематике), причем с появлением новых отраслей знания возникают все новые разделы тематической картографии. Примерами могут служить недавно сформировавшиеся геоэкологическое, экогеохимическое, радиоэкологическое картографирование и т.п.

Кроме того, достаточно четко выделяются такие отрасли, как учебное, научное, туристское, навигационное (морское, аэронавигационное) инженерное картографирование и др. Они различаются по назначению и практической ориентации. По мере появления новых сфер практического применения перечень подобных отраслей быстро расширяется.

Виды картографирования можно подразделять:

♦ **по объекту** – астрономическое, планетное и земное, а внутри земного – картографирование суши и океанов;

♦ **по методу** – наземное, аэрокосмическое и подводное;

♦ **по масштабу** – крупно-, средне- и мелкомасштабное;

♦ **по уровню обобщения** – аналитическое, комплексное и синтетическое;

♦ **по степени автоматизации** – ручное, автоматизированное (интерактивное) и автоматическое;

♦ **по оперативности** – базовое и оперативное.

Виды картографирования можно выделять по разным основаниям, они так же многочисленны, как свойства самих карт, методы их создания и отображаемые объекты.

6.3. Картография в системе наук

Современная картография взаимосвязана со многими философскими, естественными и техническими науками и научными дисциплинами (рис. 84). Картография пользуется их достижениями, впитывает новые идеи и технологии и одновременно предоставляет им обширное поле для приложения сил, способствует развитию их теории и методологии.



Рис. 108. Картография в системе наук

В самом близком контакте с картографией находятся **науки о Земле и планетах** – обширный и сильно разветвленный комплекс географических, геолого-геофизических, экологических, планетологических отраслей знания, для которых картография служит одним из главных методов познания и средств систематизации данных. Основная область взаимодействия – тематическое картографирование природы и методы использования карт. Сегодня невозможно даже представить развитие наук о Земле в отрыве от картографии. Более того, формирование многих отраслей науки произошло благодаря картографическому методу. Картографирование стало, например, базой для исследования дна океана и поверхности других планет, развития морфометрии рельефа, медицинской географии и др. Одновре-

менно наблюдается и другая тенденция: многие новые отрасли тематической картографии возникают на стыках с науками о Земле, и в результате появляются карты нового типа, новые методы картографирования и способы использования карт. Пожалуй, самый яркий пример в этом отношении – стремительно развивающееся эколого-географическое картографирование.

Социально-экономические науки – экономика, социология, демография, история, археология, региональная политика, этнография и многие родственные им дисциплины так же, как и науки о Земле (и в комплексе с ними), образуют основу для тематического картографирования и использования карт. Предоставляя этим наукам, инструмент пространственного исследования, картография сама обогащается новыми методами (например, экономико-математического моделирования, сетевого планирования), разрабатывает новые типы картографических произведений.

Логико-философские науки – теория отражения, теория моделирования, формальная логика, системный анализ активно контактируют с картографией при разработке ее теоретических концепций, знаковых систем (здесь необходимо напомнить о связях с лингвистикой и семиотикой), проблем и методов моделирования и системного картографирования. При исследовании проблем восприятия картографического изображения привлекают методы психологии.

Астрономо-геодезические науки – астрономия, геодезия, гравиметрия, спутниковая геодезия, землеустройство, топография предоставляют картографии данные о фигуре и размерах Земли и планет, их физических полях, образуют базу для составления общегеографических и тематических карт. При создании математической основы карт необходимы результаты астрономо-геодезических наблюдений, данные спутниковой геодезии, спутникового позиционирования. Основой для любых крупномасштабных карт всегда служат **топографические съемки местности**.

Математические науки – математический анализ, аналитическая геометрия, сферическая тригонометрия, статистика и теория вероятностей, неевклидова геометрия, теория множеств, математическая логика, теория графов, теория информации и другие математические дисциплины непосредственно контактируют с картографией. Математика и картография объединены прочными историческими связями. Сегодня математические дисциплины активно используют при разработке картографических проекций, математико-картографическом моделировании, создании алгоритмов и программ картографирования и использования карт, планировании картографического производства, формировании информационно-поисковых систем. Нет, пожалуй, ни одной области математики, которая так или иначе не контактировала бы с современной картографией.

Техника и автоматика – приборостроение, электроника, полупроводниковая и лазерная техника, химическая технология, материаловедение, полиграфия и многие другие отрасли составляют техническую базу создания, издания и использования карт и других картографических произведений. Связи с техникой проявляются в совершенствовании и создании нового картографического оборудования, приборов, автоматических систем и материалов, в оптимизации производственных процессов и технико-экономических параметров картографического производства. В последние годы особую значимость приобрели контакты с теорией систем управления, кибернетикой и информатикой. Благодаря этому картография обогатилась многими лучшими достижениями современной научно-технической революции.

Дистанционное зондирование – комплекс дисциплин, включающих аэро-, космическую и подводную съемки, обработку и дешифрирование изображений, фотограмметрию, фотометрию, структурометрию, а также космическое землеведение и мониторинг. Основная сфера взаимодействия – **топографическое и тематическое картографирование**. Данные съемок используются для составления, уточнения и обновления карт, формирования баз цифровой информации, а карты, в свою очередь, необходимы для привязки и дешифрирования материалов дистанционного зондирования.

Картография взаимодействует практически со всеми отраслями знаний.

6.4. Взаимодействие картографии и геоинформатики

Термин «геоинформатика» состоит из трех корней: география, информация и автоматика. **Современная геоинформатика предстает в виде системы, охватывающей науку, технику и производство.**

Эта ситуация характерна для нынешнего этапа научно-технического прогресса, когда происходит сближение науки и производства. В аналогичном виде существуют и картография, и дистанционное зондирование. По-видимому, именно эта тройственность наука – техника – производство составляет одну из причин повсеместно наблюдаемой интеграции картографии, дистанционного зондирования и геоинформатики – отраслей, столь близких по своей структуре.

Геоинформатика как наука рассматривает те же, что и география, другие науки о Земле, картография, дистанционное зондирование, т.е. природные, общественные и природно-общественные геосистемы, но использует при этом свои особые средства и методы. Главные из них – компьютерное моделирование и тесно сопряженное с ним геоинформационное картографирование. Картография и геоинформатика связаны во многих отношениях. Карты и атласы – один из главных источников получения пространственной и временной информации для компьютерной обработки.

А вся иная «некартографическая» информация, используемая в геоинформационных системах привязывается к картам, причем основой для такой привязки служат системы координат, принятые в картографии. Наконец, очень важно, что итоговая информация опять-таки чаще всего выдается потребителю в картографической форме, которая наиболее привычна и удобна ему.

Тесное взаимодействие, картографии и геоинформатики происходит во всем мире на уровне государственных служб, информационных центров, научных и производственных учреждений, в сфере образования. Благодаря взаимным контактам обе отрасли испытывают мощный технический подъем и получают доступ к огромным информационным ресурсам. Их роль в жизни и деятельности современного общества значительно возрастает.

Стремление к интеграции настолько сильно в современной картографии и смежных с ней дисциплинах, что ведет к попыткам формирования синтетических научных направлений. Одно из них возникло под названием «**геоматика**», что как бы символизирует тесное взаимодействие геонаук и информатики. В некоторых трактовках геоматика обнимает и такие дисциплины, как математика, физика, информатика, картография, геодезия, фотограмметрия и дистанционное зондирование. В таком понимании геоматика предстает с широким диапазоном – от физики до геодезии. Но все же в реальном практическом плане геоматика близка к геоинформатике и почти совпадает с ней по своим задачам, технологиям и методам.

Предложены различные концептуальные модели связи картографии, дистанционного зондирования и геоинформатики. В одних из них доминирует картография, включающая в себя геоинформатику (как автоматизированное картографирование) и дистанционное зондирование (как источник данных для картографирования). В других моделях, наоборот, доминирует геоинформатика, охватывающая картографию и дистанционное зондирование как некие подсистемы. Но наиболее верно рассматривать эти три дисциплины как самостоятельные, частично перекрывающиеся и тесно взаимодействующие между собой отрасли знания.

Отчетливо видна тенденция к интеграции геодезии, картографии, дистанционного зондирования, геоинформатики и смежных с ними дисциплин. Это проявляется на всех уровнях: концептуальном, организационном, методическом, технологическом и образовательном. Развитие новых научных дисциплин и технологий сопровождается сильнейшим стремлением к системному объединению.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение «картографии» как науки.
2. В чем состоит структура картографии?
3. Как подразделяются виды картографирования: по объекту, по методу, по масштабу, по уровню обобщения, по оперативности, по степени автоматизации?
4. Какие социально-экономические науки образуют основу для тематического картографирования и использования карт?
5. Какие астрономо-геодезические науки образуют базу для составления общегеографических и тематических карт?
6. Какие математические науки используют при разработке картографических проекций, а также при создании программ картографирования и использования карт?

7. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ И КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ

7.1. Картографическая семиотика

Использование условных знаков – основное свойство, отличающее карту от многих других графических моделей таких, например, как аэро- и космические снимки, панорамы, пейзажи. Знаки на карте – это зрительно воспринимаемые элементы изображения, условно представляющие процессы и явления окружающего мира, их местоположение, качественные и количественные характеристики, структуру, динамику и т.п.

На стыке картографии и семиотики – лингвистической науки, исследующей свойства знаков и знаковых систем, сформировался особый раздел – картографическая семиотика (карто-семиотика), в рамках которой разрабатывается общая теория систем картографических знаков как языка карты.

В ней изучается довольно обширный круг проблем, касающихся происхождения, классификации, свойств и функций картографических знаков и способов картографического изображения. Семиотика включает три основных раздела: синтактику, семантику и прагматику, соответственно эти разделы существуют и в картографической семиотике:

♦**картографическая синтактика** – изучает правила построения и употребления знаковых систем, их структурные свойства, грамматику языка карты;

♦**картографическая семантика** – исследует соотношения условных знаков с самими отображаемыми объектами и явлениями;

♦**картографическая прагматика** – изучает информационную ценность знаков как средства коммуникации и особенности их восприятия читателями карты.

Иногда в составе картографической семиотики выделяют еще один раздел – **картографическую стилистику**, изучающую стили и факторы, которые определяют выбор изобразительных средств в соответствии с назначением и функциями картографических произведений.

7.2. Сущность генерализации

Картографическая генерализация – это отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно ее назначению, масштабу, содержанию и особенностям картографируемой территории.

Термин «генерализация» происходит от латинского корня *generalis*, что означает общий, главный. Суть процесса состоит в передаче на карте основных, типических черт объектов, их характерных особенностей и взаимосвязей.

Генерализация – неотъемлемое свойство всех картографических изображений, даже самых крупномасштабных. Уже при первичной съемке местности, скажем, в масштабе 1:1 000, топограф интуитивно ведет генерализацию, решая, какие детали рельефа, растительности, дорожной сети следует нанести на съемочный планшет, а какие слишком незначительны в данном масштабе. Далее при камеральном составлении карт среднего, а потом и мелкого масштабов приходится постоянно уменьшать изображение, отказываясь от деталей и подробностей. В масштабе 1:100 000 1 км² местности занимает всего лишь 1 см² площади карты, на нем можно показать только основные населенные пункты, главную дорогу, реку. А в масштабе 1:1 000 000 эта площадь сжимается до 1 мм², и на ней удастся сохранить, всего один населенный пункт, а в более мелком масштабе – 1: 10 000 000 не останется места и для него.

Генерализация проявляется в обобщении качественных и количественных характеристик объектов, замене индивидуальных понятий собирательными, отвлечении от частных и деталей ради отчетливого изображения главных черт пространственного размещения.

Все это позволяет утверждать, что генерализация – одно из проявлений процесса абстрагирования отображаемой на карте действительности. Именно генерализация способствует формированию и воплощению в картографической форме новых понятий и научных абстракций.

Сам процесс генерализации во многом противоречив, так как:

- некоторые элементы не могут быть показаны на карте по условиям пространства, но должны быть отражены на ней в силу своей содержательной значимости;

- часто возникает противоречие между геометрической точностью и содержательным соответствием изображения, т.е. пространственные соотношения объектов передаются верно, а геометрическая точность оказывается при этом нарушенной;

- в ходе генерализации происходит не только исключение деталей изображения, потеря информации, но и появление на карте новой обобщенной информации. По мере абстрагирования исчезают частности и отчетливее проступают самые существенные черты объекта, обнаруживаются ведущие закономерности, главные взаимосвязи, выделяются геосистемы все более крупного ранга.

Процесс генерализации труднее других картографических процессов поддается формализации и автоматизации. Не все этапы и процедуры могут быть алгоритмизированы, не все критерии удастся однозначно формализовать. Качество генерализации во многом зависит от понимания картографом содержательной сущности изображаемых географических (геологических, социально-экономических и т.п.) объектов и явлений, умения выявить главные типичные их особенности. Опыт показывает, что

автоматизация картографической генерализации должна опираться на интерактивные, диалоговые процедуры, обеспечивающие активное участие картографа.

7.3. Факторы генерализации

Факторами генерализации являются **масштаб карты, ее назначение, тематика и тип, особенности и изученность картографируемого объекта, способы графического оформления карты.** Факторы определяют подходы к генерализации, ее условия и характер.

На карте показывают лишь те объекты, которые соответствуют ее **назначению.** Изображение других объектов, не отвечающих назначению карты, только мешает ее восприятию, затрудняет работу с картой. Если, например, школьная учебная административная карта предназначена для демонстрации на классной доске, то на ней сохраняют лишь самые важные элементы содержания (крупные города, границы и т.п.). Их изображают крупными знаками со значительным обобщением без излишней детализации. Если же аналогичная административная карта имеет справочное назначение и используется в настольном варианте, то она должна содержать максимум возможной для данного масштаба информации об административном делении, населенных пунктах, путях сообщения (рис. 85).

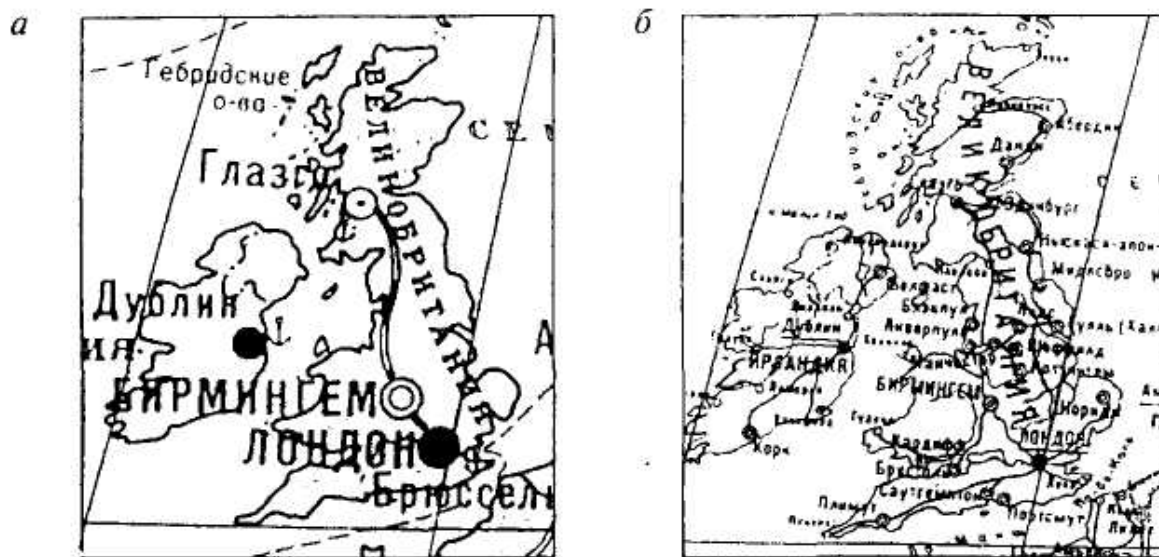


Рис. 85. Влияние назначения карты на генерализацию.
Фрагменты настенной школьной (а) и настольной (б) справочной карт одной и той же территории

Влияние масштаба проявляется в том, что при переходе от более крупного изображения к более мелкому сокращается площадь карты. Показать в мелком масштабе все детали и подробности невозможно, и

поэтому неизбежны их отбор, обобщение, исключение (рис. 86). Одновременно с уменьшением масштаба увеличивается пространственный охват, что также сказывается на генерализации. Объекты, важные для крупномасштабных карт (например, местные ориентиры), теряют свое значение на картах мелкого масштаба и, следовательно, подлежат исключению.

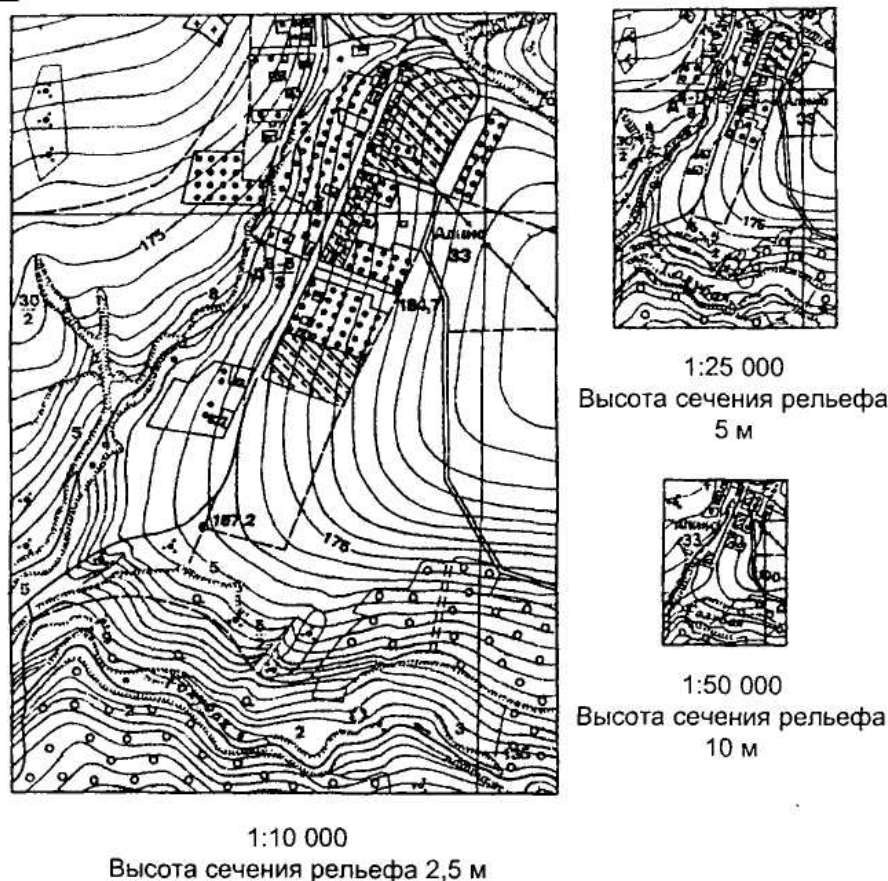


Рис. 86. Генерализация содержания топографической карты с уменьшением масштаба от 1:10 000 до 1:50 000.

Тематика и тип карты определяют, какие элементы следует показывать на карте с наибольшей подробностью, а какие можно существенно обобщить или даже совсем снять. Так, на геологической или почвенной картах очень важно детально изобразить гидросеть – она непосредственно связана с темой карты. Зато можно сильно генерализовать дороги и населенные пункты, оставив лишь некоторые для общей ориентировки, а административные границы – совсем исключить. Но на картах экономической тематики, необходимо подробно показать населенные пункты, пути сообщения и административное деление, речную сеть можно дать обобщенно, сохранив лишь реки, пригодные для судоходства.

Карты разного типа также имеют разную генерализацию. Наиболее подробны аналитические карты инвентаризационного типа, а наиболее обобщены и генерализованы синтетические (например, карты райониро-

вания), и в особенности карты-выводы, карты-умозаключения. Они по самой сути своей не предполагают особой детальности.

Особенности картографируемого объекта (или территории) заключаются в следующем.

Влияние этого фактора сказывается в необходимости передать на карте своеобразие, примечательные характерные элементы объектов или территории. Например, в степных или полупустынных районах необходимо показать все мелкие озера, иногда даже с преувеличением, если они не вписываются в масштаб, – это очень важно для засушливых территорий. Но в тундровой местности, где встречаются тысячи мелких озер, многие из них можно исключить при генерализации, здесь важно правильно отразить общий характер озерности территории.

С той же точки зрения важно сохранять характерные очертания объектов, например даже на самой мелкомасштабной карте показать Самарскую излучину Волги, или узкие очертания фьордов и т.п. Это один из наиболее субъективных факторов генерализации, ведь решить, что «характерно» и «типично», а что – нет, может только сам картограф-составитель.

При достаточной изученности объекта изображение может быть максимально подробным (для данного масштаба и назначения карты), а при нехватке фактического материала оно неизбежно становится обобщенным, схематичным. Фактор изученности тесно связан с **качеством и полнотой источников**, используемых для картографирования. Поэтому наиболее генерализованы карты гипотетические и прогнозные, составленные по неполным данным, когда объект недостаточно изучен и имеются лишь примерные (или не вполне достоверные) сведения о закономерностях его распространения. Хотя гипотетические карты и должны быть схематичными.

Оформление карты является завершающим этапом факторов генерализации. Многоцветные карты (при прочих равных условиях) позволяют показать большее количество знаков, чем карты одноцветные. При хорошем качестве печати и правильном подборе фоновых окрасок, значков, штриховок на одной карте можно путем наложения совместить до шести взаимно перекрывающихся слоев без особого ущерба для читаемости. На одноцветной карте или карте с ограниченным набором красок это сделать трудно или даже невозможно, следовательно, необходима генерализация содержания.

7.4. Виды генерализации

Сложные процессы абстрагирования, связанные с картографической генерализацией, реализуются в разных видах и формах. Они касаются обобщения пространственных (геометрических) и содержательных харак-

теристик, качественных и количественных показателей, отбора и даже исключения изображаемых объектов. Иногда генерализацию рассматривают как процесс абстрагирования пространства и содержания. Обычно все проявления генерализации присутствуют на карте совместно, в тесной комбинации, однако методически целесообразно рассмотреть их в отдельности (рис. 87).

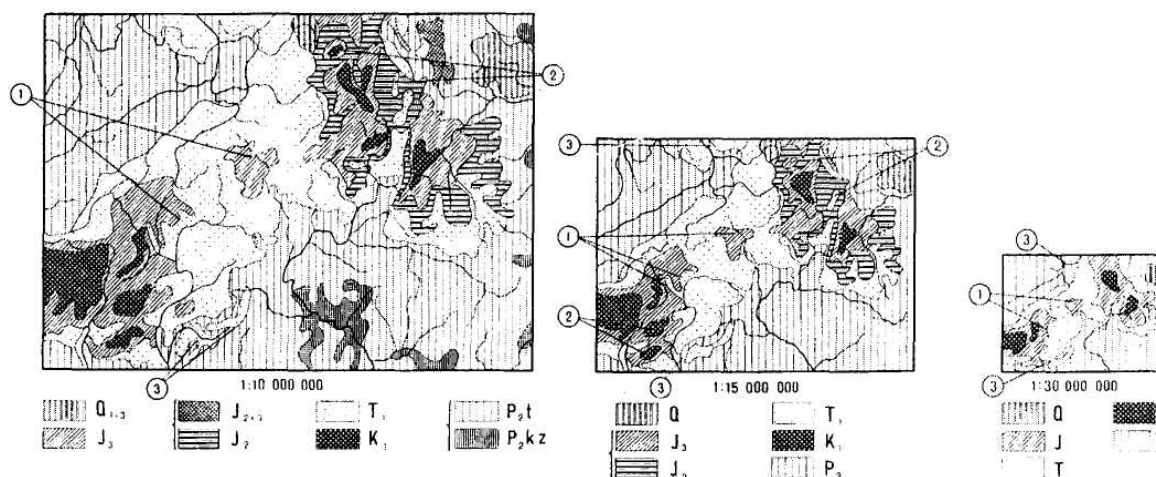


Рис. 87. Различные проявления генерализации на геологической карте.

Фигурной скобкой обозначена генерализация в легенде:

- 1 – упрощение плановых очертаний; 2 – отбор картографических объектов (исключение); 3 – объединение контуров

Обобщение качественных характеристик происходит за счет сокращения различий объектов, что всегда связано с обобщением и укрупнением классификационных признаков, с переходом от простых понятий к сложным. Например, на обзорных картах вместо показа преобладающих древесных пород (как это принято на крупномасштабных топографических картах) дают собирательный знак леса, вместо подразделения железнодорожных путей по числу колеи – единый знак железных дорог, вместо показа болот разной проходимости – один знак заболоченной местности и т.д.

Важно отметить, что **обобщение качественных характеристик картографируемого явления – это, прежде всего, обобщение (генерализация) его классификации.** Поэтому данный вид генерализации начинается с легенды карты, с перехода от видов к родам, от отдельных явлений – к их группам, от дробных таксономических подразделений – к более крупным.

Обобщение количественных характеристик проявляется в укрупнении шкал, переходе от непрерывных шкал к более обобщенным ступенчатым, от равномерных – к неравномерным. Примерами могут служить увеличение высоты сечения рельефа при генерализации топографических карт, укрупнение группировки населенных пунктов по числу жителей, объединение градаций картограмм и т.п. На картах, выполненных точеч-

ным способом, обобщение количественной характеристики проявляется в увеличении веса точки, например на карте животноводства одна точка изображает 500 голов крупного рогатого скота, а после генерализации – 1000 голов скота.

Переход от простых понятий к сложным связан с введением интегральных понятий и собирательных обозначений. Например, при переходе от крупномасштабной карты города к мелкомасштабной вначале изображение отдельных зданий заменяется изображением кварталов, потом дается лишь общий контур города, а далее – пунсон. На мелкомасштабной карте населенный пункт полностью теряет свои индивидуальные черты, пунсон характеризует лишь численность населения и административное значение города (рис. 88). При генерализации геоморфологической карты знаки отдельных карстовых форм могут быть заменены общим контуром распространения карстовых процессов, на картах промышленности значки отдельных предприятий – обозначением промышленного центра.

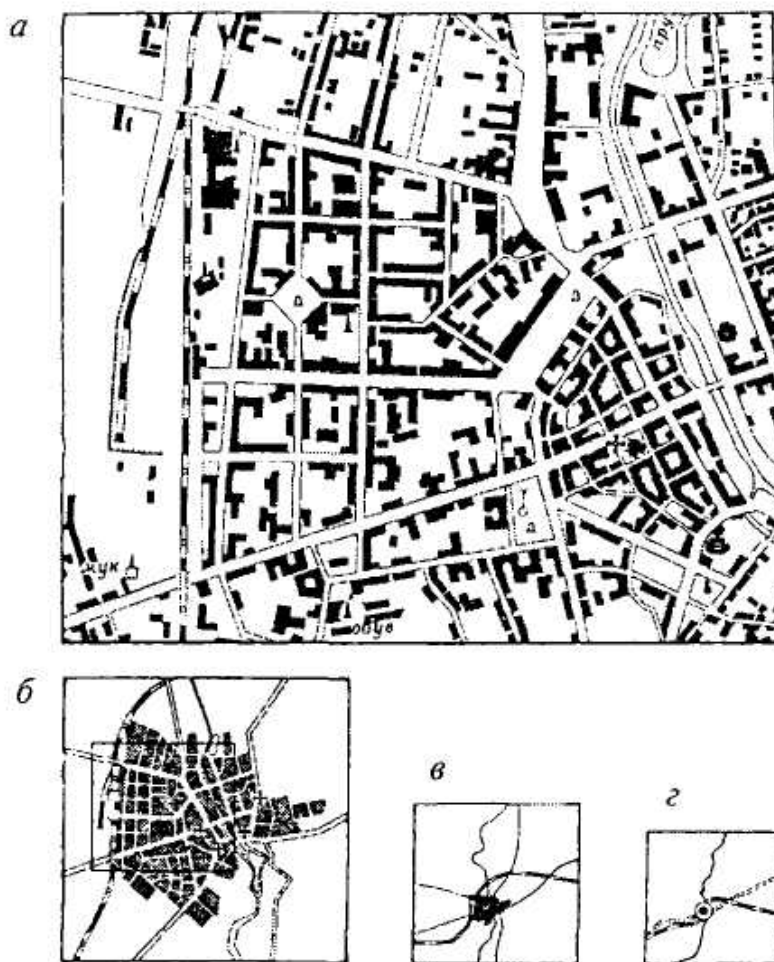


Рис. 88. Генерализация населенного пункта.

Последовательная замена отдельных объектов (здания – а), собирательными знаками (кварталы, общий контур города – б, в) и абстрактным значком (пунсон – г)

Отбор (исключение) **объектов** означает ограничение содержания карты только объектами, необходимыми с точки зрения ее назначения, масштаба и тематики, и снятие других, менее значимых объектов. Отбор всегда непосредственно связан с обобщением качественных и количественных характеристик. Он ведется в соответствии с укрупненными подразделениями легенды. При отборе пользуются двумя количественными показателями: цензами и нормами.

Ценз отбора – ограничительный параметр, указывающий величину или значимость объектов, сохраняемых при генерализации. Примеры цензов: «сохранить на карте леса, имеющие площадь более 10 км²», или «показать все реки длиной более 1 см в масштабе карты», или «оставить при генерализации все районные административные центры».

Норма отбора – показатель, определяющий принятую степень отбора, среднее на единицу площади значение объектов, сохраняемых при генерализации. Нормы отбора регулируют нагрузку карты. Норма задается, например, так: «показать в тундровых ландшафтах не более 80-100 озер на 1 дм² карты» (остальные исключить). Этот критерий всегда дифференцирован соответственно особенностям картографируемой территории. Скажем, при переходе от топографических карт масштаба 1:200 000 к картам масштаба 1:500 000 норма нагрузки населенными пунктами в густонаселенных районах составляет 1/3 (т.е. на генерализованной карте сохраняется только третья часть населенных пунктов), а в районах с очень редким расселением – показывают все населенные пункты.

Обобщение очертаний означает снятие мелких деталей изображения, отказ от небольших изгибов контуров, спрямление границ и т.п. Эта **геометрическая сторона генерализации** проявляется в сглаживании небольших извилин рек и береговых линий, исключении изгибов горизонталей, рисующих мелкие эрозионные врезы, упрощении геологических границ, характеризующих мелкую складчатость, и т.п. При этом, следят за тем, чтобы обобщение очертаний не было механическим, не сводилось к формальному сглаживанию. Генерализованное изображение непременно должно сохранять географически правдоподобный рисунок объекта, например морфологию побережья, особенности меандрирования рек, типы эрозионного расчленения, характер складчатости. Некоторые, даже очень небольшие, детали сохраняются, если они типичны для объекта. Фьорды очень типичны для скандинавского побережья, и их следует показывать даже в самых мелких масштабах.

Объединение контуров (выделов) – еще одно проявление геометрической стороны генерализации, связанное с группировкой, слиянием контуров. Выделы на карте объединяются, в результате обобщения качественных и количественных подразделений в легенде, а также вследствие слияния (соединения) нескольких мелких контуров в один крупный. Так,

отдельные небольшие ареалы месторождений какого-либо полезного ископаемого могут быть объединены в один ареал, мелкие участки леса – присоединены к крупному контуру и т.п.

Смещение элементов изображения связано обычно с обобщением очертаний и объединением контуров, при которых неизбежны небольшие сдвиги некоторых объектов относительно их истинного положения. Например, спрямление береговой линии и исключение мелких заливчиков приводит к тому, что некоторые прибрежные поселки оказываются как бы отодвинутыми от берега, тогда необходимо их сместить и «придвинуть» к морю. Смещение часто происходит при рисовке рельефа, когда укрупняют высоту сечения рельефа.

Утрирование, или показ объектов с преувеличением, означает, что на генерализованной карте оставляют некоторые особо важные со смысловой (содержательной) точки зрения объекты, которые из-за малых размеров или по условиям цензового отбора следовало бы исключить, и при этом даже несколько преувеличивают (утрируют) их. Примерами могут служить небольшие, но характерные излучины рек, мелкие озера в засушливых степях, редкие и небольшие по площади выходы изверженных геологических пород посреди поля осадочных отложений и т.п.

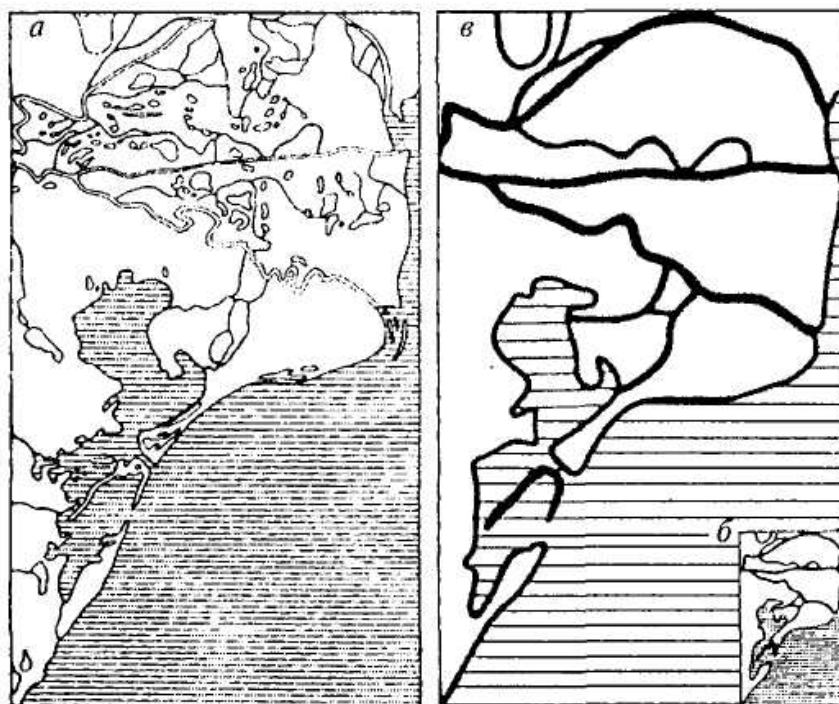


Рис. 89. Генерализация контуров дельты р. Дуная:
а – исходная карта масштаба 1: 5 00 000;
б – та же карта при уменьшении до масштаба 1:1 250 000;
в – увеличение генерализованного изображения, показывающее сочетание отбора и обобщения линейных элементов и других аспектов геометрической генерализации

Еще раз подчеркнем, что рассмотренные виды генерализации проявляются на картах не порознь, а совместно, они тесно переплетены и трудно отделимы один от другого. Генерализация содержательных аспектов (качественных и количественных) обычно влечет за собой изменение пространственных геометрических характеристик и наоборот. На рис. 89 показано, как в ходе генерализации дельты реки спрямлены очертания основного русла, исключены одни протоки и утрированы другие (возможно, судоходные), обобщены очертания кос и лиманов. Обобщение одних элементов влечет изменение других, и все это тесно взаимосвязано.

Контрольные вопросы

1. Какие разделы включены в картографическую семиотику? Что они изучают?
2. Что позволяет выполнить использование картографических условных знаков?
3. На какие группы подразделяются условные обозначения, применяемые на картах?
4. В чем заключается сущность картографической генерализации?
5. Назовите факторы генерализации. Для чего предназначен каждый из них?
6. Что представляют собой виды и формы картографической генерализации?
7. За счет чего происходит обобщение качественных характеристик?
8. В чем проявляется обобщение количественных характеристик?
9. Что означает отбор (исключение) объектов? Какими показателями пользуются при отборе?
10. Что означает обобщение очертаний? В чем проявляется эта геометрическая сторона генерализации?
11. Что означает утрирование или показ объектов с преувеличением на генерализованной карте?

Для изучения рельефа применяют все более «тонкие» методы математического моделирования, получая все более детальные аналитические карты, например карты горизонтальной и вертикальной кривизны поверхности, вторых производных, характеризующих скорость изменения уклонов, дисперсии высот и т.п. Возможности анализа практически бесконечны.

Необходимо иметь в виду, что понятие «аналитическая карта» в определенном смысле относительно. Скажем, карта дневных температур – несомненно, аналитическая карта по отношению к карте среднемесячных, а тем более – среднегодовых температур. Но и карту среднегодовых температур можно считать аналитической, если поставить ее в ряд с картами давления, осадков, испарения, преобладающих ветров – все они характеризуют лишь отдельные элементы климата.

Близки к аналитическим так называемые *частные*, или *отраслевые карты*. Они имеют узкую тематику, подробно показывают какую-либо отдельную отрасль. Чаще всего, говоря об отраслевых картах, имеют в виду социально-экономическую тематику, связанную с отдельными отраслями промышленного или сельскохозяйственного производства, например, отраслевыми принято считать карты машиностроения, текстильной, химической, пищевой и других отраслей промышленности.

8.2. Комплексные карты

Комплексные карты совмещают изображение нескольких элементов близкой тематики, набор характеристик (показателей) одного явлений. Например, на одной карте можно дать изобары и векторы преобладающих ветров, имея в виду, что ветры непосредственно связаны с полем атмосферного давления. На карте сельского хозяйства можно одновременно показать распаханность территории и урожайность пшеницы, на гидрологической карте – сток в речном бассейне и потенциальные энергоресурсы.

На рис. 91 приведена комплексная карта, на которой изображение внутригодового распределения речного стока и водоносности рек совмещено с характеристикой потенциальных ресурсов гидроэнергии. Каждая характеристика дается в своей системе показателей, но показ на одной карте двух, трех и более тем позволяет рассматривать их в комплексе, сопоставлять между собой, устанавливать закономерности размещения одного показателя относительно другого. В этом – главное достоинство комплексных карт.

Однако существуют и недостатки. Так, на одной карте трудно совместить изображение нескольких явлений так, чтобы они хорошо читались. Известно, например, что можно совместить две системы изолиний (одна дается с послойной окраской, другая – яркими цветными

линиями), но три системы изолиний уже не читаются. Аналогично можно дать на карте две картограммы (одну – цветовой шкалой, другую – штриховкой), дополнить карту значками, линиями движения, изображением ареалов и т.п., но при пяти-шести слоях комплексная карта становится перегруженной и теряет читаемость.

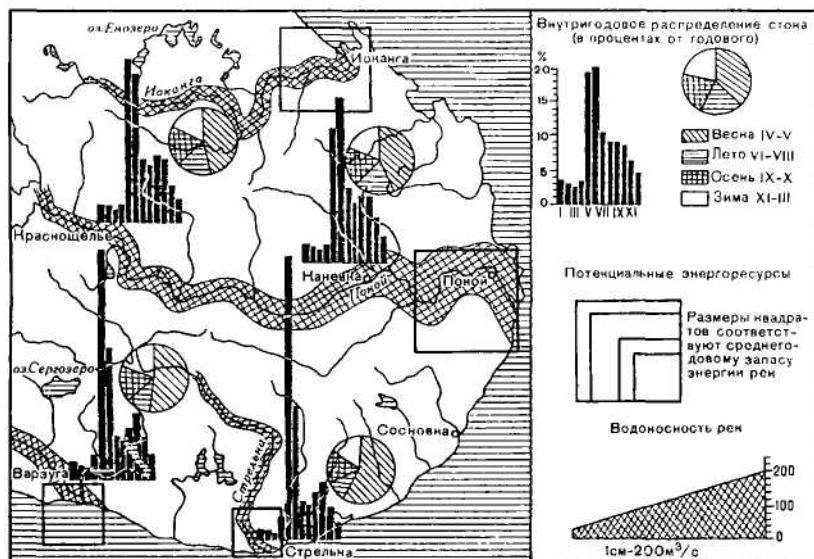


Рис. 91. Комплексная карта. Водоносность рек, распределение стока и потенциальные энергоресурсы восточной части Кольского полуострова

Хорошо известными примерами комплексных карт могут служить топографические карты, на которых совместно представлены рельеф, гидрография, растительность, почвы и грунты, населенные пункты, социально-экономические объекты, дорожная сеть, линии связи, административные границы – весь комплекс объектов, характеризующих местность. Другой пример комплексных карт – метеорологические карты, где на фоне изобар и линий атмосферных фронтов показаны метеозлементы: температура воздуха и почвы, влажность воздуха, направление и скорость ветра, количество и вид осадков, облачность и др. – в совокупности они отражают погодные условия.

8.3. Синтетические карты

Синтетические карты дают целостное изображение объекта или явления в единых интегральных показателях. Эти карты не содержат характеристик отдельных компонентов объекта, но дают о нем цельное представление. Например, синтетическая геоморфологическая карта отражает типы рельефа, но не дает информации о крутизне и экспозиции склонов, о степени расчленения. Точно так же карта типов климата характеризует его в целом, но было бы бесполезно искать на ней конкретные сведения о температуре, осадках, скорости ветра и т.п. **Чаще всего синтети-**

ческие карты отражают типологическое районирование территории по комплексу показателей. Таковы карты ландшафтные, инженерно-геологического, сельскохозяйственного районирования (рис. 92) и т.п.



Рис. 116. Синтетическая карта. Зоны

Синтетические карты обычно создают путем интеграции данных, отраженных в сериях аналитических карт. При небольшом числе синтезируемых показателей это можно делать вручную, но в более сложных случаях необходимо использовать методы математического моделирования. Наиболее употребительны модели факторного и компонентного анализов. Они предусматривают вычислительные процедуры, дающие компактное интегральное описание исследуемого явления на основе обработки больших массивов исходной информации.

Например, для создания синтетической инженерно-геологической карты в качестве исходных берут параметры, характеризующие геологическое строение, сейсмичность и устойчивость грунтов, степень их увлажнения в разных природных зонах, сложность рельефа (уклоны, проявления эрозии), климатические условия, лавиноопасность, наличие дорожно-строительных материалов, и многие другие – всего может быть взято до 20–30 параметров. Факторный анализ позволяет свести все их разнообразие к нескольким факторам, причем каждый исходный параметр входит в итоговую интегральную оценку с определенным весом (нагрузкой) в зависимости от силы его влияния специализации сельского хозяйства. В результате по комплексу ведущих факторов выделяют территории благоприятные, малоблагоприятные и неблагоприятные для строительства и реконструкции дорог. Эти интегральные данные и составляют содержание синтетической карты.

Отметим, что синтетические карты всегда имеют довольно подробные, порой даже громоздкие легенды. В пояснениях к интегральной оценке стараются отразить многие исходные параметры. Часто используют матричные легенды, обладающие большей информативностью.

Методы создания синтетических карт особенно усовершенствовались с внедрением геоинформационных систем (ГИС), оперирующих одновременно десятками слоев информации. ГИС включают специальные процедуры для синтеза данных. В частности, это дало импульс широкому развитию синтетического эколого-географического картографирования условий жизни населения на основе учета комплекса природных, экономических и социальных параметров. Возможно даже совмещение на одной карте нескольких синтетических показателей.

Процедуры моделирования синтетических карт имеют многие привлекательные стороны и определенные недостатки. С одной стороны, удобно получить по одной карте общее представление об объекте, не обращаясь к трудоемкому сопоставлению серий поэлементных карт, но с другой – читатель вынужден пользоваться готовыми выводами и не имеет возможности проверить методику расчетов, точность умозаключений, обоснованность выводов. Именно поэтому **синтетические карты**, являющиеся в значительной мере картами-выводами, **не следует использовать в отрыве от карт аналитических и комплексных.**

Иногда на одной и той же карте синтетическое изображение сочетается с аналитическими показателями. Например, на экономических картах сельскохозяйственное районирование дается в синтетическом обобщении, а отрасли промышленности представлены аналитически. Это так называемые **аналитико-синтетические карты.**

Необходимо иметь в виду, что есть разные ступени синтеза. Например, геоморфологическая карта является синтетической по отношению к картам

углов наклона и расчленения рельефа, но в то же время она может рассматриваться как аналитическая по отношению к карте природного районирования территории. Тут она стоит в ряду таких карт, как гидрологическая, почвенная, геоботаническая и др. То, что на одной ступени выступает как синтетическое изображение, на следующем, более высоком уровне становится «элементом» более сложной системы – так в картографировании проявляется диалектика процессов анализа–синтеза. Следует добавить, что степень синтеза всегда возрастает с уменьшением масштаба карты, с переходом от показа отдельных объектов к изображению собирательных понятий. Иначе говоря, **уровень синтеза находится в определенной зависимости от степени генерализации картографического изображения.**

Контрольные вопросы.

1. Какие виды географических карт вы знаете?
2. Что отображается на аналитических картах?
3. Почему отраслевые карты имеют в основном социально-экономическую тематику?
4. Что изображается на комплексных картах?
5. Отражают ли синтетические карты типологическое районирование территории по комплексу показателей? Если «да», то используются ли они в отрыве от карт аналитических и комплексных?
6. Относятся ли карты ландшафтные, инженерно-геологического, сельскохозяйственного районирования к синтетическим картам? Если «да», то почему?

9. ИСТОЧНИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАРТ И АТЛАСОВ

9.1. Виды источников

Картография обеспечивает своей продукцией многие отрасли хозяйства, науки, культуры, образования и другие сферы жизни общества. Сама же она для получения необходимых сведений использует многие *источники – разнообразные документы, по которым ведется составление карт.*

К источникам принадлежат:

- ◆ астрономо-геодезические данные;
- ◆ общегеографические и тематические карты;
- ◆ кадастровые данные, планы и карты;
- ◆ данные дистанционного зондирования;
- ◆ данные непосредственных натурных наблюдений и измерений;
- ◆ данные гидрометеорологических наблюдений;
- ◆ материалы экологического и других видов мониторинга;
- ◆ экономико-статистические данные;
- ◆ цифровые модели;
- ◆ результаты лабораторных анализов;
- ◆ литературные (текстовые) источники;
- ◆ теоретические и эмпирические закономерности.

В зависимости от тематики и назначения создаваемого картографического произведения одни из источников выступают как основные, а другие оказываются дополнительными и вспомогательными. Например, для карт экономико-географических основными источниками могут служить данные статистической отчетности, а фотогеологических – материалы полевой геологической съемки, аэро- и космические снимки.

Различают источники современные, отражающие нынешнее состояние картографируемого объекта, и старые, показывающие его прошлые состояния или ранние стадии изученности. В некоторых случаях ценны именно старые источники, например, когда речь идет об исторических картах, палеогеографических реконструкциях или о показе динамики явлений.

Кроме того, источники, привлекаемые для картографирования, подразделяют на первичные, полученные в ходе прямых измерений и наблюдений, и вторичные, являющиеся результатом обработки и преобразования первичных материалов. Естественно, что первичные и вторичные источники различаются по достоверности, точности, уровню обобщения, степени генерализации и другим характеристикам, которые привносятся в процессе обработки.

9.2. Астрономо-геодезические данные

К этому виду источников относят результаты астрономических наблюдений, гравиметрических измерений, данные триангуляции и трилатерации, полигонометрии, нивелирования на местности. Они необходимы, прежде всего, для создания координатной основы карт, т.е. сети пунктов, для которых определены плановое положение и высота относительно уровня моря, а также для вычисления фигуры Земли и расчета параметров земного эллипсоида.

Пункты геодезических сетей разного класса закрепляют на местности заложенными в землю центрами. Над ними возводят специальные опознавательные знаки – пирамиды или сигналы, укрепляют металлические или бетонные столбы.

В последние годы для создания геодезических сетей широко привлекаются **глобальные позиционирующие системы (ГПС)**. Их называют также **системами спутникового позиционирования**. Они основаны на использовании искусственных спутников, специально запущенных на очень высокие орбиты и постоянно посылающих на Землю радиосигналы. Спутники располагаются так, что часть из них всегда видна (или, лучше сказать, слышна) в любой точке земного шара в любое время суток. Их можно наблюдать так же, как звезды во время астрономо-геодезических измерений. ГПС позволяют определять координаты любой точки на местности автономно, без наземных геодезических измерений и прокладки ходов между пунктами триангуляции.

Изобретение ГПС ознаменовало революционное изменение всей системы геодезических измерений и открыло принципиально новые возможности информационного обеспечения картографирования. Производительность координатной привязки точек наблюдения на местности повышается в 10–15 раз, а главное – все измерения выполняются автономно, без постоянного обращения к сети триангуляции. Следовательно, можно значительно сократить сеть геодезических пирамид. Например, в России, где существует около 370 тыс. действующих пунктов геодезической сети, при введении ГПС достаточно сохранить примерно 20 тыс.

Астрономо-геодезические данные необходимы для привязки всех топографических и тематических съемок, а пункты геодезической сети – один из главных элементов математической основы карт.

9.3. Картографические источники

Общегеографические карты используют в качестве источников при составлении любых тематических карт. Они служат основой для нанесения тематического содержания. Топографические, обзорно-топографические и

обзорные карты – это надежные и достоверные источники, которые создают по государственным инструкциям, в стандартной системе условных знаков с определенными, строго фиксированными требованиями к точности.

Вся территория России покрыта топографическими картами масштабов 1:25 000 и мельче. На отдельные территории имеются карты более крупных масштабов. Другие, сравнительно небольшие по площади страны располагают картами значительно более крупных масштабов, например территория Великобритании целиком закартографирована в масштабе 1:2 500. Вся планета охвачена международными картами масштабов 1:1 000 000 (около 1000 листов) и 1:2 500 000 (262 листа).

Значение общегеографических карт не ограничивается использованием их для привязки тематического содержания. Они обеспечивают географическую достоверность картографирования, играя роль каркаса, относительно которого выполняют нанесение и последующую увязку тематического содержания составляемой карты, а также взаимное согласование карт разной тематики.

Тематические картографические материалы – основной источник для составления тематических карт. К ним относятся результаты полевых тематических съемок (крупномасштабные планы, схемы, абрисы, маршрутные и стационарные съемки и т.п.), собственно тематические карты разного масштаба и назначения, а также разного рода специальные материалы такие, как схемы землепользования, лесоустроительные планы и др.

Тематические карты крупных масштабов всегда служат источниками для создания мелкомасштабных карт, но особенно важно, что карты одной тематики часто используют при составлении карт смежной тематики. Так, при почвенном картографировании привлекают карты растительности и геоморфологические, при создании геоморфологических карт – геологические и тектонические, при составлении карт транспорта необходимы карты расселения и т.д. А для получения синтетических карт районирования и оценки территории в качестве источников часто используют серии карт разной тематики. Современное обилие тематических материалов ставит задачу оптимизации их выбора при создании любой карты, а это требует от картографа глубоких географических знаний.

Особый вид источников – **кадастровые карты и планы**. Они с документальной точностью отражают размещение, качественные и количественные характеристики явлений и природных ресурсов, дают их экономическую или социально-экономическую оценку, содержат рекомендации по рациональному использованию и охране природных ресурсов. Таковы карты кадастра земельного, городского, полезных ископаемых, лесного, водного, промыслового и др.

9.4. Данные дистанционного зондирования

Материалы дистанционного зондирования получают в результате неконтактной съемки с летательных воздушных и космических аппаратов, судов и подводных лодок, наземных станций. Некоторые виды дистанционного зондирования схематически изображены на рис. 93. Получаемые документы очень разнообразны по масштабу, разрешению, геометрическим, спектральным и иным свойствам. Все зависит от вида и высоты съемки, применяемой аппаратуры, а также от природных особенностей местности, атмосферных условий и т.п.

Главные качества дистанционных изображений, особенно полезные для составления карт, – это их высокая детальность, одновременный охват обширных пространств, возможность получения повторных снимков и изучения труднодоступных территорий. Благодаря этому данные дистанционного зондирования нашли в картографии разнообразное применение: их используют для составления и оперативного обновления топографических и тематических карт, картографирования малоизученных и труднодоступных районов (например, высокогорий). Наконец, аэро- и космические снимки служат источниками для создания общегеографических и тематических фотокарт.

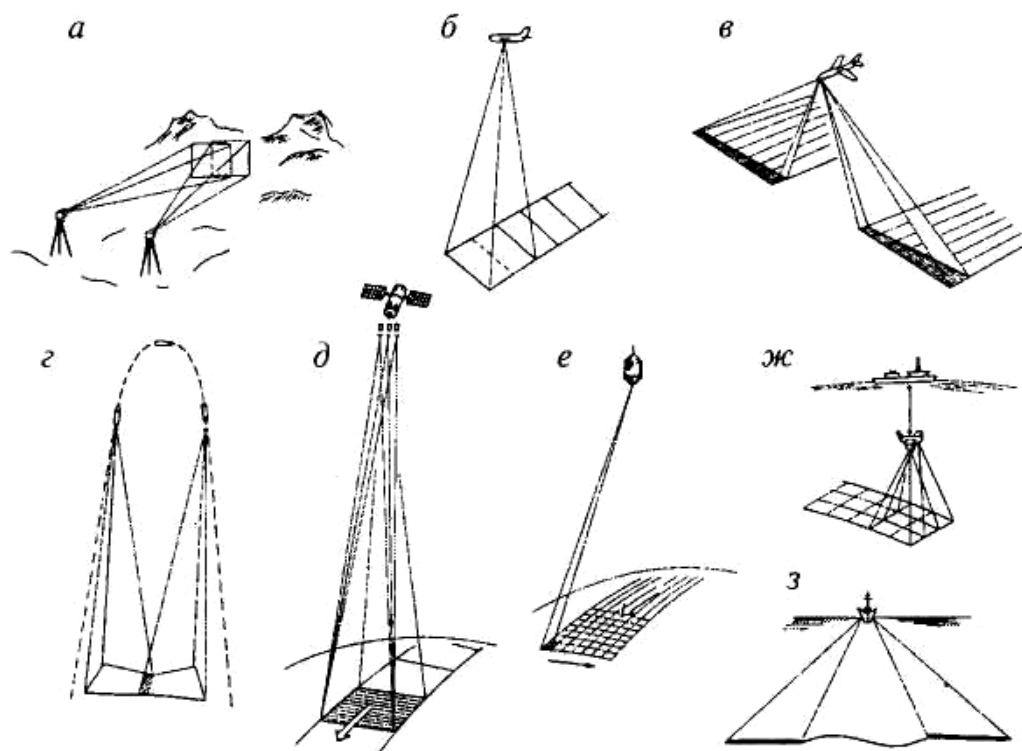


Рис. 93. Виды дистанционного зондирования:

- а – наземная фототеодолитная съемка; б – аэрофотосъемка;
- в – радиолокационная съемка бокового обзора; г – съемка с ракеты;
- д – видиконная космическая съемка; е – сканерная космическая съемка;
- ж – подводная фотосъемка; з – подводная гидролокация бокового обзора

Съемки ведут в видимой, ближней инфракрасной, тепловой инфракрасной, радиоволновой и ультрафиолетовой зонах спектра. При этом снимки могут быть черно-белыми зональными и панхроматическими, цветными, цветными спектрозональными и даже – для лучшей различимости некоторых объектов – ложно-цветными, т.е. выполненными в условных цветах. Следует отметить особые достоинства съемки в радиодиапазоне. Радиоволны, почти не поглощаясь, свободно проходят через облачность и туман. Ночная темнота тоже не помеха для съемки, она ведется при любой погоде и в любое время суток.

Фотографические снимки – это результат по кадровой регистрации собственного или отраженного излучения земных объектов на светочувствительную пленку. Аэрофотоснимки получают с самолетов, вертолетов, воздушных шаров, космические снимки – со спутников и космических кораблей, подводные – с подводных судов и барокамер, опускающихся на глубину, а наземные – с помощью фототеодолитов.

Кроме одиночных плановых снимков в качестве источников используют стереопары, монтажи, фотосхемы и фотопланы, панорамные снимки и фотопанорамы, фронтальные (вертикальные) фотоснимки и др.

В отличие от фотографических, **телевизионные снимки** и телепанорамы получают путем регистрации изображения на светочувствительных экранах передающих телевизионных камер (видиконов). Съемка с борта самолета или со спутника захватывает довольно большую полосу местности – шириной от 1 до 2 тыс. км в зависимости от высоты полета и технических характеристик съемочной системы. Выскоорбитальные спутники позволяют получать изображение всей планеты в целом и в режиме реального времени передавать его на наземные пункты приема дистанционной информации. Поэтому телевизионная съемка удобна для оперативного картографирования и слежения (мониторинга) за земными объектами и процессами. Однако по своему разрешению и величине геометрических искажений телевизионные изображения уступают фотоснимкам.

Телевизионные снимки бывают узко- и широкополосными, они охватывают разные зоны спектра, могут иметь разную развертку и т.п. Особый вид источников – фототелевизионные снимки, в которых детальность фотографий сочетается с оперативностью передачи изображений по телевизионным каналам.

Наиболее широко в картографировании используют **сканерные снимки**, полосы, «сцены», получаемые путем поэлементной и построчной регистрации излучения объектов земной поверхности. Само слово «сканирование» означает управляемое перемещение луча или пучка (светового, лазерного и др.) с целью последовательного обзора (осмотра) какого-либо участка.

В ходе съемки с самолета или спутника сканирующее устройство (качающееся зеркало или призма) последовательно, полоса за полосой, просматривает местность поперек направления движения носителя. Отраженный сигнал поступает на точечный фотоприемник, и в результате получаются снимки с полосчатой или строчной структурой, причем строки состоят из небольших элементов – пикселей. Каждый из них отражает суммарную усредненную яркость небольшого участка местности, так что детали внутри пикселя неразличимы. Пиксел – это элементарная ячейка сканерного изображения.

При полете, съемка ведется постоянно, и поэтому сканирование охватывает широкую непрерывную полосу (или ленту) местности. Отдельные участки полосы называют сценами. В целом сканерные изображения уступают по качеству кадровым фотографическим снимкам, однако оперативное получение изображений в цифровой форме имеет громадное преимущество перед другими видами съемки.

Существует ряд модификаций сканерной съемки, дающих изображения с иными геометрическими и радиометрическими свойствами. Так, сканирующие устройства с линейками полупроводниковых приемников обеспечивают съемку сразу целой строки, причем она получается в проекции, близкой к центральной, что существенно уменьшает геометрические искажения. На этом принципе основана съемка с помощью многоэлементных линейных и матричных приемников излучения (приборов с зарядовой связью – ПЗС). Они дают возможность получать по каналам радиосвязи снимки очень высокого разрешения на местности – до нескольких метров.

Для картографирования обширных территорий используют монтажи сканерных снимков и даже особые сканерные «фотопортреты», которые передают облик крупных участков планеты, материков и стран так, как они видны из космоса.

Радиолокационные снимки получают со спутников и самолетов, а **гидролокационные снимки** – при подводной съемке дна озер, морей и океанов. Бортовые радиолокаторы бокового обзора, установленные на аэро-, космических и подводных носителях, ведут съемку по правому и левому бортам перпендикулярно к направлению движения носителя.

Благодаря боковому обзору на снимках прекрасно проявляется рельеф местности, отчетливо читаются детали его расчленения, характер шероховатости. При съемке океанов хорошо видно волнение водной поверхности. Радиолокация позволила впервые подробно картографировать рельеф далеких планет.

Среди новых видов локационных изображений отметим снимки, получаемые в ультрафиолетовом и видимом диапазонах с помощью лазерных локаторов – лидаров. Непрерывное техническое совершенствование сканерных и локационных систем, множественность съемочных

диапазонов, возможности их широкого комбинирования – все это создает поистине неисчерпаемое разнообразие источников для тематического картографирования.

Особое значение для картографирования имеет **многозональная съемка**. Суть ее в том, что одна и та же территория (или акватория) одновременно фотографируется или сканируется в нескольких сравнительно узких зонах спектра. Комбинируя зональные снимки, можно получать так называемые **синтезированные изображения**, на которых наилучшим образом проявлены те или иные объекты. Например, подбирая разные сочетания, можно добиться наилучшего изображения водных объектов, геологических отложений определенного минералогического состава, разных пород леса, сельскохозяйственных угодий под теми или иными культурами и т.п. Поэтому материалы многозональной съемки – ценнейший источник, в особенности для составления тематических карт.

Контрольные вопросы

1. Какие виды источников используются для создания карт и атласов?
2. Как используются астрономо-геодезические данные для создания карт и атласов?
3. Как используются данные непосредственных натурных наблюдений и измерений?
4. Почему тематические картографические материалы являются основным источником для составления тематических карт?
5. Почему общегеографические карты используют в качестве источников при составлении тематических карт?

10. КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

10.1. Географические информационные системы

В конце XX в. благодаря активной автоматизации и компьютеризации картография стала держательницей и распорядительницей огромных массивов информации о важнейших аспектах существования, взаимодействия и функционирования природы и общества. Информатизация проникла во все сферы науки и практики – от школьного образования до высокой государственной политики.

В науках о Земле на базе информационных технологий созданы географические информационные системы (ГИС) – особые аппаратно-программные комплексы, обеспечивающие сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных. Одна из основных функций ГИС – создание и использование компьютерных (электронных) карт, атласов и других картографических произведений.

Первые ГИС были созданы в Канаде, США и Швеции для изучения природных ресурсов в середине 1960-х годов, а сейчас в промышленно развитых странах существуют тысячи ГИС, используемых в экономике, политике, экологии, управлении и охране природных ресурсов, кадастре, науке, образовании и т.д. Они интегрируют картографическую информацию, данные дистанционного зондирования и экологического мониторинга, статистику и переписи, гидрометеорологические наблюдения, экспедиционные материалы, результаты бурения и др.

В создании ГИС участвуют многие международные организации (ООН, ЮНЕСКО, Программа по окружающей среде и др.), правительственные учреждения, министерства и ведомства, картографические, геологические и земельные службы, частные фирмы, научно-исследовательские институты и университеты. На разработку ГИС затрачивают значительные финансовые средства, в деле участвуют целые отрасли промышленности, создается разветвленная геоинформационная инфраструктура. Во многих странах образованы национальные и региональные органы, в задачи которых входит развитие ГИС и автоматизированного картографирования, а также определение государственной политики в области геоинформатики.

В государственных программах России много внимания уделяется развитию геоинформационных технологий для картографирования, а также созданию ГИС разного ранга и назначения для целей управления. В крупнейших городах России – Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Новосибирске, Иркутске и Хабаровске – созданы центры геоинформации. К ним привязывают местные ГИС и центры сбора аэрокосмических дан-

ных. В единую ГИС-инфраструктуру России постепенно включают базы и банки данных научных институтов и университетов.

Принято различать следующие территориальные уровни ГИС и соответствующие им масштабы (табл. 16).

Таблица 16

Территориальные уровни ГИС

Вид ГИС	Охват территории	Масштабы
Глобальные	$5 \times 10^8 \text{ км}^2$	1:1 000 000-1:100 000 000
Национальные	$10^4\text{-}10^7 \text{ км}^2$	1:1 000 000-1:10 000 000
Региональные	$10^3\text{-}10^5 \text{ км}^2$	1:100 000-1:2 500 000
Муниципальные	10^3 км^2	1:1 000-1:50 000
Локальные (заповедники, национальные парки и др.)	$10^2\text{-}10^3 \text{ км}^2$	1:1000-1:100 000

ГИС подразделяют и по проблемной ориентации (тематике). Созданы специализированные земельные информационные системы (ЗИС), кадастровые (КИС), экологические (ЭГИС), учебные, морские и многие иные системы. Одни из наиболее распространенных в географии – ГИС ресурсного типа. Они создаются на основе обширных и разнообразных по тематике информационных массивов и предназначены для инвентаризации, оценки, охраны и рационального использования ресурсов, прогноза результатов их эксплуатации.

10.2. Подсистемы ГИС

К обязательным признакам ГИС относятся:

- ◆ географическая (пространственная) привязка данных;
- ◆ генерирование новой информации на основе синтеза имеющихся данных;
- ◆ отражение пространственно-временных связей объектов;
- ◆ обеспечение принятия решений;
- ◆ возможность оперативного обновления баз данных за счет вновь поступающей информации.

Структуру ГИС обычно представляют как набор информационных слоев (рис. 94). К примеру, базовый слой содержит данные о рельефе, затем следуют слои гидрографии, дорожной сети, населенных пунктов, почв, растительного покрова, распространения загрязняющих веществ и т.д. Условно эти слои можно рассматривать в виде «этажерки», на каждой

полочке которой хранится карта или цифровая информация по определенной теме.

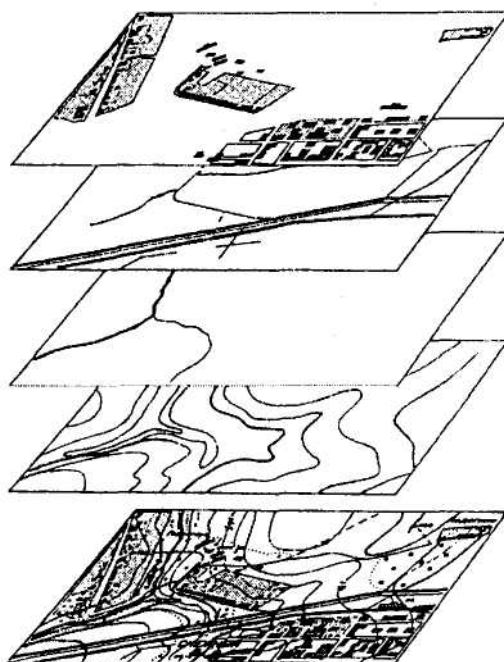


Рис. 94. Принцип расположения информационных слоев в географической информационной системе

В процессе решения поставленных задач слои анализируют по отдельности или совместно в разных комбинациях, выполняют их взаимное наложение (оверлей) и районирование, рассчитывают корреляции и т.п. По данным о рельефе можно построить производный слой углов наклона местности, по данным о дорожной сети и населенных пунктах – рассчитать степень обеспеченности территории дорожной сетью и сформировать новый слой.

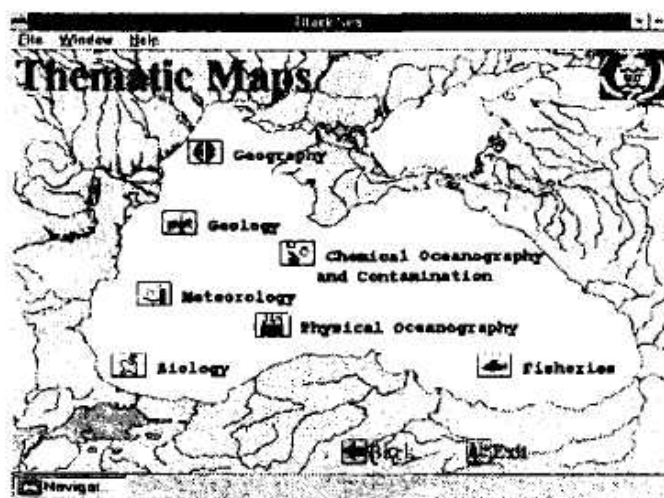


Рис. 95. Экран «Тематические карты» ГИС-Черное море

На рис. 95 представлен экран, показывающий в качестве примера тематику разделов ГИС–Черное море – международной системы, созданной для принятия решений по охране ресурсов Черноморского бассейна. На экране видны кнопки («иконки»), при нажатии которых открываются соответствующие наборы тематических карт: география, геология, химическая океанография и загрязнение вод, метеорология, физическая океанография, биология, рыбные ресурсы. Нажатие любой кнопки на экране вызывает соответствующий тематический раздел. Затем с помощью меню в этом разделе выбирают нужные карты и анализируют их порознь или совместно, сопоставляют друг с другом, вычисляют количественные параметры в любой точке акватории. Можно получать данные и для какого-либо одного заданного пункта по всем слоям сразу. Кроме того, есть возможность строить производные слои, например, вычислять температурные градиенты или составлять корреляционные карты. На рис. 96 проиллюстрирован расчет скользящего показателя связи по двум картам Черного моря: солёности и температуры поверхностного слоя – для одного и того же срока (март). В результате построена карта изокоррелят. На карте видны поля положительных корреляций в западной и северо-западной частях акватории и значительные отрицательные корреляции в восточной части. При создании ГИС главное внимание всегда уделяют выбору географической основы и базовой карты, которая служит каркасом для последующей привязки, совмещения и координирования всех данных, поступающих в ГИС, для взаимного согласования информационных слоев и последующего анализа с применением оверлея. В зависимости от тематики и проблемной ориентации ГИС в качестве базовых могут быть избраны:

- ◆ карты административно-территориального деления;
- ◆ топографические и общегеографические карты;
- ◆ кадастровые карты и планы;
- ◆ фотокарты и фотопортреты местности;
- ◆ ландшафтные карты;
- ◆ карты природного районирования и схемы природных контуров;
- ◆ карты использования земель.

Возможны и комбинации указанных основ, например ландшафтных карт с топографическими или фотокарт с картами использования земель и т.п. В каждом конкретном случае выбор и дополнительная подготовка базовой карты (например, ее разгрузка или нанесение дополнительной информации) составляют центральную задачу этапа географо-картографического обоснования ГИС.

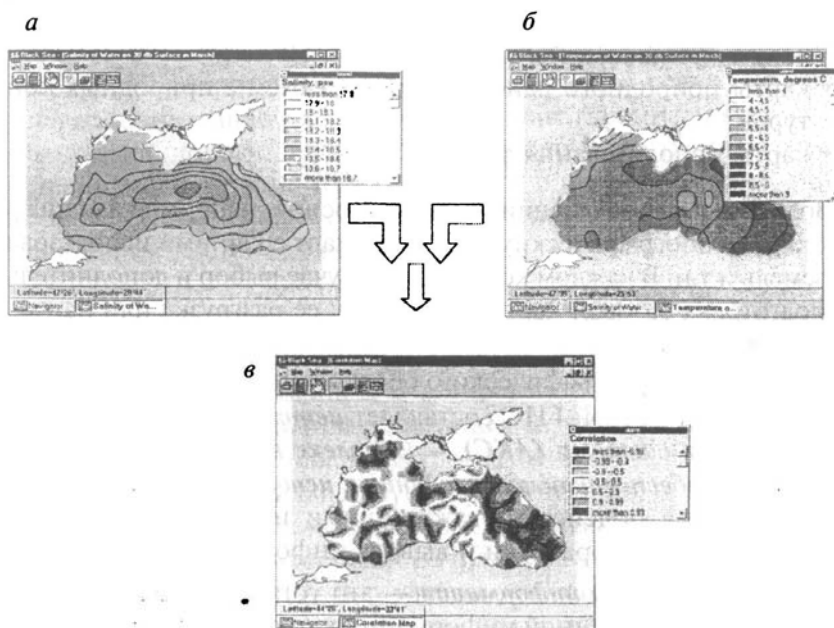


Рис. 96. Картографирование пространственных корреляций с помощью ГИС: а и б – исходные карты солености и температуры поверхностных вод Черного моря; в – карта изокоррелят.

Сердцевину всякой ГИС составляет **автоматизированная картографическая система (АКС)** – комплекс приборов и программных средств, обеспечивающих создание и использование карт. АКС состоит из ряда подсистем, важнейшими из которых являются подсистемы ввода, обработки и вывода информации (рис. 97).



Рис. 97. Структура ГИС

Подсистема ввода информации – это устройства для преобразования пространственной информации в цифровую форму и ввода ее в память компьютера или в базу данных. Для цифрования применяют **цифрователи** (дигитайзеры) и **сканеры**. С помощью цифрователей на исходной карте прослеживают и обводят контуры и другие обозначения, а в память компьютера при этом поступают текущие координаты этих контуров и линий в цифровой форме. Сам процесс прослеживания оператор выполняет

вручную, с чем связаны большая трудоемкость работ и возникновение погрешностей при обводе линий. Сканеры же осуществляют автоматическое считывание информации последовательно по всему полю карты, строка за строкой. Сама карта размещается на планшете или на барабане. Сканирование выполняется быстро и точно, но приходится дополнительно разделять (распознавать) оцифрованные элементы: реки, дороги, другие контуры и т.п. Качественные и количественные характеристики цифруемых объектов, а также статистические данные вводят с клавиатуры компьютера. Вся цифровая информация поступает в базы данных.

Базы данных – упорядоченные массивы данных по какой-либо теме (темам), представленные в цифровой форме, например базы данных о рельефе, населенных пунктах, базы геологической или экологической информации. Формирование баз данных, доступ и работу с ними обеспечивает **система управления базами данных (СУБД)**, которая позволяет быстро находить требуемую информацию и проводить ее дальнейшую обработку. Если базы данных размещены на нескольких компьютерах (например, в разных учреждениях или даже в разных городах и странах), то их называют **распределенными базами данных**. Это удобно, так как каждая организация формирует свой массив, следит за ним и поддерживает на уровне современности. Совокупности баз данных и средств управления ими образуют **банки данных**. Распределенные базы и банки данных соединяют компьютерными сетями, и доступ к ним (запросы, поиск, чтение, обновление) осуществляется под единым управлением.

Подсистема обработки информации состоит из самого компьютера, системы управления и программного обеспечения. Созданы сотни разнообразных специализированных программ (пакетов программ), которые позволяют выбирать нужную проекцию, приемы генерализации и способы изображения, строить карты, совмещать их друг с другом, визуализировать и выводить на печать. Программные комплексы способны выполнять и более сложные работы: проводить анализ территории, дешифровать снимки и классифицировать картографируемые объекты, моделировать процессы, сопоставлять, оценивать альтернативные варианты и выбирать оптимальный путь решения. А современные «интеллектуальные» программы моделируют даже некоторые процессы человеческого мышления.

Большая часть подсистем обработки информации работают в диалоговом (интерактивном) режиме, в ходе которого идет непосредственный двусторонний обмен информацией между картографом и компьютером.

Подсистема вывода (выдачи) информации – комплекс устройств для визуализации обработанной информации в картографической форме. Это **экраны (дисплеи)**, **печатающие устройства (принтеры)** различной конструкции, **чертежные автоматы (плоттеры)** и др. С их помощью быстро выводят результаты картографирования и варианты решений в той

форме, которая удобна пользователю. Это могут быть не только карты, но и тексты, графики, трехмерные модели, таблицы, однако если речь идет о пространственной информации, то чаще всего она дается в картографической форме, наиболее привычной и легко обозримой.

Все подсистемы, входящие в автоматические картографические системы, входят также и в ГИС. В состав картографической ГИС производственного назначения включают еще и **подсистему издания карт**, которая позволяет изготавливать печатные формы и печатать тиражи карт. Если тираж небольшой, что обычно при выполнении научных исследований, то используют настольные картографические издательские системы.

ГИС, ориентированные на работу с аэрокосмической информацией, включают специализированную **подсистему обработки изображений**. В этом случае программное обеспечение позволяет выполнять различные операции со снимками: проводить их коррекцию, преобразование, улучшение, автоматическое распознавание и дешифрирование, классификацию и др.

Особую подсистему в высокоразвитых ГИС может составлять **база знаний**, т.е. совокупность формализованных знаний, логических правил и программных средств для решения задач определенного типа (например, для проведения границ или районирования территории). Базы знаний помогают диагностировать состояние геосистем, предлагать варианты решения проблемных ситуаций, давать прогноз развития. В базах знаний реализуются некоторые принципы функционирования искусственного интеллекта.

10.3. Геоинформационное картографирование

Геоинформационное картографирование – это автоматизированное создание и использование карт на основе ГИС и баз картографических данных и знаний. Суть геоинформационного картографирования составляет информационно-картографическое моделирование геосистем.

Геоинформационное картографирование может быть отраслевым и комплексным, аналитическим и синтетическим. В соответствии с принятыми классификациями выделяют виды и типы картографирования (например, социально-экономическое, экологическое или инвентаризационное, оценочное геоинформационное картографирование и т.п.).

Данное направление интегрировало ряд отраслей картографии, подняв их на более высокий технологический уровень. Его истоки прослеживаются в комплексном, потом в синтетическом и оценочно-прогнозном картографировании. Следующим шагом стало развитие системного картографирования, при котором внимание сосредоточивается на целостном отображении геосистем и их элементов (подгеосистем), иерархии, взаимосвязей, динамики, функционирования. Это потребовало основательной

опоры на математические методы и автоматизированные технологии и создания автоматических картографических систем и ГИС. **Геоинформационное картографирование возникло и развивается как прямое продолжение комплексного, синтетического и далее – системного картографирования в новой геоинформационной среде.**

Среди характерных черт этого вида картографирования наиболее важны следующие:

- ♦ высокая степень автоматизации, опора на базы цифровых картографических данных и базы географических (геологических, экологических и др.) знаний;
- ♦ системный подход к отображению и анализу геосистем;
- ♦ интерактивность картографирования, тесное сочетание методов создания и использования карт;
- ♦ оперативность, приближающаяся к реальному времени, в том числе с широким использованием данных дистанционного зондирования;
- ♦ многовариантность, допускающая разностороннюю оценку ситуаций и спектр альтернативных решений;
- ♦ многосредность (мультимедийность), позволяющая сочетать иконические, текстовые, звуковые отображения;
- ♦ применение компьютерного дизайна и новых графических изобразительных средств;
- ♦ создание изображений новых видов и типов (электронные карты, 3-мерные компьютерные модели и анимации и др.);
- ♦ преимущественно проблемно-практическая ориентация картографирования, нацеленная на обеспечение принятия решений.

Геоинформационное картографирование – программно-управляемое картографирование. Оно аккумулирует достижения дистанционного зондирования, космического картографирования, картографического метода исследования и математико-картографического моделирования.

В своем развитии геоинформационное картографирование использует опыт комплексных географических исследований и системного тематического картографирования. Благодаря этому в конце XX в. геоинформационное картографирование стало одним из магистральных направлений развития картографической науки и производства.

Контрольные вопросы

1. Почему создание и использование компьютерных (электронных) карт, атласов и других картографических произведений является одной из основных функций ГИС?
2. Как подразделяют ГИС по тематике (проблемной ориентации)?
3. Что относится к обязательным признакам ГИС?

4. Какие карты в зависимости от тематики ГИС могут быть избраны в качестве базовых?

5. Что представляет собой автоматизированная картографическая система?

6. Назовите виды геоинформационного картографирования.

7. Назовите характерные черты геоинформационного картографирования.

8. Включает ли геоинформационное картографирование достижения дистанционного зондирования, космического картографирования, картографического метода исследования и математико-картографического моделирования?

11. ОРИЕНТИРОВАНИЕ НА МЕСТНОСТИ ПО КАРТЕ

11.1. Карта – основное средство ориентирования на местности

Топографическая карта – надежный путеводитель по незнакомой местности. По ней можно быстро и точно определить свое местоположение и уверенно выдержать заданный или намеченный маршрут движения.

Ориентирование по карте путем сличения ее с местностью в настоящее время является основным способом ориентирования. Оборудование специальных машин МЧС навигационной аппаратурой не умаляет значения карты. Эта аппаратура лишь частично автоматизирует процесс ориентирования на местности по карте.

При ориентировании на местности руководители подразделений МЧС обычно пользуются топографическими картами масштаба 1:10000, 1:25000, 1:50000.

Ориентирование по карте включает ориентирование карты, сличение ее с местностью с использованием ближайших ориентиров и определение своего местоположения (точки стояния). После этого карту сличают с местностью, используя удаленные ориентиры, и убеждаются в правильности ориентирования на местности. Все эти действия взаимосвязаны и выполняются обычно без разделения вначале приближенно, а затем более точно различными приемами в зависимости от условий местности и видимости.

При обучении ориентированию по карте вначале полезно освоить приемы ее ориентирования и опознавания на ней ближайших местных предметов и форм рельефа, затем приемы определения точки стояния и лишь после этого приступить к приемам детального сличения карты с местностью, т.е. к опознаванию на ней удаленных местных предметов и форм рельефа.

11.2. Ориентирование карты

Ориентировать карту – это значит расположить ее в горизонтальной плоскости так, чтобы северная (верхняя) сторона рамки карты была обращена на север. При таком положении карты расположение местных предметов и форм рельефа на местности будет соответствовать расположению их условных знаков на карте.

Ориентирование карты может быть выполнено по линейному ориентиру или направлению на ориентир, когда на карте заранее известно свое местоположение (точка стояния). Если точка стояния неизвестна, карту ориентируют по сторонам горизонта.

По линейному ориентиру карта может быть ориентирована приближенно или точно.

Для приближенного ориентирования достаточно повернуть карту так, чтобы мысленно проведенное от точки стояния направление вдоль условного знака линейного ориентира на карте, например, дороги, совпало с направлением этого ориентира на местности. Приближенное ориентирование карты выполняют чаще всего при сличении карты с местностью в движении и контроле за прохождением заранее намеченных ориентиров – перекрестков и развилок дорог, мостов, населенных пунктов и других характерных объектов. Свое местоположение на карте в таком случае определяют также приближенно на глаз (рис. 98).

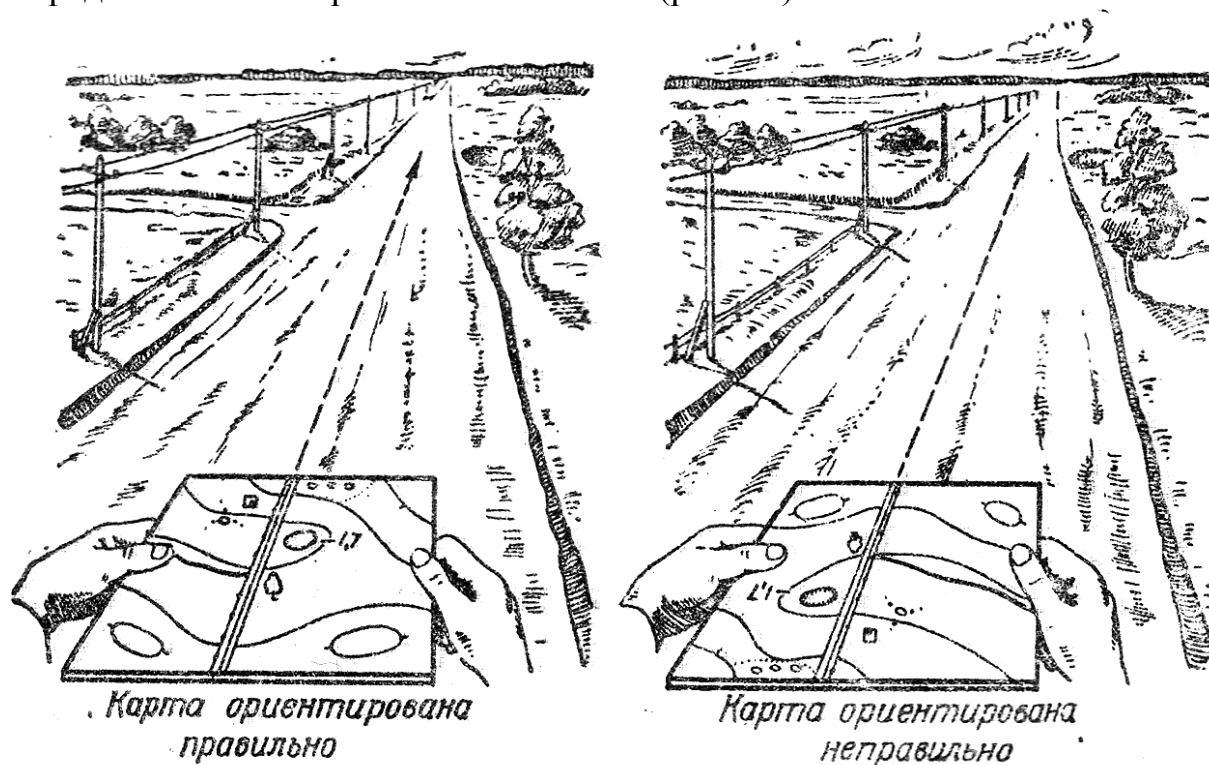


Рис. 98. Ориентирование карты по линейному ориентиру

Для точного ориентирования карты используют визирную линейку или карандаш. Приложив линейку к условному знаку линейного ориентира, например, дороги, совмещают ее направление с направлением этого ориентира на местности. Затем проверяют, все ли местные предметы и формы рельефа, расположенные на местности справа и слева от дороги, имеют такое же расположение на карте. Если это условие выполнено, карта ориентирована правильно.

По направлению на ориентир карту ориентируют так же, как и по линейному ориентиру. Отличие состоит лишь в том, что вместо линейного ориентира используют направление от точки стояния на какой-либо удаленный местный предмет (отдельное дерево, мост, ретранслятор, т.е. точечный ориентир), надежно опознанный на местности и на карте.

При приближенном ориентировании карты этим приемом ее поворачивают в горизонтальном положении так, чтобы мысленно проведенное на

карте направление от точки стояния на условный знак местного предмета примерно совпало с этим направлением на местности.

Точное ориентирование карты по направлению на удаленный местный предмет (ориентир) выполняют с помощью визирной линейки или карандаша (рис. 99). Линейку прикладывают на карте боковой гранью к точке стояния (отдельный камень) и условному знаку того же предмета, по направлению на который ориентируют карту (железнодорожный мост). Затем поворачивают карту в горизонтальном положении так, чтобы предмет на местности оказался на линии визирования. В таком положении карта будет ориентирована точно.

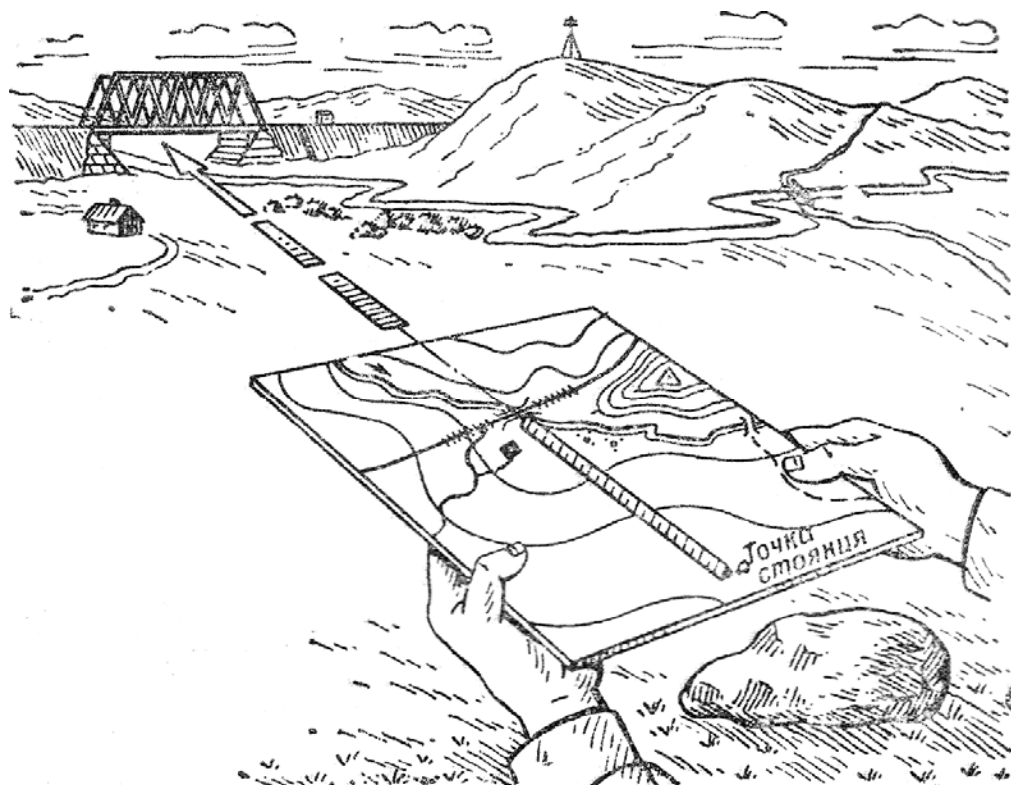


Рис. 99. Ориентирование карты по направлению на ориентир

По компасу карту ориентируют, когда не определено свое местоположение на ней или с точки стояния не видно ориентиров.

При приближенном ориентировании карты по компасу вначале определяют направление на север, замечают в этом направлении какой-либо ориентир и затем поворачивают карту так, чтобы верхняя (северная) сторона рамки карты была обращена в направлении ориентира.

При точном ориентировании карты по компасу вначале указатель отсчета компаса устанавливают против деления шкалы, равного поправке направления. Затем устанавливают компас на любую вертикальную линию координатной сетки так, чтобы с ней совпадали верхний и нижний указатели отсчетов компаса, а нулевой отсчет был направлен к северной

стороне рамки карты. Не меняя положения компаса после этого, карту поворачивают в горизонтальной плоскости до тех пор, пока северный конец магнитной стрелки не установится против отсчета, который был предварительно установлен на шкале.

Если компас прикладывается к боковой (восточной или западной) рамке карты, то предварительно на шкале компаса устанавливается отсчет, равный магнитному склонению для данного листа карты.

Если поправка направления (магнитное склонение) положительная (восточная), указатель отсчета устанавливают вправо от нулевого деления шкалы, а если отрицательная (западная) – влево.

В том случае, когда поправка направления (магнитное склонение) меньше 3° , т.е. равна цене деления шкалы компаса, она при ориентировании карты не учитывается.

По небесным светилам (Солнцу, Полярной звезде, Луне) карту ориентируют приближенно. Вначале определяют по небесным светилам направление на север и замечают в этом направлении какой-нибудь ориентир. Затем поворачивают карту так, чтобы ее верхняя (северная) рамка была обращена в сторону этого ориентира.

11.3. Сличение карты с местностью

При ориентировании и работе с картой в полевых условиях постоянно приходится сличать ее с местностью, т.е. находить на карте изображения окружающих местных предметов и форм рельефа и, наоборот, опознавать на местности объекты, показанные на карте.

Сличая карту с местностью, можно точно определить свое местоположение, быстро и подробно изучить местность, выявить происшедшие на ней изменения по сравнению с картой, уточнить расположение наблюдаемых целей, ориентиров и других важных объектов, а при необходимости и определить направления на объекты, изображенные на карте, но невидимые с точки стояния.

Карту сличают с местностью обычно в такой последовательности.

Вначале после приближенного ориентирования карты находят на ней изображения близко расположенных и хорошо видимых на местности объектов. По ним определяют свое местоположение (точку стояния). Затем точно ориентируют карту и опознают на ней и местности удаленные объекты. При осмотре местности карту все время держат перед собой в ориентированном положении.

Для нахождения на карте условного знака объекта, видимого на местности, мысленно или по линейке проводят на ориентированной карте линию с точки стояния на объект местности, измеряют до него расстояние и откладывают это расстояние в масштабе карты по линии. Затем находят

условный знак видимого объекта или убеждаются в том, что этот объект на карте не показан.

При действиях на машине, оборудованной угломером, изображение на карте удаленного объекта определяют путем измерения угла между ранее опознанным и опознаваемым объектами. Измеренный угол откладывают на карте, прочерчивают прямую линию в направлении на опознаваемый объект. На этой линии откладывают измеренное до объекта расстояние и находят его местоположение.

Нахождение на местности объекта, изображенного на карте, выполняют в таком порядке.

Вначале находят точку своего стояния и определяют по карте расстояние до отыскиваемого объекта. Затем прикладывают к точке стояния и условному знаку отыскиваемого объекта линейку, точно ориентируют карту, визируют вдоль линейки и, учитывая расстояние до объекта, отыскивают его на местности.

11.4. Определение по карте точки стояния

Точка стояния может быть определена на карте различными способами: по ближайшим ориентирам на глаз, промером расстояния, по направлению на ориентир и расстоянию до него, по створу и засечкой. Способ определения точки стояния выбирается с учетом имеющегося времени, условий обстановки и требуемой точности.

Определение своего местоположения **по ближайшим ориентирам на глаз**. Это наиболее распространенный способ. На ориентированной карте опознают один-два местных предмета, видимых на местности, затем определяют глазомерно свое местоположение относительно этих предметов по направлениям и расстояниям до них и намечают на карте точку своего стояния (рис. 100).

Если точка стояния на местности находится рядом с каким-либо местным предметом, изображенным на карте, то местоположение условного знака этого предмета будет совпадать с искомой точкой стояния.

Промером расстояния. Этот способ чаще всего применяется при движении по линейному ориентиру или вдоль него (по дороге, просеке и т.п.), а также при движении по азимутам. На исходном пункте записывают отсчет по спидометру и начинают движение. При определении своего местоположения следует на карте отложить расстояние, пройденное от исходного пункта до точки остановки. Если движение совершается в пешем порядке, пройденное расстояние определяют шагами или по времени движения.

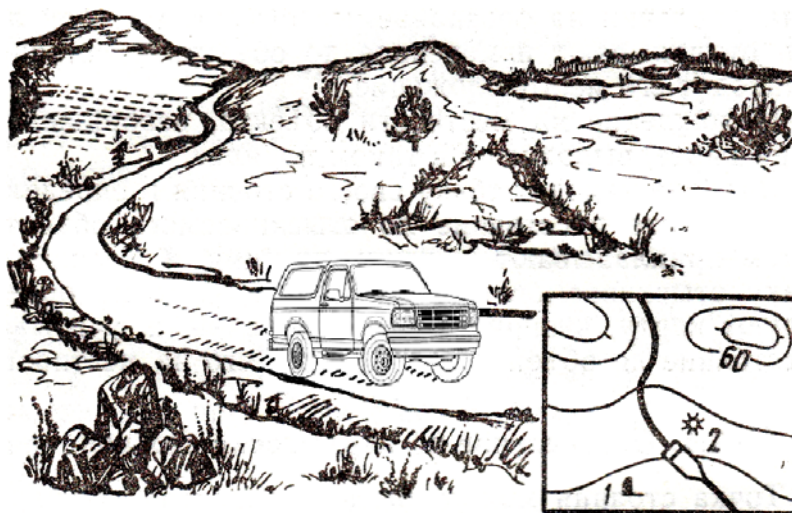


Рис. 100. Определение точки стояния по ближайшим ориентирам

По направлению на ориентир и расстоянию до него точка стояния может быть определена, если на местности и на карте опознан лишь один ориентир. В этом случае на ориентированной карте к условному знаку опознанного ориентира прикладывают линейку, визируют ее на ориентир на местности, по краю линейки прочерчивают прямую линию и откладывают на ней расстояние до ориентира. Полученная на линии визирования точка и будет искомой точкой стояния.

По створу. Створом называется прямая линия, проходящая через точку стояния и две другие характерные точки местности (ориентиры).

Если машина находится на линии створа, ее местоположение на карте может быть определено:

по створу и линейному ориентиру (рис. 101). Находясь на линейном ориентире и в створе с двумя другими местными предметами, достаточно прочертить на карте прямую через условные знаки местных предметов, в створе с которыми находится точка стояния на местности, до пересечения с линейным ориентиром (дорогой). Точка пересечения, линии створа с дорогой и будет искомой точкой стояния;

по створу и боковому ориентиру. В приведенном на рис. 102 примере створом служит направление улицы населенного пункта. Для определения точки стояния ориентируют карту по линии створа, а затем, приложив линейку к боковому ориентиру (отдельное дерево), визируют на него и прочерчивают прямую до пересечения с линией створа. На пересечении линии створа с линией визирования на ориентир и будет находиться точка стояния;

по измеренному расстоянию. На карте прочерчивают линию створа. Затем определяют расстояние до ближайшего ориентира, находящегося на линии створа, и откладывают это расстояние на прочерченной прямой (от ориентира на себя). Полученная на прямой точка будет точкой стояния.

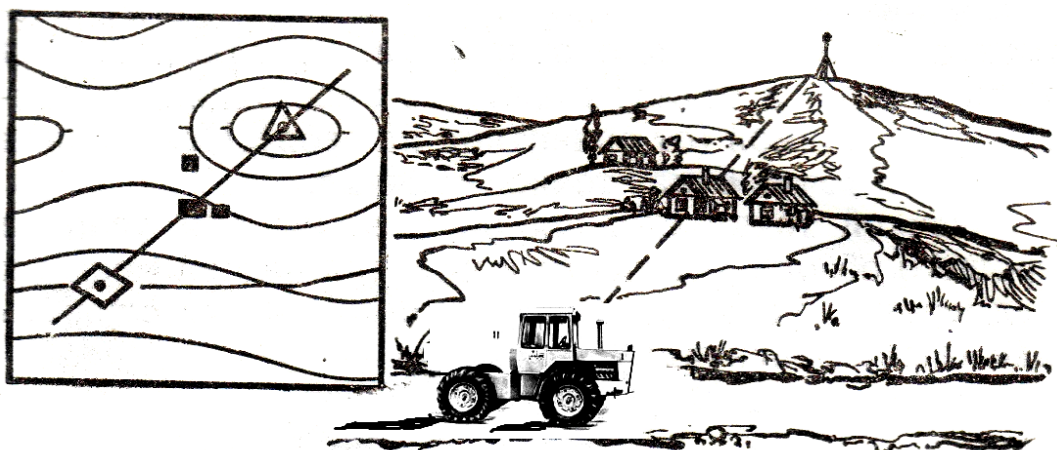


Рис. 101. Определение точки стояния по створу и линейному ориентиру

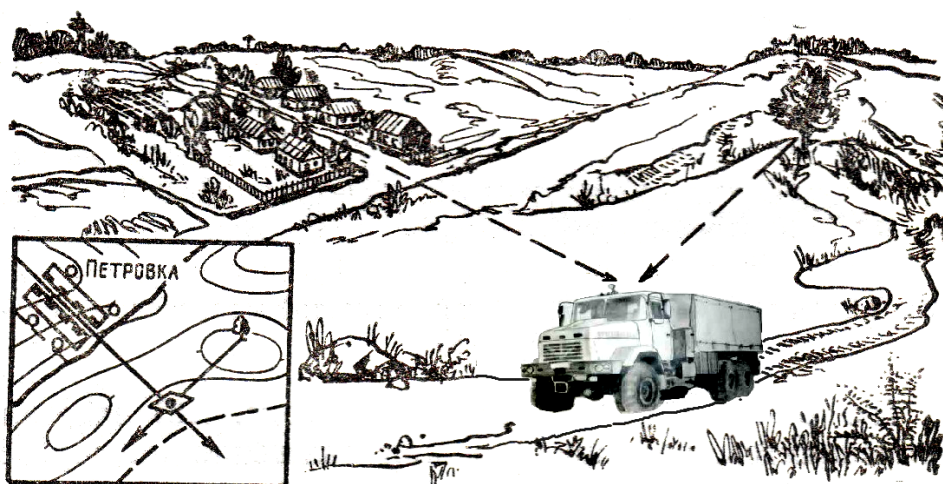


Рис. 102. Определение точки стояния по створу и боковому ориентиру

Засечкой точку стояния определяют при условии хорошего обзора местности и наличия на ней местных предметов и форм рельефа, которые могут служить надежными ориентирами.

По *боковому ориентиру* (рис. 103) засечка производится, как правило, при движении по дороге или вдоль какого-либо линейного ориентира. Находясь на дороге, ориентируют карту, опознают на карте изображение хорошо видимого на местности предмета (ориентира), прикладывают визирную линейку к условному знаку ориентира и визируют на него. Затем, не изменяя положения линейки, прочерчивают на карте прямую линию до пересечения с условным знаком дороги. Место пересечения прочерченной линии с условным знаком дороги будет искомой точкой стояния.

Этим способом наиболее точно определяют свое местоположение на карте, если направление на боковой ориентир пересекается с направлением движения под прямым углом. Такой случай называется *засечкой по перпендикуляру*.

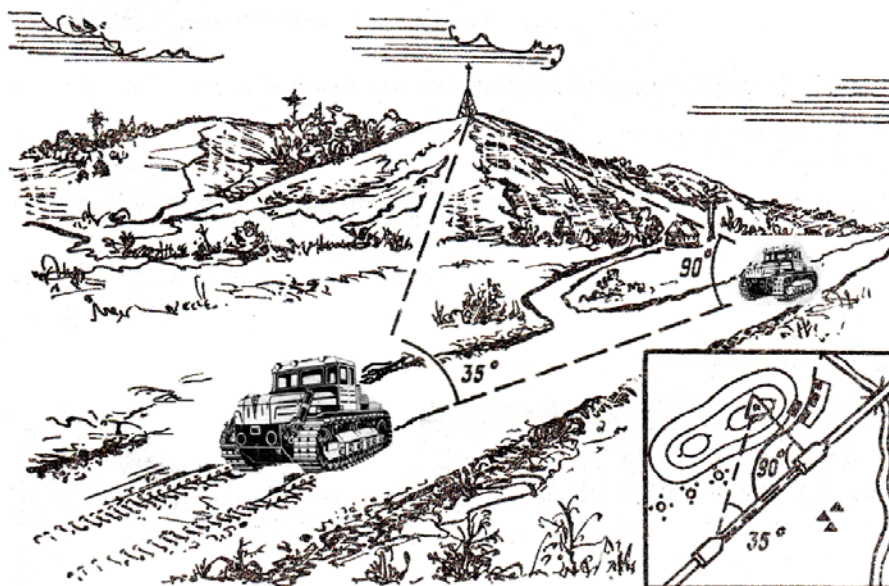


Рис. 103. Определение точки стояния засечкой по боковому ориентиру

По двум-трем ориентирам (рис. 104) засечка чаще всего выполняется, когда свое местоположение на карте не обозначено. Карту ориентируют по компасу и опознают на местности два-три ориентира, изображенных на карте. Затем, как и в предыдущем случае, визируют поочередно на выбранные ориентиры и прочерчивают по линейке направления от ориентиров на себя. Все эти направления должны пересечься в одной точке, которая будет точкой стояния. Такая засечка называется обратной.

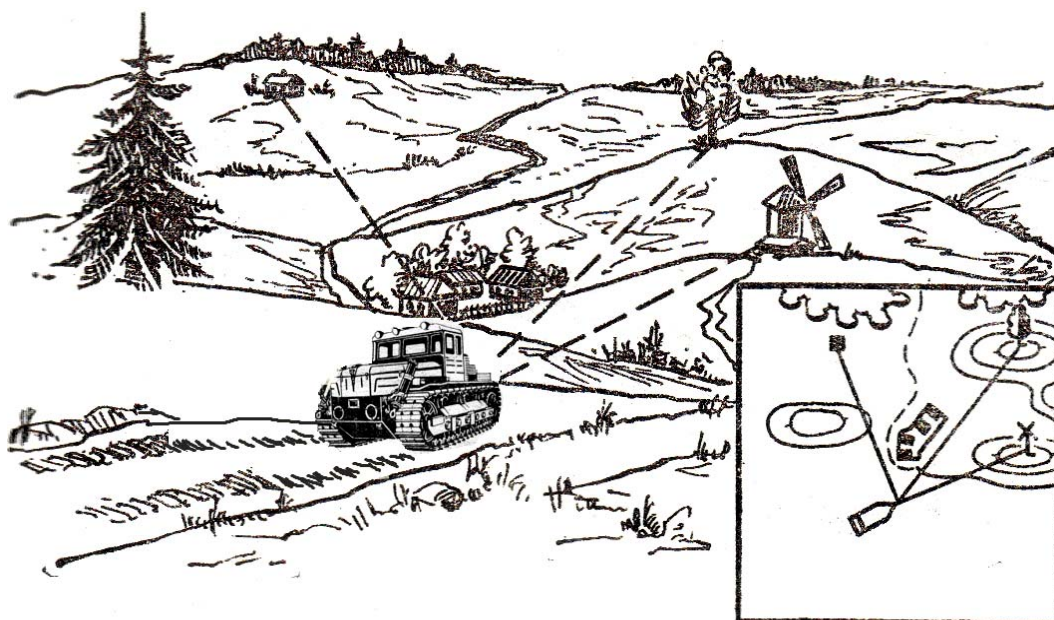


Рис. 104. Определение точки стояния засечкой по трем ориентирам (обратной засечкой)

По измеренным (построенным) углам (способ Болотова) засечка выполняется в такой последовательности (рис. 105):

- с помощью компаса измеряют горизонтальные углы между тремя ориентирами, выбранными вокруг точки стояния и четко изображенными на карте;

- строят измеренные углы на прозрачной бумаге при нанесенной произвольно точке, принимаемой за точку стояния; эти углы могут быть построены и непосредственным визированием с помощью линейки на выбранные ориентиры на местности;

- накладывают бумагу на карту так, чтобы каждое прочерченное на ней направление прошло через условный знак того ориентира, на который оно проведено при визировании или построении по измеренным углам;

- совместив все направления с соответствующими им условными знаками ориентиров, перекалывают на карту намеченную на листе бумаги точку, при которой построены направления. Эта точка и будет точкой стояния.

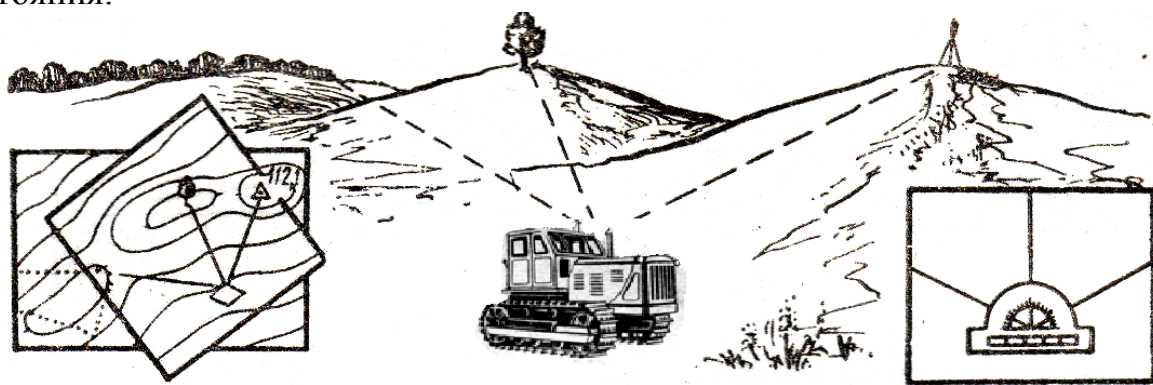


Рис. 105. Определение точки стояния засечкой по измеренным (построенным) углам

По обратным дирекционным углам (рис. 106) засечку выполняют чаще всего на незнакомой местности. В этом случае измеряют компасом обратные азимуты с точки стояния на два-три точечных ориентира, видимые на местности и опознанные на карте.

Значения обратных азимутов отсчитывают по шкале компаса против указателя, расположенного у целика. Измеренные азимуты переводят в дирекционные углы. Затем, построив эти углы при соответствующих ориентирах на карте, прочерчивают направления до пересечения друг с другом. Точка пересечения направлений и будет точкой стояния.

При определении точки стояния любым способом засечки следует выбирать направления так, чтобы они пересекались под углом не менее 30° и не более 150° . При всех возможных случаях проверяют положение полученной точки стояния визированием на дополнительный местный предмет (ориентир). Если при пересечении трех направлений образовался треугольник, точку стояния ставят в его центре. При больших размерах

треугольника, когда его стороны более 2 мм, засечку необходимо повторить, предварительно проверив точность ориентирования карты.

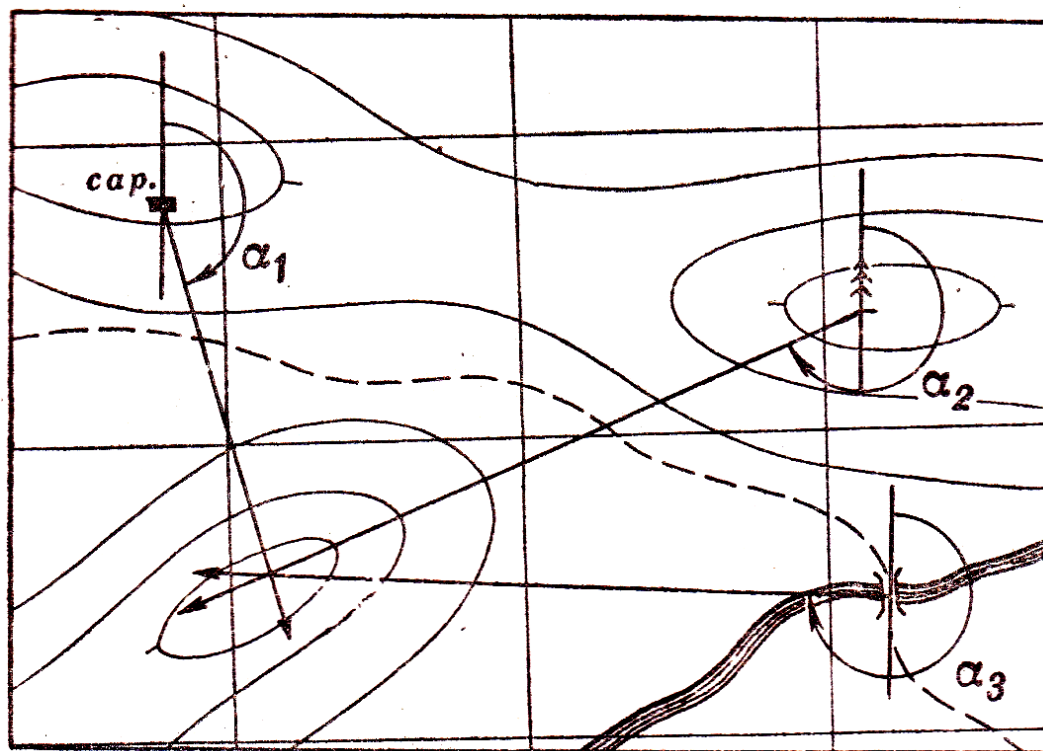


Рис. 106. Определение точки стояния засечкой по обратным дирекционным углам

11.5. Топографическое ориентирование

При ориентировании в различных условиях местности и видимости быстрое и точное ориентирование является важнейшей задачей руководителя подразделения МЧС.

Ориентирование на местности является **топографическим ориентированием**. Оно способствует уяснению местоположения ориентиров.

При топографическом ориентировании вначале указывают время и направление на одну из сторон горизонта, обычно в направлении действий или на север. Затем указывают свое местоположение, направления на окружающие местные предметы и формы рельефа и расстояния до них. Направления указывают относительно своего положения (справа, прямо, слева) или по сторонам горизонта, время – местное, наименование предметов – по топографической карте. В результате топографического ориентирования руководители подразделения МЧС уясняют, где они находятся, направления на населенные пункты, реки, озера и другие крупные местные предметы, расположенные на удалении до 5-10 км, точные названия этих местных предметов.

Например: «Время местное – 18.35. Север – железнодорожный мост. Находимся на высоте с отметкой 211,7. Справа, 3 км – Ивановка; прямо, 4 км – река Бежица, 10 км – Каменск; слева, 3 км – озеро Глубокое».

Топографическое ориентирование может применяться при докладах по средствам связи о своем местоположении в тех случаях, если нет карты или потеряна ориентировка на местности. Например: «Нахожусь на кургане, 2 км на север – железнодорожный мост; 900 м на юго-запад – лес; 5 км на юг две заводские трубы». По указанным местным предметам (ориентирам) руководитель подразделения МЧС определяет местоположение на топографической карте. Поэтому при топографическом ориентировании выбираются наиболее характерные площадные и линейные ориентиры, которые легко и быстро можно найти на карте (рис. 107).

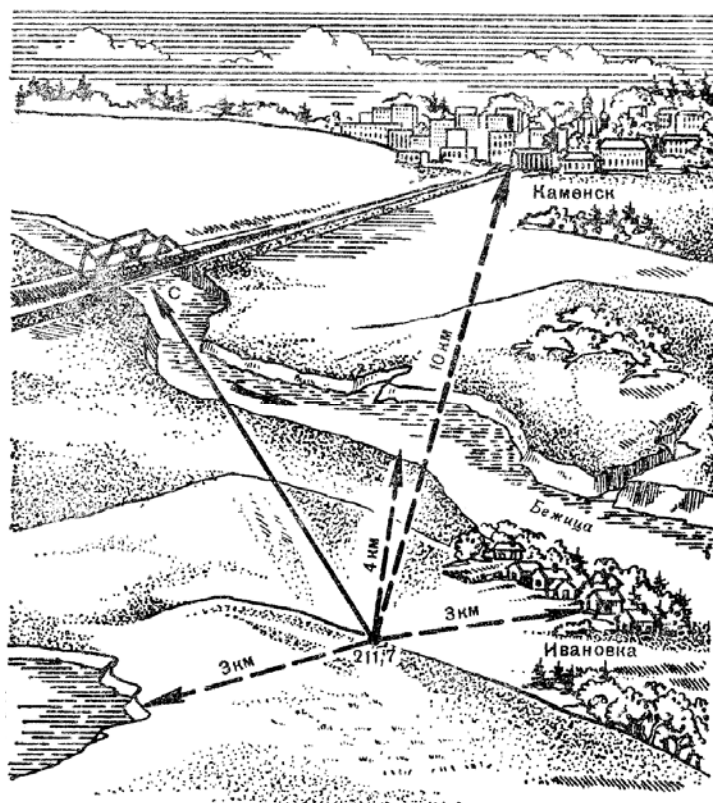


Рис. 107. Топографическое ориентирование на местности

11.6. Подготовка по карте данных для движения по азимутам

Подготовка данных для движения по азимутам выполняется по крупномасштабной топографической карте и включает изучение местности, выбор маршрута и ориентиров по его участкам, определение магнитных азимутов направлений и расстояний между выбранными ориентирами на точках поворота маршрута, оформление данных на карте или составление схемы (таблицы) движения.

При изучении местности в направлении движения оценивают главным образом ее проходимость, определяют труднопроходимые и непроходимые участки и пути их обхода.

Выбор маршрута и ориентиров. Начертание маршрута зависит от характера местности, наличия ориентиров на ней и от условий предстоящего движения. Основное требование к маршруту состоит в том, чтобы он обеспечивал точный выход к указанному пункту.

Маршрут выбирают с таким расчетом, чтобы он был с минимальным числом поворотов. В маршрут включают дороги, просеки и другие линейные ориентиры, направление которых совпадает с направлением движения. Это облегчит выдерживание направления движения. Точки поворота маршрута намечают у ориентиров, которые можно легко опознать на местности (например, постройки башенного типа, перекрестки дорог, мосты, путепроводы, геодезические знаки).

При выборе ориентиров на участках маршрута необходимо учитывать способ выдерживания направления движения и точность, которую он обеспечивает. Например, точность выдерживания направления по компасу при движении в пешем порядке составляет 0,1 пройденного расстояния. Если расстояние между ориентирами на участке маршрута будет 4 км, то при выходе к очередному ориентиру отклонение может быть около 400 м. На отыскание ориентира на местности в этом случае потребуется много времени.

Опытным путем установлено, что расстояния между поворотными точками по маршруту движения не должны превышать 1-2 км при движении днем в пешем порядке, а при движении на машине и выдерживании направлений по гирополукомпасу – 6-10 км. При движении ночью ориентиры намечаются по маршруту чаще.

Определение магнитных азимутов. Магнитный азимут направления на местный предмет определяют по измеренному на карте дирекционному углу этого направления. При переводе дирекционного угла в магнитный азимут учитывается поправка направления для данного листа карты. В некоторых случаях магнитный азимут направления может быть определен по измеренному на карте геодезическому (истинному) азимуту этого направления.

Взаимозависимость между магнитным азимутом, дирекционным углом и геодезическим (истинным) азимутом показана на рис. 108.

Дирекционный угол – угол между северным направлением вертикальной линии координатной сетки карты и направлением на местный предмет (ориентир), отсчитанный по ходу часовой стрелки. Он может иметь значения от 0 до 360° (60-00).

Геодезический (истинный) азимут A – угол между северным направлением геодезического (истинного) меридиана (боковой стороной рамки

карты или линии, параллельной ей) и направлением на предмет, отсчитанный по ходу часовой стрелки. Геодезический азимут, как и дирекционный угол, может иметь значения от 0 до 360°.

Сближение меридианов – угол между северным направлением геодезического меридиана и вертикальной линией координатной сетки. Сближение меридианов отсчитывается от северного направления геодезического меридиана по ходу или против хода часовой стрелки до северного направления вертикальной линии сетки. Для точек, расположенных восточнее геодезического меридиана, значение сближения положительное, а для точек, расположенных западнее, – отрицательное. На топографических картах значение сближения меридианов не превышает $\pm 3^\circ$.

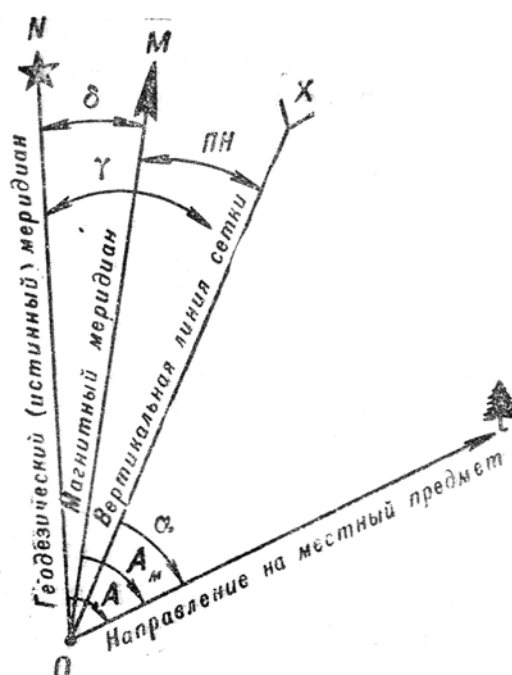


Рис. 108. Взаимозависимость между магнитным азимутом, дирекционным углом и геодезическим азимутом

Магнитное склонение – угол между северным направлением геодезического меридиана и направлением магнитного меридиана (магнитной стрелки). Если северный конец магнитной стрелки отклоняется от геодезического меридиана на восток, магнитное склонение считается положительным, а на запад – отрицательным.

Поправка направления (ПН) – угол между направлением вертикальной линии координатной сетки и магнитным меридианом. Она равна алгебраической разности магнитного склонения и сближения меридианов:

$$\text{ПН} = (\pm\delta) - (\pm\gamma).$$

Данные о магнитном склонении, сближении меридианов и значение поправки направления помещаются под южной стороной рамки каждого

листа топографической карты крупного масштаба. Переход от измеренных на карте дирекционных углов и геодезических азимутов к магнитным азимутам выполняется по формулам:

$$A_m = \alpha - (\pm \text{ПН});$$

$$A_m = A - (\pm \delta).$$

Измерение по карте дирекционных углов. Дирекционные углы направлений на местные предметы (ориентиры) измеряют по карте транспортиром.

Транспортиром дирекционный угол на карте измеряют в такой последовательности:

- ориентир, на который измеряют дирекционный угол, соединяют прямой линией с точкой стояния так, чтобы эта прямая была больше радиуса транспортира и пересекла хотя бы одну вертикальную линию координатной сетки;

- совмещают центр транспортира с точкой пересечения, как показано на рис. 109, и отсчитывают по транспортиру значение дирекционного угла.

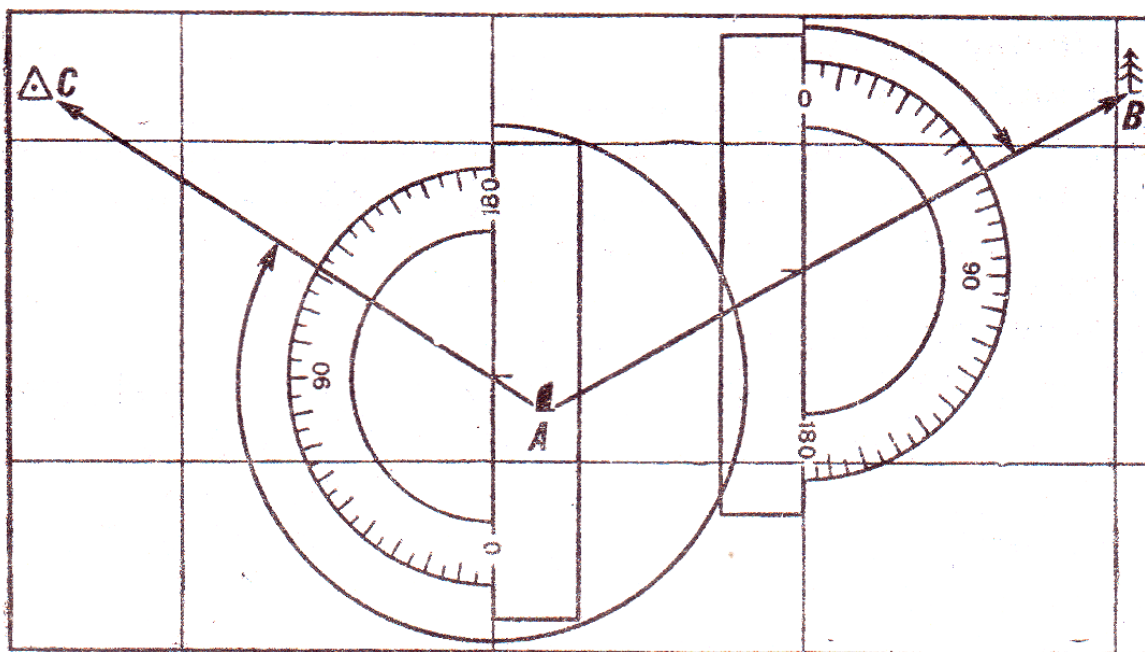


Рис. 109. Измерение дирекционных углов по карте транспортиром

В нашем примере дирекционный угол с точки *A* (отдельный камень) на точку *B* (отдельное дерево) равен 60° , а дирекционный угол с точки *A* на точку *C* (геодезический пункт) – 302° .

Измерение расстояний. Расстояния между выбранными на маршруте движения ориентирами измеряют по прямым линиям с помощью циркуля-измерителя и линейного масштаба или линейки с миллиметровыми делениями. Точность измерения расстояний должна быть не менее 0,5 мм в

масштабе карты. Если маршрут намечен по холмистой (горной) местности, то в измеренные по карте расстояния вводится поправочный коэффициент.

Составление схемы и таблицы движения по азимутам. Схему составляют в такой последовательности:

- на чистый лист бумаги переносят с карты начальную точку, ориентиры на точках поворота и конечную точку маршрута. Расположение ориентиров на схеме должно быть подобно их положению на карте. Все ориентиры изображаются на схеме такими же условными знаками, как и на карте;

- перенесенные с карты на схему ориентиры нумеруют и соединяют прямыми линиями;

- против каждой линии выписывают исходные данные для движения, в виде дроби: в числителе – магнитные азимуты, в знаменателе – расстояния в метрах. Если движение по азимутам будет совершаться в пешем порядке и известна длина шага ведущего, то расстояния в метрах переводят в пары шагов и записывают на схему. Кроме того, в знаменателе указывают время в минутах, необходимое на преодоление участка маршрута в соответствии с нормативными требованиями;

- наносят на схему стрелку «север-юг» и дополнительно показывают по направлению маршрута и в стороне от него ориентиры, которые могут быть использованы при движении как промежуточные или вспомогательные.

Применительно к рис. 95 таблица будет иметь следующее содержание (табл. 17).

Таблица 17

Пример составления таблицы движения по азимутам
при вычерчивании схемы движения

Номер точки	Участок маршрута	Магнитный азимут A_m , град	Расстояние, м	Расстояние, пара шагов	Время, мин
1	Сарай – курган	20	1230	820	14
2	Курган – дом лесника	330	1250	835	14
3	Дом лесника – перекресток дорог	25	350	235	4
4	Перекресток дорог – мост	335	850	565	10

В тех случаях, когда требуется выдержать лишь общее направление движения, схема (таблица) движения не составляется. Азимут направления

движения определяется непосредственно на местности по компасу и объявляется устно.

11.7. Ориентирование на местности по карте в движении

Уверенное ориентирование и выдерживание заданного направления движения по карте во многом зависит от подготовки к ориентированию. Основной задачей при этом является предварительное изучение условий ориентирования по маршруту движения и заблаговременная подготовка данных, необходимых для контроля правильности движения.

Подготовка к ориентированию включает в зависимости от обстановки полностью или частично следующие мероприятия: выбор и изучение маршрута движения, подъем его на карте; определение протяженности маршрута и разбивка его на отдельные участки; определение магнитных азимутов направлений движения на участках, затруднительных для ориентирования по карте; проверку исправности компаса (гирополукомпаса) и спидометра.

Выбор и изучение маршрута. Маршрут движения выбирается по карте с учетом условий обстановки и характера местности. Предпочтение отдается дорогам с твердым покрытием. Очень важно, чтобы на маршруте было меньше препятствий, а также мостов, путепроводов, плотин и т. п., которые могут быть разрушены. Во всех случаях заранее намечаются объезды таких препятствий.

Изучение заданного или выбранного маршрута движения выполняют в такой последовательности:

- внимательно знакомятся с маршрутом и устанавливают характер и состояние дорог, возможную скорость движения по отдельным участкам маршрута, препятствия и пути их объезда;
- изучают условия ориентирования по всему маршруту, устанавливают наличие придорожных сооружений, других характерных местных предметов и форм рельефа, которые могут служить надежными ориентирами. Особенно тщательно изучают места поворотов маршрута, перекрестков и развилок дорог, въездов в населенные пункты и выездов из них;
- по всему маршруту выбирают через 5-10 км контрольные ориентиры; они должны быть наиболее устойчивыми объектами местности и легко опознаваться при подъезде к ним.

Подъем маршрута на карте. Маршрут на карте поднимают цветным карандашом обычно коричневого цвета. Контрольные ориентиры обводят кружками. Вдоль маршрута проводят сплошную линию рядом с дорогой, прерывая ее в местах, где имеются подписи или изображены местные предметы. Ориентиры при необходимости поднимаются увеличением

условного знака, подтушевкой, подчеркиванием названий прямой линией с целью их большей наглядности и читаемости на карте.

Определение протяженности маршрута и разбивка его на отдельные участки. Расстояния по маршруту измеряют дважды с возможно большей точностью. Вначале определяют расстояния между контрольными ориентирами, в измеренные расстояния вводят поправки за рельеф и извилистость маршрута (см. табл. 17). Окончательный результат подписывают в знаменателе (у соответствующих контрольных ориентиров) нарастающим итогом от исходного пункта (рис. 110). Перед началом движения на исходном пункте переводят расстояния между ориентирами в показания спидометра и подписывают их в числителе.

Если по этой же карте планируется передвижение спецтехники, то протяженность маршрута измеряется вторично с помощью курвиметра, одновременно отмечаются десятикилометровые участки.

При подготовке к движению в условиях, неблагоприятных для ориентирования, определяют и подписывают на карте магнитные азимуты направлений движения, чтобы можно было быстро перейти к ориентированию в пути по специальным приборам (компасу и гирополукомпасу).

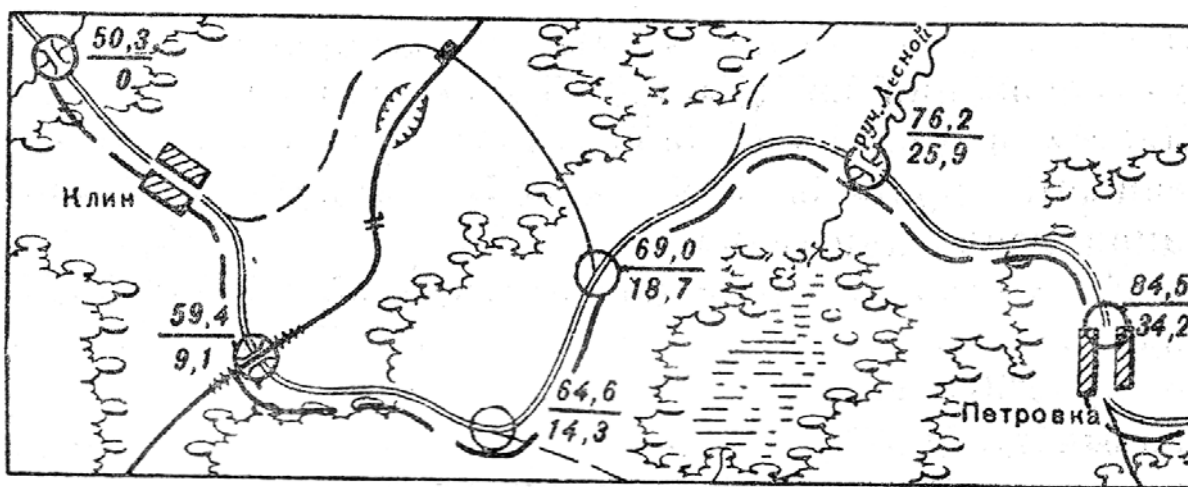


Рис. 110. Подготовка по карте маршрута движения

При изучении маршрута и его оформлении на карте запоминают названия крупных населенных пунктов, по которым проходит маршрут, а при наличии времени изучают и запоминают местность вдоль всего маршрута в полосе шириной 2-4 км.

Предварительное изучение маршрута и подготовка карты имеют большое значение для точного выдерживания направления и выхода в указанный район. Если же время не позволяет полностью подготовить карту и детально изучить местность, то вначале, ознакомившись с маршрутом,

следует поднять его, а при первой возможности наметить ориентиры и определить расстояния до них.

Ориентирование в пути. Перед началом движения на исходном пункте записывают показания спидометра, время начала движения, сличают карту с местностью, и ориентируют ее по ходу движения (по дороге).

Во время движения карту держат перед собой ориентированной, постоянно сличают ее с местностью, следят за прохождением намеченных ориентиров, сверяя показания спидометра. Таким образом, осуществляется непрерывное ориентирование, которое обеспечивает правильность выдерживания указанного направления движения.

В ходе движения колонны спецтехники к карте обязательно обращаются при подходе к перекрестку или развилке дорог. Примерно за 200-500 м до поворота водителю указывают место предстоящего поворота и направление дальнейшего движения. Например: «Через 400 м поворот направо на просеку».

При въезде в лес или на участок, где мало ориентиров, записывают показания спидометра. Это позволяет в любой момент времени определить свое местоположение по пройденному расстоянию, которое при необходимости откладывают на карте.

Для контроля движения наряду с местными предметами следует широко использовать формы рельефа: характерные высоты и хребты, лощины, овраги, обрывы. Это особенно важно при движении на местности, где произошли сильные изменения, так как местные предметы могут быть уничтожены или созданы вновь, а основные формы рельефа, как правило, остаются неизменными.

Контрольные вопросы

1. Почему топографическая карта является основным средством ориентирования на местности?
2. Картами, каких масштабов наиболее часто пользуются руководители подразделения МЧС при ориентировании на местности?
3. Назовите способы ориентирования карты, указав в каких случаях, применяется тот или другой способ?
4. Как можно приближенно ориентировать карту без компаса при отсутствии на местности ориентиров?
5. В каких случаях при ориентировании карты принимают во внимание магнитное склонение?
6. Как нанести на карту предмет, видимый с точки стояния, но не обозначенный на карте?
7. Как при помощи карты определить, какие местные предметы находятся в указанном направлении, если это направление не просматривается с точки стояния?

8. Как ориентироваться при помощи карты по рельефу?
9. Как в пути проверяется правильность выдерживания направления?
10. В чем заключается сущность топографического ориентирования?
11. Назовите географические координаты пунктов, расположенных:
 - а) на пересечении Гринвичского меридиана с экватором;
 - б) на Северном полюсе;
 - в) на пересечении Гринвичского меридиана с параллелью 50° (северной широты).
12. Три точки на карте расположены на одной и той же вертикальной километровой линии. Определите дирекционные углы направлений от средней точки на две остальные.

12. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТОПОГРАФО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Все виды топографо-картографических работ должны выполняться в соответствии с действующими техническими инструкциями, наставлениями и правилами по охране труда на топографо-картографических работах, а также отраслевыми правилами по безопасности работ, инструкциями МЧС. Основные положения по обеспечению безопасных условий труда в полевых условиях представлены в «Правилах по технике безопасности на топографо-геодезических работах» (ПТБ-88). Основной задачей техники безопасности является обеспечение благоприятных условий для высокопроизводительного труда, улучшения охраны труда и устранения возможных причин травматизма.

Перед направлением на работу все работники подлежат обязательному медицинскому освидетельствованию для определения их пригодности к полевым работам в конкретных физико-географических условиях. При этом согласно трудовому законодательству к полевым работам в таежных, тундровых, пустынных и высокогорных районах лица моложе 18 лет не допускаются. В необходимых случаях по согласованию с местными санитарно-эпидемиологическими станциями всем работникам делают противозидемические прививки и обучают их мерам личной профилактики. При работе в малообжитых районах они должны быть проинструктированы на случай оказания первой помощи при ожогах, обмороживании, ушибах и переломах, солнечных и тепловых ударах, горной болезни, отравлениях, укусах ядовитых змей и насекомых.

Перед выполнением любых топографо-картографических работ все работники должны пройти специальный инструктаж по технике безопасности, при котором им разъясняются требования безопасного ведения работ и поведения в сложившихся неблагоприятных ситуациях.

Топографические работы могут выполняться в самых различных условиях: в лесных, пустынных и труднодоступных районах, на территориях населенных пунктов, железнодорожных станций, промышленных и сельскохозяйственных предприятий и т.д. При работе в условиях лесной, пустынной, горной, болотистой и малонаселенной местности основными причинами несчастных случаев и травматизма часто оказываются природные факторы, такие как недостаток или отсутствие ориентиров, большое число естественных препятствий, стихийные бедствия, отсутствие воды, пожары и т.п. При выполнении топографо-картографических работ в населенных пунктах и на стройплощадках предприятий источником несчастных случаев может стать искусственно созданная человеком обстановка. К ним относятся случаи поражения электрическим током, отравления газом при обследовании и съемке тоннелей, колодцев и коллекторов подземных

сетей, происшествия, связанные с автомобильным или железнодорожным транспортом, работой на мостах, монтажом строительных конструкций, производством земляных работ и т.д.

Для этих условий «Правилами ...» даются конкретные рекомендации по санитарной и личной гигиене работников в полевых условиях, спецодежде, спецобуви и снаряжению, организации полевого лагеря, передвижению на местности в различных физико-географических и климатических условиях, организации водных переправ, поведению заблудившихся и их поиску, применению гужевого, автомобильного и авиационного транспорта, работе с механизмами, правилами пожарной безопасности.

Несчастные случаи могут произойти вследствие неисправности инструментов или неправильного пользования ими. Топоры, лопаты и молотки должны быть плотно насажены на рукоятки с расклиниванием металлическими клиньями. Рукоятки не должны иметь заусенец и трещин. Упаковочные ящики приборов должны иметь прочно скрепленные с ними ручки и заплечные ремни. При использовании полевого зонта его следует тщательно закреплять с помощью трех оттяжек. При линейных измерениях стальными лентами и рулетками надо быть внимательным во избежание пореза рук об их края. Переносить вехи, штативы и шпильки следует, держа их острыми концами вниз. Запрещается переносить за спиной приборы со штативом, чтобы не поранить ноги.

При работе на проезжей части дороги с интенсивным движением транспорта и при работе на строительной площадке с большим числом работающих механизмов следует соблюдать осторожность и назначать наблюдателя за движущимся транспортом и механизмами. Нельзя выполнять топографические работы в опасных зонах: вблизи работающих экскаваторов, подъемных кранов, в местах прохождения линий электропередач. При необходимости проведения таких работ электролинию следует отключить.

При отрыве котлованов для закладки топографо-геодезических центров в условиях неустойчивых грунтов необходимо укреплять стены котлованов досками. Места заложения центров в населенных пунктах должны быть согласованы с учреждениями, ведающими подземными коммуникациями; несоблюдение этого правила может привести к аварии с тяжелыми последствиями. При опускании тяжелых монолитов в котлован в нем не должен находиться никто из людей.

Особую предосторожность следует проявлять при подъеме на деревья, мачты и вышки с целью обследования местности. При подъеме на деревья необходимо пользоваться когтями и предохранительными поясами. Перед подъемом на деревянные сигналы следует проверить их устойчивость и прочность отдельных элементов (лестниц, люков, перил и площадок). Запрещается подъем на топографические знаки с грузом более 6 кг; при

подъеме обе руки должны быть свободны. Нельзя находиться на деревьях, вышках, мачтах и сигналах во время сильного ветра или грозы. В период грозы нельзя стоять под высокими деревьями, либо вблизи столбов, мачт и громоотводов. Во время работы на знаке под ним не должны находиться люди.

Запрещается работа со свето- и радиодальномерами при отсутствии их заземления и при открытых боковых крышках; при включенном высоком напряжении нельзя производить их вскрытие, юстировку и ремонт отдельных деталей. Во избежание облучения запрещается находиться перед параболоидом работающего радиодальномера на расстоянии менее 2 м.

Общими мерами борьбы с несчастными случаями является четкая организация труда, высокая трудовая дисциплина, добросовестное и вдумчивое выполнение каждым работником своих служебных обязанностей.

Контрольные вопросы

1. Какой возраст установлен для зачисления на полевые работы в таежных, тундровых, пустынных и высокогорных районах?

2. Что включает в себя специальный инструктаж перед выполнением топографо-картографических работ?

3. Что может служить источником несчастных случаев при выполнении топографо-картографических работ в населенных пунктах, на объектах строительства, в лесной местности?

4. Какие надписи и знаки безопасности вывешиваются на объектах строительства около опасных зон?

5. Какие меры безопасности должны соблюдаться персоналом при работе на проезжей части улиц и дорог?

6. Что запрещается персоналу при работе со свето- и радиодальномерами?

7. Почему необходимо соблюдать предосторожность при подъеме на деревья, мачты и вышки с целью обследования местности?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Умение руководителей направления «Техносферная безопасность» правильно работать с картой имеет большое значение для управления подчиненными при выполнении аварийно-технических и поисково-спасательных работ. С помощью карты руководитель подразделения МЧС получает первое подробное представление о местности, на которой предстоит выполнять специфические задачи, формах и характере рельефа, растительности, сырьевых и топливно-энергетических ресурсах, населенных пунктах, гидрографии, путях сообщения и средствах связи.

Топографические карты и планы необходимы для планирования народнохозяйственных мероприятий. Любое мероприятие по выполнению аварийных и поисково-спасательных работ в населенных пунктах, жилых зданиях, объектах промышленности, на аэродромах, мостах, железных и автомобильных дорогах, газопроводах, подземных коммуникациях невозможно без качественного топографического материала. Топографическая подготовка важна и при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, защите окружающей среды.

Поэтому «умение» читать топографическую карту и при ее помощи получать необходимые сведения о местности исключительно важно для руководителей подразделения МЧС и специалистов, осуществляющих экологический контроль окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берлянт, А.М. Картография [Текст] / А.М. Берлянт. – М.: Астрель Пресс, 2001.
2. Гаврилова, И.И. Практикум по топографии [Текст] / И.И. Гаврилова, И.В. Казимирова. – Тверь, 2004. – Ч.І.
3. Гаврилова, И.И. Практикум по топографии [Текст] / И.И. Гаврилова, О.Е. Лазарев, О.С. Лазарева. – Тверь, 2004. – Ч.ІІ.
4. Громада, Э.К. Топографическая карта [Текст]: учеб.-метод. пособие / Э.К. Громада. – Пенза, ПГУАС, 2006.
5. Евдокимов, А.А. Военная топография [Текст]: пособие для групповых занятий / А.А. Евдокимов. – СПб.: ГУАП, 2008. – 104 с.
6. Инженерная геодезия [Текст] / Д.Ш. Михелев, М.И. Киселев, Е.Б. Ключин, В.Д. Фельдман. – М.: КолосС, 2008.
7. Киселев, М.И. Геодезия [Текст] / М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев. – 2-е изд. – М.: АCADEMIA, 2004.
8. Комиссарова, Т.С. Картография с основами топографии [Текст] / Т.С. Комиссарова. – М.: Просвещение, 2001.
9. Курдин, С.И. Лабораторный практикум по картографии и основам топографии [Текст] / С.И. Курдин. – Минск: Экоперспектива, 2003.
10. Маслов, А.В. Геодезия [Текст]: учебник для вузов / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. – М.: КолосС, 2008.
11. Неумывакин, Ю.К. Геодезия. Топографические съемки [Текст]: справочное пособие / Ю.К. Неумывакин [и др.]. – М.: Недра, 1991.
12. Поклад, Г.Г. Геодезия [Текст]: Ч. І. – Воронеж; Истоки, 2004.
13. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах (ПТБ-88) [Текст]. – М.: Недра, 1991
14. Пресняков, В.В. Военная топография [Текст]: учебник для вузов / В.В. Пресняков, Е.П. Андриясов. – Ростов н/Д: Феникс, 2008.
15. Пресняков, В.В. Основы топографии [Текст]: учеб. пособие / В.В. Пресняков, Е.П. Тюкленкова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 188 с.
16. Пресняков, В.В. Современные топографо-геодезические методы определения площадей (территорий) на картах и планах [Текст]: моногр. / В.В. Пресняков. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 244 с.
17. Раклов, В.П. Картография и ГИС [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.П. Раклов. – М.: Академический проект, 2011.
18. Условные знаки М 1: 1 0000 [Текст]. – М.: Геостройизыскания, 2000.
19. Фокина, Л.А. Картография с основами топографии [Текст] / Л.А. Фокина. – М.: Владос, 2005.
20. Южанинов, В.С. Картография с основами топографии [Текст] / В.С. Южанин. – М.: Высшая школа, 2001.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1:

1. Образец карты масштаба 1: 25 000
2. Образец карты масштаба 1: 50 000
3. Образец карты масштаба 1: 100 000
4. Образец плана города масштаба 1: 10 000
5. Условные знаки для топографических карт:
 - 1) населенные пункты;
 - 2) автомобильные и грунтовые дороги, тропы;
 - 3) железные дороги;
 - 4) геодезические пункты;
 - 5) промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты;
 - 6) границы;
 - 7) рельеф;
 - 8) гидрография;
 - 9) растительный покров и грунты.

Приложение 2:

1. Признаки лавиноопасных и камнепадоопасных мест.
2. Классификация по механическому составу рыхлых грунтов.
3. Классификация и техническая характеристика почв.
4. Некоторые ориентировочные данные о проходимости местности.

Приложение 3:

1. Перечень сокращенных подписей, применяющихся на топографических картах.

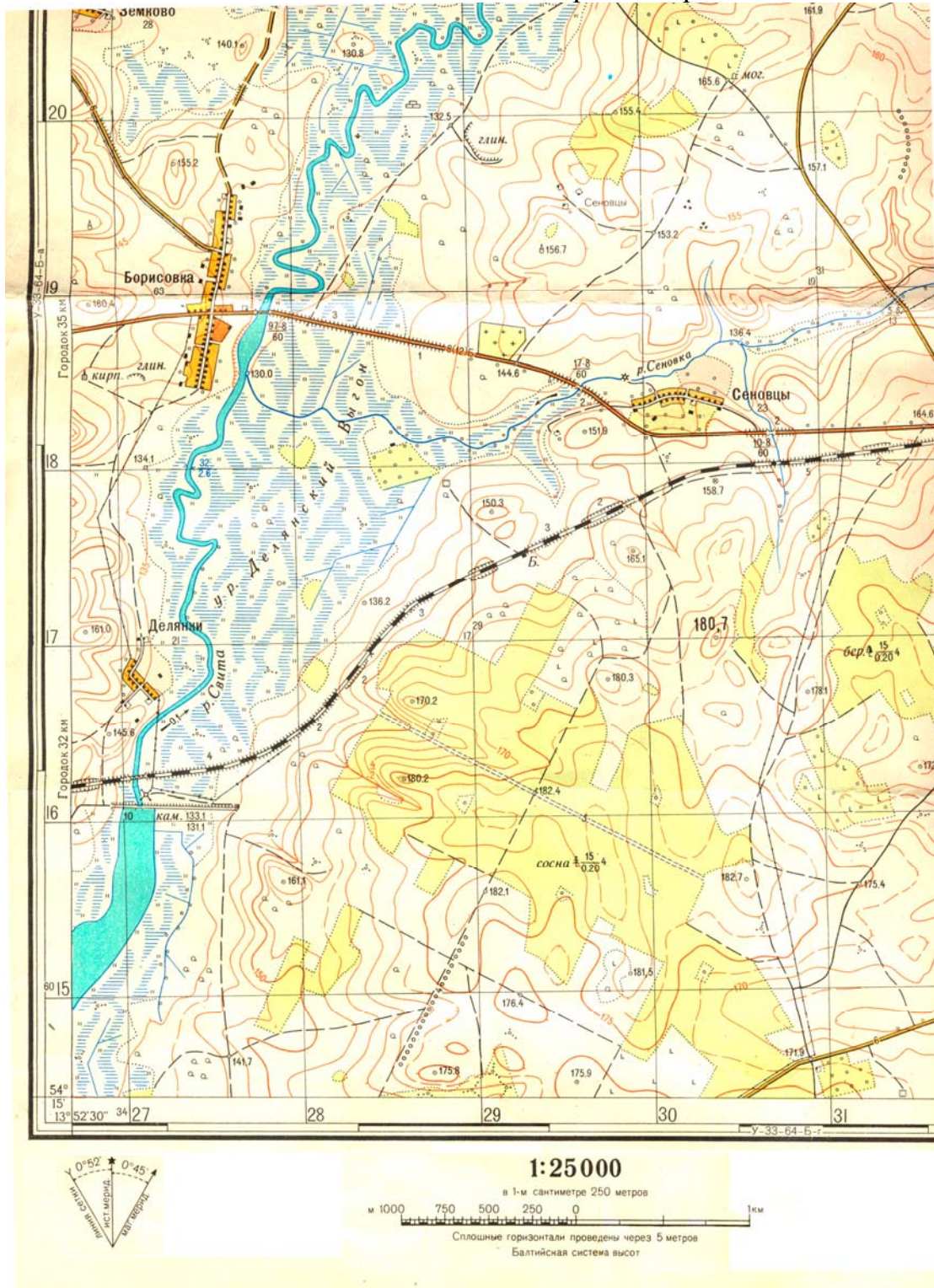
Приложение 4:

1. Рисовка горизонталями рельефных моделей местности.

Примечание. В качестве образцов даны отдельные части листов топографических карт.

Приложение 1

Образец карты масштаба 1:25000



Продолжение прил. 1
Образец карты масштаба 1:50000



Продолжение прил. 1
Образец карты масштаба 1:100000



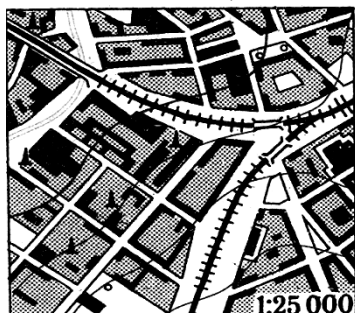
Образец плана города масштаба 1:10000



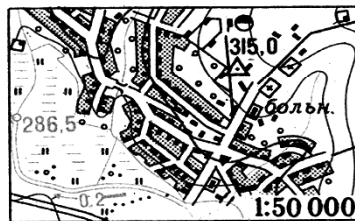
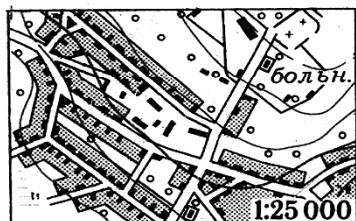
Условные знаки для топографических карт

1. НАСЕЛЕННЫЕ ПУНКТЫ

Города



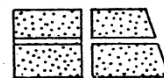
Поселки сельского типа



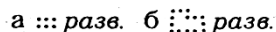
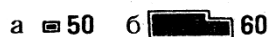
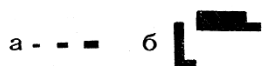
Кварталы в населенных пунктах



Плотно застроенные кварталы населенных пунктов всех типов на картах масштабов 1:25 000, 1:50 000 и крупных городов на карте масштаба 1:100 000



Разрушенные и полуразрушенные кварталы



район жил. стр.

Отдельные строения

Жилые и нежилые строения в кварталах, в населенных пунктах с бессистемной застройкой, а также отдельно расположенные строения

Выдающиеся огнестойкие здания (50 и 60 — высоты зданий в метрах)

Отдельно расположенные дворы, не выражающиеся в масштабе карты

Постоянные стоянки юрт, чумов и т. п.

Разрушенные и полуразрушенные строения, имеющие значение ориентиров

Районы нового жилищного строительства (строящиеся кварталы)

Примечание. На данной и последующих таблицах буквами обозначены: а — условные знаки объектов, изображение которых не выражается в масштабе карты; б — условные знаки объектов, изображение которых выражается в масштабе карты.

2. АВТОМОБИЛЬНЫЕ И ГРУНТОВЫЕ ДОРОГИ, ТРОПЫ

7,5-2Ц

8(12)А

8(10)Б

8

5

грунтовые проселочные дороги и труднопроходимые участки дорог

Полевые и лесные дороги

зимник

1
25

Пешеходные тропы и пешеходные мосты

1
2
3
4

5 1 12
5

тун. 250
8-12
6 а галерея

1
2

а Р 1 б Р 2 3

2 1 172 3

Автомобили (автострады); 7,5 — ширина проезжей части в метрах; 2 — количество проезжих частей; Ц — материал покрытия

Автомобильные дороги с усовершенствованным покрытием (усовершенствованные шоссе); 8 — ширина проезжей части; 12 — ширина земляного полотна в метрах; А — материал покрытия

Автомобильные дороги с покрытием (шоссе); 6 — ширина проезжей части; 10 — ширина земляного полотна в метрах; Б — материал покрытия

Автомобильные дороги без покрытия (улучшенные грунтовые дороги); 8 — ширина проезжей части в метрах; труднопроходимые участки дорог

Автомобильные дороги с деревянным покрытием (5 — ширина покрытия)

Грунтовые проселочные дороги и труднопроходимые участки дорог

Полевые и лесные дороги

Зимние дороги (зимники, автозимники)

Караванные пути и вьючные тропы; участки троп на искусственных карнизах — овринги (1 — наименьшая ширина, 25 — длина карниза в метрах)

Пешеходные тропы и пешеходные мосты

Строящиеся дороги: 1 — автомагистрали; 2 — автомобильные дороги с усовершенствованным покрытием; 3 — автомобильные дороги с покрытием; 4 — автомобильные дороги без покрытия

Насыпи и выемки (5 — высота или глубина в метрах). Участки дорог: 1 — с большими уклонами (8% и более); 2 — с малыми радиусами поворота (менее 25 м)

Туннели (250 — длина, 8,12 — высота и ширина в метрах) и галереи

1 — транспортные развязки на автомобильных дорогах; 2 — подземные переходы (на карте 1:200 000 не показываются)

1 — стоянки автотранспорта на автомагистралях и автомобильных дорогах с усовершенствованным покрытием (Р — обозначение стоянок); 2 — легкие придорожные сооружения (павильоны, навесы); 3 — съезды и въезды

1 — номера автомобильных дорог; 2 — километровые знаки (столбы и камни) и подписи числа километров; 3 — обсады

Продолжение прил. 1

однопутные
двухпутные
трехпутные

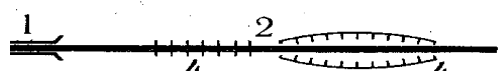
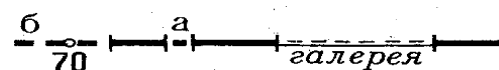
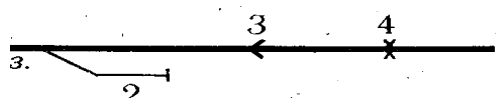
Электрифицированные

1 — однопутные;
2 — двухпутные;
3 — трехпутные

Узкоколейные дороги

Трамвайные линии

Монорельсовые



Станции железнодорожные. Расположение главного здания станции
1 — сбоку путей; 2 — между путей
3 — расположение неизвестно

1 — разъезды, платформы и оставочные пункты; 2 — блокпосты и теплые посты; 3 — посты при охраняемых железнодорожных переездах

1 — погрузочно-разгрузочные площадки; 2 — тупики и подъездные пути
3 — участки дорог с большими уклонами — более 20‰; 4 — трубы

Туннели (450 — длина, 8 — высота, 12 — ширина в метрах); шахтостволы на туннелях (70 — глубина в метрах); галерея

1 — эстакады;
2 — насыпи и выемки (4 — высота, глубина в метрах)

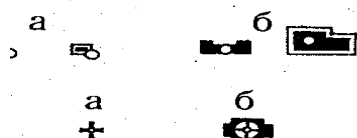
Полотно разобранных железных дорог

Депо, вокзалы, станционные пути, расположенные в масштабе карты; реходные мостики, семафоры и светофоры, поворотные круги

4. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПУНКТЫ

△ 91,6

2 ⚡ 98,7



□ 51,1

2 ⚡ 125,5

⊗ 71,9
71,5

Пункты государственной геодезической сети

То же на курганах (2 — высота кургана в метрах)

То же на зданиях (на карте 1:1000 не показываются)

То же на церквях

Точки съемочной сети, закрепленные местными центрами

То же на курганах (2 — высота кургана в метрах)

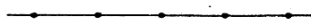
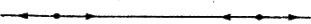
Реперы и марки государственной вехи
71,9 — отметка верха головки репера или центра мар
71,5 — отметка поверхности земли

Продолжение прил. 1

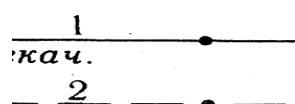
5. ПРОМЫШЛЕННЫЕ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНЫЕ ОБЪЕКТЫ

160	Заводские, фабричные и другие трубы (60 — высота трубы в метрах)
а 50	Заводы, фабрики и мельницы с трубами (50 — высота трубы в метрах)
а кож.	Заводы, фабрики и мельницы без труб
б кож.	
1 шах. уг.	Устья шахтных стволов и штолен:
2 шт.	1 — действующих; 2 — недействующих
а кам.	Места добычи полезных ископаемых откры- тым способом (карьеры); 5 — глубина
5	карьера в метрах
б пес.	
а 15	Терриконы, отвалы пород (15 и 25 — высо- ты в метрах)
б 25	
а сол.	Соляные разработки (открытые)
б сол.	
а нефт.	Торфоразработки
б газ.	Нефтяные и газовые скважины с вышками
а	Нефтяные, газовые и другие скважины без вышек
б	Склады горючего и газгольдеры
а	Бензоколонки и заправочные станции
б	
а ГЭС	Гидроэлектростанции (ГЭС)
б ГЭС	
а ТЭЦ эл.-ст.	Электростанции (ГРЭС, ТЭЦ и др.)
б ТЭЦ эл.-ст.	
а эл. подст.	Градирни
б эл. подст.	Электрические подстанции (трансформа- торные и преобразовательные)
а	Радиостанции и телевизионные центры
б	
а 160	Телевизионные башни (160 — высота баш- ни в метрах)
б 80	Телевизионные, радио- и радиорелейные мачты (80 — высота мачты в метрах)
1	1 — аэродромы и гидроаэродромы;
2	2 — участки дорог, оборудованные для взлета и посадки самолетов
а	Посадочные площадки (на суше и на воде)

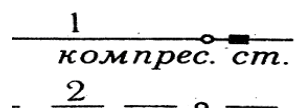
Продолжение прил. 1

	Капитальные сооружения башенного типа (водонапорные башни и т. п.); 55 — высота в метрах
	Вышки легкого типа (наблюдательные, прожекторные и т. п.)
	Водяные мельницы и лесопилы
1  2 	1 — ветряные мельницы; 2 — ветряные двигатели
	Печи для обжига извести, получения древесного угля, имеющие значение ориентиров
ор.   <i>тепл.</i>	Оранжереи, теплицы; парники (только на карте 1:25 000)
	Пасеки (на карте 1:100 000 не показываются)
а  б  <i>загон</i>	Загоны для скота (на карте 1:200 000 не показываются)
 <i>лесн.</i>	Дома лесников
	Телеграфные, радиотелеграфные конторы и отделения, телефонные станции
	Метеорологические станции
а  б 	Церкви, костелы, кирки
а  б 	Мечети
а  б 	Буддийские и другие храмы и пагоды
1  2 	1 — часовни; 2 — мазары, субурганы, обо и другие подобные им сооружения
	Выдающиеся памятники и монументы
	Памятники и монументы, туры, братские могилы и отдельные могилы, имеющие значение ориентиров
1  2  а  б 	1 — кладбища; 2 — кладбища с густой древесной растительностью
а  б  <i>скот.-мог.</i>	Скотомогильники
	Линии связи (телефонные, телеграфные, радиотрансляции)
	Подводные кабели связи
	Линии электропередачи на деревянных опорах и железобетонных столбах высотой менее 14 м
	Линии электропередачи (ЛЭП) на металлических и железобетонных опорах (фермах, столбах высотой 14 м и более); 110 кВ — напряжение в тысячах вольт, 25 — высота опоры в метрах

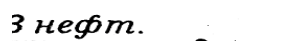
Продолжение прил. 1



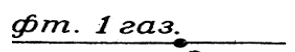
Нефтепроводы: 1 — наземные; 2 — подземные, подводные; станции перекачки



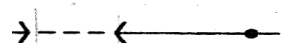
Газопроводы: 1 — наземные; 2 — подземные, подводные; компрессорные станции



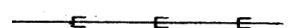
Несколько рядом идущих нефте- или газопроводов (3 — количество трубопроводов)



Несколько рядом идущих нефте- и газопроводов



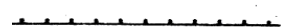
Дюкеры на линиях нефте- и газопроводов



Лотки для спуска леса и других материалов



Древние исторические стены



Каменные, кирпичные стены и металлические ограды

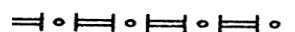


Легкие ограждения промышленных, сельскохозяйственных и социально-культурных объектов (деревянные заборы, изгороди, ограждения из колючей проволоки и т. п.)

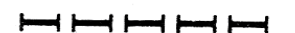
6. ГРАНИЦЫ



Границы государственные (1 — пограничный знак; 2 — копец)



Границы полярных владений РФ



Границы республик РФ

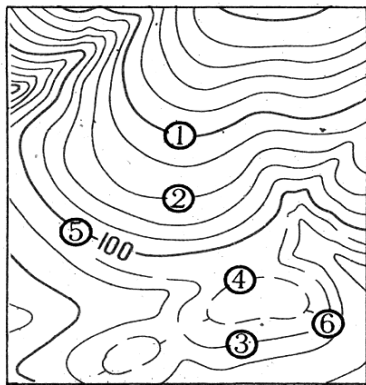


Границы краев, областей и административных единиц 1-го порядка иностранной территории



Границы автономных областей, находящихся в составе республики или края

7. РЕЛЬЕФ



- 1 — горизонтали основные утолщенные;
- 2 — горизонтали основные;
- 3 — горизонтали дополнительные (полугоризонтالي);
- 4 — горизонтали вспомогательные (на произвольной высоте);
- 5 — подписи горизонталей в метрах;
- 6 — указатели направления скатов (бергштрихи)



Сухие русла (узбои, вади и т. п.) и котловины высохших озер

- 1 — отметки командных высот;
2 — отметки высот

Отметки высот у ориентиров

Отметки высот точек, расположенных ниже
уровня моря

Перевалы главные, отметки их высот и время действия

Перевалы, отметки их высот и время действия

Скалы-останцы (10 — высота в метрах)

- 1 — отдельно лежащие камни
(3 — высота в метрах); 2 — скопления камней

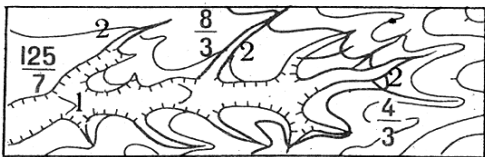
- 1 — ямы (5 — глубина в метрах);
2 — курганы и бугры (5 — высота в метрах)

Валы береговые, исторические и др., не выражающиеся горизонталями (З — высота в метрах)

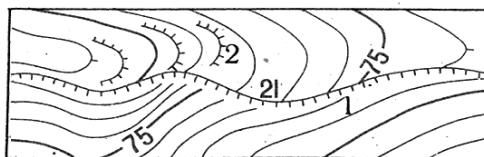
Карстовые и термокарстовые воронки, не выражающиеся в масштабе карты

Входы в пещеры и гроты

- 1 — кратеры вулканов, не выражающиеся
в масштабе карты;
2 — кратеры грязевых вулканов



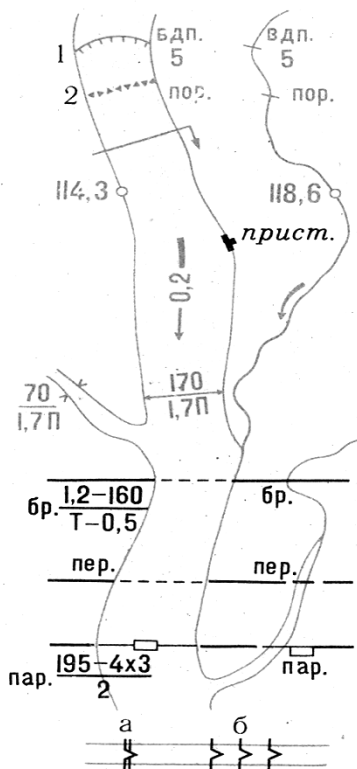
Овраги и промоины: 1 — шириной в масштабе карты более 1 мм; 2 — шириной 1 мм и менее; 125, 8 и 4 — ширина между бровками, 7 и 3 — глубина в метрах



1 — обрывы (21 — высота в метрах); 2 — укрепленные уступы полей на террасированных участках склонов

8. ГИДРОГРАФИЯ

	Реки и каналы судоходные		Береговая линия постоянная и определенная
	Реки и каналы несудоходные		Береговая линия непостоянная и неопределенная
	Небольшие реки и ручьи		Берега обрывистые: 1 — без пляжа; 2 — с пляжем, не выражающимся в масштабе карты
	Каналы и канавы		



1 — водопады (5 — высота падения воды в метрах);

2 — пороги

Начало регулярного судоходства

Отметки урезов воды

Пристани

Стрелки, указывающие направление течения рек (0,2 — скорость течения в м/с)

Характеристика рек и каналов: 170 — ширина, 1,7 — глубина в метрах, П — характер грунта дна

Броды: 1,2 — глубина, 160 — длина в метрах, Т — характер грунта, 0,5 — скорость течения в м/с

Перевозы

Паромные переправы: 195 — ширина реки, 4x3 — размеры паромов в метрах, 2 — грузоподъемность в тоннах

Шлюзы

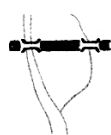
Плотины: 1 — проезжие; 2 — непроезжие. Характеристика плотин: К — материал сооружения, 250 — длина, 8 — ширина в метрах, 120,5 — отметка на гребне плотины, 114,3 и 102,2 — отметки верхнего и нижнего уровней воды

Мосты



Характеристика мостов: К — материал постройки (К — каменный, М — металлический, ЖБ — железобетонный, Д — деревянный); 8 — высота над уровнем воды (на судоходных реках); 370 — длина моста, 10 — ширина проезжей части в метрах, 60 — грузоподъемность в тоннах

Продолжение прил. 1

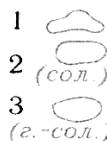


Мосты и путепроводы, не выражающиеся в масштабе карты, длиной:

до 30 м (на карте 1:25 000);
до 60 м (на карте 1:50 000);
до 120 м (на карте 1:100 000)

51,1 к. Айтым
гл. 25 м, 500 л/ч

Главные колодцы (500 л/ч — наполняемость колодца)



1
2 (сол.)
3 (г.-сол.)

Озера: 1 — пресные; 2 — соленые; 3 — горько-соленые

40,2 арт. к.
1500 л/ч

Артезианские колодцы и артезианские скважины (1500 л/ч — дебит скважины)

— — — — — Водопроводы наземные
— • — — — — Водопроводы подземные
— ○ — — — — Кяризы действующие
— ○ — — — — Кяризы недействующие

Колодцы
 Источники (ключи, родники)
 Водохранилища, не выражающиеся в масштабе карты
 Чигири

9. РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ И ГРУНТЫ

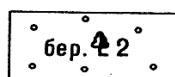
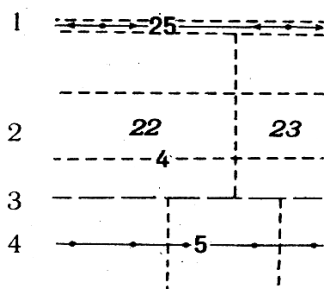
1 сосна $\frac{25}{0,30} 6$
2 клен $\frac{25}{0,30} 6$
3 ель бер. $\frac{25}{0,30} 6$

Преобладающие породы деревьев в лесу:
1 — хвойные (ель, сосна, пихта, кедр и др.);
2 — лиственные (береза, дуб, клен и др.);
3 — смешанные

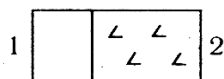
Характеристика древостоя: 25 — высота деревьев, 0,30 — толщина, 6 — расстояние между деревьями в метрах

Просеки в лесу:

1 — просеки шириной:
20 м и более (для карты 1:25 000);
40 м и более (для карты 1:50 000);
60 м и более (для карты 1:100 000);
линии электропередачи по просекам;
2 — прочие просеки: 25,4 — ширина просек в метрах;
22, 23 — номера лесных кварталов;
3 — лесные дороги по просекам;
4 — линии связи по просекам
(5 — ширина просеки)



Поросль леса, лесные питомники и молодые посадки леса высотой до 4 м (2 — средняя высота деревьев в метрах)



1 — низкорослые (карликовые) леса;
2 — буреломы

1 2 3

Отдельные рощи, не выражающиеся в масштабе карты, имеющие значение ориентиров: 1 — хвойные; 2 — лиственные; 3 — смешанные



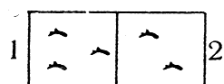
Кустарники: 1 — отдельные кусты и группы кустов;
2 — сплошные заросли

• • • • • 6 • • • • •

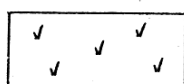
Узкие полосы леса и защитные лесонасаждения (6 — средняя высота деревьев в метрах)

••

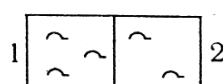
Небольшие площади леса, не выражающиеся в масштабе карты



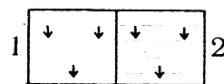
Саксаул: 1 — отдельные группы; 2 — сплошные заросли



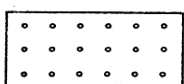
Заросли бамбука



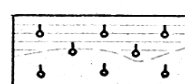
Стланник: 1 — отдельные группы; 2 — сплошные заросли



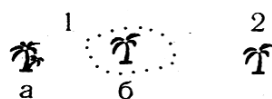
Рисовые поля: 1 — увлажняемые в период вегетации; 2 — затопляемые в период вегетации



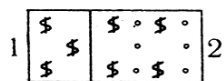
Фруктовые и citrusовые сады



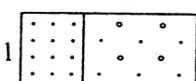
Мангровые заросли



1 — пальмовые роши; 2 — отдельные пальмы

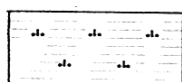


1 — виноградники; 2 — фруктовые и citrusовые сады с виноградниками



1 — ягодные сады (смородина, малина и др.); 2 — фруктово-ягодные сады

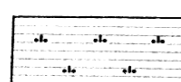
Болота



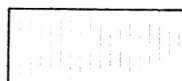
Проходимые моховые



Проходимые травянистые



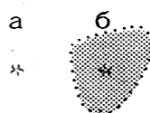
Непроходимые и труднопроходимые



Солончаки проходные



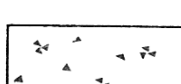
Солончаки непроходимые (мокрые и пухлые)



Такры

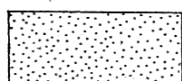


Галечниковые и гравийные поверхности



Каменные россыпи и щебеночные поверхности

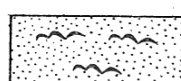
Пески



Ровные



Лунковые и ячеистые



Барханные



Бугристые



Грядовые и дюнные

Некоторые справочные данные о местности

1. Признаки лавиноопасных и камнепадоопасных мест

Снежные осы (оползни), т.е. быстрое соскальзывание снега со всей поверхности ската, происходит обычно после сильных снегопадов. Осы подвержены крутые, чаще всего южные скаты, покрытые смерзшейся травой затвердевшей (настойной) снежной коркой, где сцепление массы свежеснежавшего снега с подстилающей поверхностью бывает наиболее слабым.

Снежные лавины в отличие от осов движутся не по всему скату, а по строго фиксированным руслам, представляющим собой желобообразные ложбины (желоба). Лавины обычно возникают лишь на скатах при крутизне 20-50°, покрытых большими скоплениями снега. Такие лавиносы образуются преимущественно на выпуклых и вогнутых скатах. Снежные обвалы могут происходить в любое время года (в высокогорных районах), но чаще всего зимой после больших снегопадов, во время оттепелей, во время сильных метелей или сразу после них. Начавшиеся морозы также могут увеличивать опасность лавин. В эти периоды даже самые незначительные причины могут вызвать лавину (пересечение лавиноопасного ската человеком или животным, порыв ветра, сотрясение воздуха от взрыва, выстрела или даже громкого окрика).

Признаками лавиноопасных мест служат: наличие на склонах гор лавиносы и желобов, по которым происходит движение лавин и камней; следы ранее прошедших лавин – нагромождение снега и камней у подошвы ската, вырванные или согнутые деревья и кусты на скатах.

Камнепады (каменные обвалы) чаще всего происходят в период таяния снегов и ледников, во время морозов, сильной жары, грозы или сильного ветра. Они вызваны естественным разрушением горных пород, в процессе которого отдельные падающие обломки, быстро скатываясь по крутым склонам, срывают и увлекают за собой массу других камней. Эти каменные потоки, стремительно несущиеся по наиболее крутым местам, преимущественно по ранее образовавшимся желобам, обладают большой разрушительной силой. Наиболее опасны скальные участки, образованные сильно растрескавшимися выходами горных пород, крутые каменистые скаты с крупной осыпью, а также расширенные участки желобов. Признаками мест, подверженных камнепадам, являются борозды и застрявшие на заснеженных склонах камни, каменная осыпь у выходов желобов, лишенная почвенно-растительного покрова, а также обилие камней у подошв скатов.

Продолжение прил. 2

2. Классификация по механическому составу рыхлых грунтов

Наименование обломков и частиц: <u>окатанных</u> неокатанных	Размеры обломков и частиц, мм	Наименование грунтов	Механический состав грунтов
1	2	3	4
1. Каменистые грунты			
<u>Валун</u> Камень	Более 100	Крупнообломочный	Сложен более чем наполовину из обломков крупнее 100 мм; остальное – примесь гравия, песка или глины
<u>Галька</u> Щебень	10-100	Галечный Щебеночный	Более чем наполовину состоит из обломков крупнее 10 мм, в основном из гальки или щебня
<u>Гравий</u> Хрящ или дресва	2-10 5-10 2-5	Гравийный Хрящеватый Дресвяный	Преобладают обломки крупнее 2 мм, в основном гравий или соответственно хрящ, дресва
2. Песчаные и пылеватые грунты			
Песок крупный «-» средний «-» мелкий	0,5–1 0,25–0,5 0,1–0,25	Песчаный	Состоит в основном из зерен песка той или иной крупности с незначительной примесью глины (менее 3%)
«-»	0,1–0,25	Супесчаный	Состоит в основном из песка, но с большей примесью глины – от 3 до 10%
Пылеватые части (пыль)	0,01–0,1	Пылевато-песчаный	Мелкий песок со значительной примесью пылеватых частиц (более 25%)
То же	0,01–0,1	Лёссовый	Состоит на 70–75% из пылеватых частиц, остальное примесь мелкого песка или глины
Песок крупный «-» средний «-» мелкий	0,5–1 0,25–0,5 0,1–0,25	Песчаный	Состоит в основном из зерен песка той или иной крупности с незначительной примесью глины (менее 3%)
«-»	0,1–0,25	Супесчаный	Состоит в основном из песка, но с большей примесью глины – от 3 до 10%
Пылеватые части (пыль)	0,01–0,1	Пылевато-песчаный	Мелкий песок со значительной примесью пылеватых частиц (более 25%)

Продолжение прил. 2

1	2	3	4
То же	0,01–0,1	Лёссовый	Состоит на 70–75% из пылеватых частиц, остальное примесь мелкого песка или глины
3. Грунты глинистого состава			
Глина	Менее 0,01	Суглинистый	Состоит из смеси глины (от 10 до 30%), песка и пыли. Если пыли больше, чем песка, суглинок называется пылеватым
Глина	Менее 0,01	Глинистый	В основном состоит из глины (не менее 30%) и мелкого песка. Если глины больше 50%, то грунт называется жирной глиной, а если преобладает песок, – тощей

Как видно из таблицы, мелкозернистые грунты подразделяются не только по размерам преобладающих в них частиц, но и по содержанию в них глины. Это объясняется особой способностью глинистых частиц даже при небольшом их содержании влиять на свойства грунта: чем больше в грунте содержится глинистых частиц, тем сильнее проявляется его связность, пластичность, способность к размоканию; вместе с тем уменьшается водопроницаемость грунта. Супесчаные и суглинистые грунты дополнительно подразделяют в зависимости от содержания в них глины на *тяжелые*, если содержание глинистых частиц близко к максимальному для данного грунта, и *легкие*, если количество таких частиц ближе к нижнему пределу.

Грунты, в которых преобладают обломки или частицы смешанного состава, именуют двойным названием в зависимости от соотношения слагающих их материалов, например песчано-галечный (если преобладает песок) или галечно-песчаный (преобладает галька), гравийно-песчаный (преобладает гравий) и т.п.

Отличительные признаки рыхлых грунтов

Наименование грунта	Внешний вид	Состояние грунта		Ощущение при растирании сухого грунта пальцами	Способность влажного грунта скатываться на ладони
		сухого	влажного		
Каменистый	Разновидности каменистого грунта легко различаются по внешнему виду слагающих его обломков и частиц				
Песчаный	Зернистая структура, видны только зёрна песка	Сыпучий	Не пластичен	Ощущение песчаной массы, глинистых частиц не чувствуется	Не скатывается
Супесчаный	Видны зерна песка и пылевато-мучнистая примесь	Комья грунта легко рассыпаются	Не пластичен	Чувствуется преобладание песка	Не скатывается
Суглинистый	Заметны лишь отдельные зерна песка	Комья грунта с трудом раздавливаются пальцами	Пластичный, липкий	Ощущаются отдельные зерна песка	Получить шнур тоньше 3 мм не удастся. Скатанный шарик при сдавливании образует лепешку с трещинами по краям
Глинистый	Однородная масса. Жирная глина дает блеск на поверхности среза, тощая – образует матовую поверхность	Комья грунта раздавливаются с трудом	Жирная глина очень пластичная, вязкая и липкая; тощая – менее пластичная	Песчаных частиц не ощущается. Жирная глина дает ощущение жирности	Раскатывается в длинные шнуры толщиной до 1 мм. Скатанный шарик при сдавливании не трескается по краям
Лёссовый	Связная палево-желтая или желто-бурая порода с хорошо видимыми крупными порами	Обладает значительной прочностью	Пластичный, липкий	Ощущение пылевато-мучнистой массы	Скатывается в шнур

3. Классификация и техническая характеристика почв

Характерные признаки и техническая характеристика почв (цифры в скобках означают содержание гумуса и примерную мощность верхнего гумусового слоя)	Географическая характеристика почв
1	2
1. Дерново-подзолистые почвы (1–3%; 40–80 см). Отличаются серой или светло-серой (цвета золы) окраской и отсутствием крупитчатости (бесструктурны). Их дорожные и строительные свойства определяются в основном механическим составом: глинистые, суглинистые, супесчаные и песчаные.	Широко распространены в северной половине РФ в полосе хвойных (таежных) и смешанных лесов.
2. Черноземные почвы (более 5%, иногда до 20%; 0,5–1 м, иногда более). Черная или черно-бурая окраска и комковатая или зернистая структура с размером зерен 0,5–5 мм. Отличаются высоким содержанием гумуса и пылевато-глинистым механическим составом, вследствие чего обладают очень плохими дорожными свойствами: грунтовые дороги сильно пылят, а в распутицу часто бывают непроезжими. Местами встречаются черноземы супесчаного, а в горно-степных районах – суглинисто-каменистого состава, допускающие автомобильное движение при любой погоде. По трудности разработки относятся к слабым грунтам, а щебенистые – к средним.	Характерны для степных и лесостепных областей с сухим жарким летом и морозной, чаще малоснежной зимой. Широко распространены в южной половине РФ. Развита преимущественно в районах с равнинным или слабоволнистым рельефом.
3. Бурые и серые лесные почвы (до 10%; 10–25 см). Имеют коричневатую-бурую или темно-серую окраску и зернистую или ореховатую структуру. По механическому составу и дорожным свойствам сходны с черноземами.	Распространены в зоне широколиственных (дубовых, буковых и др.) лесов Европейской части РФ с умеренно-влажным климатом.
4. Каштановые (2–5%; 0,5 м) и бурые (2–3%; 20–30 см) пустынно-степные почвы . Имеют коричневатую-бурую (каштановую) или бурую окраску и пылеватую структуру. По механическому составу близки к черноземам. Дорожные свойства в общем удовлетворительные, а у каменистых почв – очень хорошие: грунтовые дороги пригодны для автомобильного движения в любое время года и при любой погоде, быстро просыхают, местами сильно пылят.	Преобладают в сухих степных и полупустынных районах юго-востока Европейской части РФ и в некоторых других местах южнее черноземной зоны.

Продолжение прил. 2

1	2
5. Сероземные почвы (до 2%; 10–20 см). Светло-серая, беловатая, иногда бурая окраска. Наиболее типичны сероземы на лёссах – пылевато-суглинистые и пылевато-песчаные. Лёссовые сероземы отличаются низкими дорожными свойствами: дороги при интенсивном движении покрываются толстым (иногда до 0,2 м) слоем пыли, сильно затрудняющей движение («сухая распутица»); в дождливую погоду образуют труднопроходимую грязь. 6. Засоленные почвы – солонцы, солончаки (сильно засоленные) и шоры (мокрые солончаки). Они легко распознаются по белой тонкой соляной корке (солончаки), под которой иногда залегает мокрая черная масса, или по чрезвычайно рыхлому поверхностному покрову («пухлые» солончаки и солонцы) светло-серой или коричневатой окраски. Под этим маломощным рыхлым слоем залегает весьма твердый грунт, не поддающийся в сухом состоянии разработке без применения кирок и ломов. В увлажненном состоянии образуют глубокую, липкую, непроходимую грязь, которая медленно просыхает. При любой погоде проезжи лишь почвы песчаного состава.	Наиболее характерны для равнин и предгорий Средней Азии, встречаются в Закавказье. Встречаются в любых климатических условиях, вплоть до тундровых и таежных, но наиболее широко распространены в засушливых районах – в степях и пустынях. Обычно располагаются в замкнутых котловинах, образуя площади от нескольких десятков квадратных метров до десятков квадратных километров, а иногда и более. Наиболее часто встречаются в Средней Азии, Казахстане и Закавказье.

4. Некоторые ориентировочные данные о проходимости местности

а) Примерная скорость движения по целине на подъем при сухом твердом грунте, км/час

Крутизна скатов	3–5°	6–10°	11–15°	16–20°
Средства передвижения				
Колёсные машины...	20-15	15-12	12-8	8-5
Гусеничные тягачи (с прицепом)....	12-10	10-7	7-5	5-3
Тракторы повышенной проходимости.....	15-12	12-10	10-6	6-4
Пешеходы.....	5-4	4-3	3-2,5	2,5-2

Время в горах по дорогам определяется из расчета средней скорости движения: 20-25 км/час днем и 15-20 км/час ночью.

На размокших глинистых, лёссовых грунтах, черноземных, бурых и серых лесных почвах скорость движения снижается на 25-50%.

Продолжение прил. 2

б) Примерная скорость движения по снежной целине, км/час

Глубина снежного покрова \ Средства передвижения	20 см	50 см	80 см	Максимально преодолеваемая глубина снега, м
Колесные машины...	6–10	Движение не возможно		0,30–0,35
Колесные тягачи	12	8	Невозможно	0,35–0,40
Гусеничные машины:				
20–40 т	20–25	10–12	4–5	0,80
50–60 т	25–30	12–15	5–6	1,00
Пешеходы	3–4	1,5–2	–	0,50–0,60

в) Доступность вертикальных стенок (обрывов, эскарпов) и канав (рвов, промоин) при сухом твёрдом грунте

Виды техники	Доступная высота стенок, м	Доступная ширина канав, м
Тракторы и тягачи без прицепов	До 0,4–0,6	До 1,6–2,0

Примечание. Высоту стенки h и ширину канавы a , преодолеваемых тягачами, можно приближенно определить по формулам:

$$h = 0,1 (2l - m),$$

$$a = 0,4l,$$

где l – длина тягача; m – высота тягача в м.

г) Проходимость рек вброд

Переправляющиеся подразделения и средства	Предельная глубина брода в м при скорости течения		
	до 1 м/с	до 2 м/с	более 2 м/с
Пешеходы.....	1,0	0,8	0,6
Автомобили:			
легковые и грузовые до 2 т	0,6	0,5	0,4
грузовые 3 – 3,5 т.....	0,8	0,7	0,6
грузовые 5 т.....	0,9	0,8	0,7
Гусеничные тягачи.....	1,0	0,9	0,8
Тракторы тяжёлые гусеничные	1,5	1,4	1,3

д) Проходимость рек по льду

Средства передвижения	Минимальная толщина льда в см при средней температуре в течение не менее трех суток			Минимальная дистанция между машинами, м
	–10° и ниже	от –10° до 0°	0° и выше кратковременная оттепель	
Колёсные машины весом:				
5 т.....				
10 т.....	22	24	28	15
15 т.....	28	31	35	20
Гусеничные машины	36	40	45	25
весом:				
20 т.....				
40 т.....				
60 т.....	40	44	50	25
	57	63	71	40
	70	77	88	45

е) Примерная проходимость незамерзших сплошных торфяных болот

Средства передвижения	Гусеничные машины весом, т			Колёсные машины
	50–60	20–40	10–20	
Плотность (увлажненность) торфа и приближенный способ ее определения				
Очень плотный (слабоувлажненный): при сжатии торфа в руке не чувствуется уменьшения его объема, вода не выделяется	Проходят			Чаще всего не проходят
Плотный (среднеувлажненный): в руке торф сжимается незначительно; вода выделяется, но не стекает с руки, масса между пальцами почти не продавливается	Не проходят	Проходят		Не проходят
Рыхлый (увлажненный): при сжатии торф значительно уменьшается в объеме, вода выделяется каплями, масса продавливается между пальцами	Не проходят		Проходят	Не проходят
Очень рыхлый (сильноувлажненный): при сжатии торфа в руке вода стекает струйкой, масса продавливается, частично растекается	Не проходят			

ж) Примерная проходимость замерзших болот

Минимально допускаемая толщина промерзшего слоя болота, см Средства передвижения	Болота с травянистой растительностью	Болота с моховой растительностью
Колесные машины весом: 5 т.....	10–12	15–17
10 т.....		
Гусеничные машины весом:		
15–20 т.....	15–17	17–20
25–35 т.....	16–18	25
40–60 т.....	20–25	30–35
	35–40	45

Приложение 3

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕННЫХ ПОДПИСЕЙ, ПРИМЕНЯЮЩИХСЯ НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ

Сокращенные подписи	Значение подписей	Сокращенные подписи	Значение подписей
А		биол. ст. биол. ст. бл.-п. бол. больн. бр. бр. бр. мог. б. тр. бум. бур. бух. Биологическая станция Блок-пост (железнодорожный) Болото Больница Брусчатка (материал покрытия дороги) Брод Братская могила Будка трансформаторная Бумажной промышленности (фабрика, комбинат) Буровая вышка, скважина Бухта	
А.	Асфальт, асфальтобетон (материал покрытия дороги)		
абразив.	Абразивный завод		
авт.	Автомобильный завод		
авторем.	Авторемонтный завод (мастерские)		
авт. ст.	Автомобильная станция		
алб.	Алебастровый завод		
анг.	Ангар		
анил.	Анилино-красочный завод		
апат.	Апатитовые разработки		
ар.	Арык (канал или канава в Средней Азии)		
арт. к.	Артезианский колодец		
арх.	Архипелаг		
асб.	Асбестовый завод, карьер, рудник		
астр.	Астрономический пункт		
асф.	Асфальтовый завод		
аэрд.	Аэродром		
аэроп.	Аэропорт		
Б		В ваг. вдкч. вдп. вдпр. ст вдхр. вечнозел вин. вкз. влк. вод. Вязкий (грунт брода) Вагоноремонтный, вагоностроительный завод Водокачка Водопад Водопроводная станция Водохранилище Вечнозеленые лиственные породы леса Винодельческий, винокуренный завод Вокзал Вулкан Водонапорная башня	
Б	Булыжник (материал покрытия дороги)		
б.	Балка (при собственном названии)		
бар.	Барак		
бас.	Бассейн		
бер.	Берёза (порода леса)		
бет.	Бетонный (материал плотин)		

Продолжение прил. 3

Сокращенные подписи	Значение подписей	Сокращенные подписи	Значение подписей
	Г		Ж
Г.	Гравий (материал покрытия дороги)	ЖБ	Железобетонный (материал плотины, моста)
гав.	Гавань	жел.	Железистый источник, место добычи железной руды, железообогатительная фабрика
газ.	Газовый завод, газовая вышка, скважина	жел.-кисл. животн.	Железнокислый источник
газг.	Газгольдер (большой резервуар для газа)		Животноводческий
галеч.	Галечник (место добычи)		З
гар.	Гараж	зап.	Запань (заводь, речной залив)
гидрол. ст.	Гидрологическая станция	запов.	Заповедник
гидромет. ст.	Гидрометеорологическая станция	засып.	Засыпанный колодец
гипс.	Гипсовый завод, карьер, рудник	зат.	Затон (залив на реке, используемый для зимовки и ремонта судов)
глин.	Глина (место добычи)	звер.	Звероводческая ферма, питомник
глиноз.	Глиноземный завод	зем.	Земляной (материал плотины)
гор.	Горячий источник	зерк.	Зеркальный завод
гост.	Гостиница	зерн.	Зерносклад
г. прох.	Горный проход	зим.	Зимовка, зимовье
гряз.	Грязевой вулкан	зол.	Золотой прииск, месторождение
г.-сол.	Горько-соленая вода (в озерах, источниках, колодцах)		И
гсп.	Госпиталь	изв.	Известковый карьер, печь для обжига извести
ГЭС	Гидроэлектростанция	инст.	Институт
	Д	иск. волок.	Искусственного волокна (фабрика)
Д	Деревянный (материал моста, плотины)	ист.	Источник
дв.	Двор		К
дет. д.	Детский дом	К.	Каменистый (грунт брода), колотый камень (материал покрытия дороги), каменный (материал моста, плотины)
Д.О.	Дом отдыха		Колодец
домостр.	Домостроительный завод, комбинат		
древ.	Деревообрабатывающей промышленности (завод, фабрика)		
дров.	Дровяной склад		
		К. или к.	

Продолжение прил. 3

Сокращенные подписи	Значение подписей	Сокращенные подписи	Значение подписей
каз.	Казарма	ледн.	Ледник
кам.	Каменоломня, камень	лесню	Дом лесника
кам.-дроб.	Камнедробильный завод	леснич.	Лесничество
		лесню	Лесопильный завод
кам. уг.	Каменный уголь (место добычи)	лесхоз.	Леспромхоз
кан.	Канал	леч.	Лечебница
канат.	Канатный завод	ЛЗС	Лесозащитная станция
каракул.	Каракулеводческая ферма	лим.	Лиман
карант.	Карантин	листв.	Лиственница (порода леса)
кауч.	Каучуковый завод, плантация каучуконосов	льнообр.	Льнообрабатывающий завод
керам.	Керамический завод	М	Металлический (материал моста, ворот шлюза)
кин.	Кинематографической промышленности (фабрика, завод)	м.	Мыс, местечко
		мак.	Макаронная фабрика
кирп.	Кирпичный завод	маргар.	Маргариновый завод
Кл.	Клинкер (материал покрытия дороги)	маслоб.	Маслобойный завод
кладб.	Кладбище	Маш.	Машиностроительный завод
кож.	Кожевенный завод	меб.	Мебельная фабрика
кокс.	Коксохимический завод	медепл.	Медеплавильный завод, комбинат
комбик.	Комбикормовый завод	медн.	Медные разработки
компрес.	Компрессорная станция	мет.	Металлургический завод, завод металлоизделий
ст.		мет.-обр.	Металлообрабатывающий завод
кон.	Коневферма, конный завод	мет. ст.	Метеорологическая станция
конс.	Консервный завод	мех.	Меховая фабрика
крахм.	Крахмало-паточный, крахмальный завод	мин.	Минеральный источник
креп.	Крепость	ММС	Машиномелиоративная станция
круп.	Крупяной завод, крупорушка	МТМ	Машинотракторная мастерская
кум.	Кумирня	МТФ	Молочно-товарная ферма
кур.	Курорт		
	Л		
лаг.	Лагуна		
лакокр.	Лакокрасочный завод		

Продолжение прил. 3

Сокращенные подписи	Значение подписей	Сокращенные подписи	Значение подписей
мол.	Молочный завод	пещ.	Пещера
мон.	Монастырь	пив.	Пивоваренный завод
мрам.	Мрамор (место добычи)	пит.	Питомник
мук.	Мукомольная мельница	пл.	Платформа (железнодорожная)
мыл.	Мыловаренный завод	пластм.	Пластических масс (завод)
мясн.	Мясной завод, комбинат	плат.	Платина (место добычи)
	Н	плот.	Плотина
набл.	Наблюдательная вышка	плем.	Племенная животноводческая ферма
наполн.	Наполняемость колодца	погр. заст.	Пограничная застава
нефт.	Нефтедобыча, нефтеперегонный завод, нефтехранилище, нефтяная вышка	погр. кмд.	Пограничная комендатура
ник.	Никель (место добычи)	погруз.	Погрузочно-разгрузочная площадка
	О	пож.	Пожарная вышка (депо, сарай)
оаз.	Оазис	полиг.	Полиграфической промышленности (комбинат, фабрика)
обсерв.	Обсерватория	пор.	Порог, пороги
обув.	Обувная фабрика	пос. пл.	Посадочная площадка
ОВР.	Овраг	пр.	Пруд, пролив, проезд (под путепроводом)
овц.	Овцеводческая ферма	прист.	Пристань
огнеуп.	Огнеупорных изделий завод	провол.	Проволочный завод
оз.	Озеро	ПрЦ	Производственный центр
ор.	Оранжерея	ПС	Поселковый совет
ост. п.	Остановочный пункт (железнодорожный)	птиц.	Птицеводческая ферма, птичник
ОТФ	Овцетоварная ферма	ПТФ	Птицетоварная ферма
охотн.	Охотничья изба	пут. п.	Путевой пост
	П		Р
П.	Песчаный (грунт брода), пашня	рад.	Радиозавод
пам.	Памятник	радиост.	Радиостанция
пар.	Паром	раз.	Разъезд
парф.	Парфюмерно-косметическая фабрика	разв.	Развалины
пас.	Пасека	разр.	Разрушенный
пер.	Перевал (горный)	рез.	Резиновых изделий (завод, фабрика)
пес.	Песок (место добычи)	рис.	Рисоводческое хозяйство

Продолжение прил. 3

Сокращенные подписи	Значение подписей	Сокращенные подписи	Значение подписей
род.	Родник	стал.	Сталелитейный завод
р. п.	Рабочий поселок	стан.	Становище, стойбище
руд.	Рудник	стекл.	Стекольный завод
рыб.	Рыбный промысел, завод, фабрика	ст. перекач.	Станция перекачки
рыб. пос.	Рыбацкий поселок	стр. м.	Строительных материалов завод
	С	СТФ	Свинотоварная ферма
сан.	Санаторий	суд.	Судоремонтный, судостроительный завод
сар.	Сарай	сук.	Суконная фабрика
сах.	Сахарный завод	сух.	Сухой колодец
св.	Свыше (при подписывании грузоподъемности мостов)	суш.	Сушильня
свекл.	Свекловодческое хозяйство		Т
свин.	Свиноводческая ферма	Т	Твердый (грунт брода)
свинц.	Свинцовый рудник	таб.	Табачная фабрика
сел. ст.	Селекционная станция	тальк.	Тальковые разработки
серн.	Сернистый источник, серный рудник	там.	Таможня
сил.	Силосная башня	текст.	Текстильной промышленности (комбинат, фабрика)
силик.	Силикатной промышленности (завод, фабрика)	тер.	Террикон (отвал пустой породы у шахт)
скип.	Скипидарный завод	техн.	Техникум
скл.	Склад	тов. ст.	Товарная станция
сланц.	Сланцевые разработки	тол.	Толевый завод
смол.	Смолокурный завод	торф.	Торфяные разработки
сол.	Соленая вода, солеварня, соляные разработки, копи	тракт.	Тракторный завод
соп.	Сопка	трик.	Трикотажная фабрика
сорт. ст.	Сортировочная станция	тун.	Туннель
спас. ст.	Спасательная станция	ТЭЦ	Теплоэлектроцентраль
спич.	Спичечная фабрика		У
СС	Сельсовет	уг.-кисл.	Углекислый источник
ст.	Станция	укр.	Укрепление
стад.	Стадион	ур.	Урочище
		ущ.	Ущелье
			Ф
		ф.	Форт
		факт.	Фактория (торговое поселение)

Окончание прил. 3

Сокращенные подписи	Значение подписей	Сокращенные подписи	Значение подписей
фан.	Фанерный завод		Ш
фарф.	Фарфорово-фаянсовый завод	шах.	Шахта
фер.	Ферма	швейн.	Швейная фабрика
фирн.	Фирновое поле (снежное поле из зернистого снега в высокогорных районах)	шиф.	Шиферный завод
		шк.	Школа
фосф.	Фосфоритный рудник	Шл.	Шлак (материал покрытия дороги)
фт.	Фонтан	шл.	Шлюз
	Х	шпаг.	Шпагатная фабрика
х., хут.	Хутор	шт.	Штольня
хим.	Химический завод		Щ
хим. фарм.	Химико-фармацевтический завод	Щ	Щебень (материал покрытия дороги)
хлебз.	Хлебозавод	шел.	Щелочной источник
хлоп.	Хлопководческое хозяйство, хлопкоочистительный завод		Э
холод.	Холодильник	элев.	Элеватор
хр.	Хребет	эл. подст.	Электрическая подстанция
хром.	Хромовые разработки	эл.-ст.	Электростанция
хруст.	Хрустальный завод	эл.-техн.	Электротехнический завод
		эф.-масл.	Завод эфирных масел
			Ю
Ц	Ц	юр.	Юрта
	Цементобетон (материал покрытия дороги)		Я
цвет.	Цветной металлургии (завод)	яг.	Ягодный сад
цем.	Цементный завод		
цинк.	Цинковый рудник		
цитрус.	Цитрусовая плантация		
	Ч		
чаин.	Чайная фабрика		
черепич.	Черепичный завод		
ч. мет.	Черной металлургии (завод)		
чуг.	Чугунолитейный завод		

1. Рисовка горизонталями рельефных моделей местности

Существенную помощь обучающемуся в практическом усвоении сущности способа горизонталей оказывают упражнения в рисовке горизонталями рельефных моделей местности. Эту работу рекомендуется выполнять следующим образом:

а) начертить на бумаге в заданном масштабе контур доски, на которой расположена модель;

б) уяснить на модели типовые формы рельефа и перенести на бумагу характерные точки и линии, изобразив их заметками в заданном масштабе (рис. 4П1); положение характерных точек и линий рельефа определяется путем измерения расстояний до них от краев доски, на которой расположена модель (для каждой точки делаются измерения с двух сторон – от одного края доски и от другого, перпендикулярного к нему);

в) определить в сантиметрах и подписать на плане превышения над плоскостью доски всех характерных точек – вершин, седловин, котловин, а также мест перегибов скатов (рис. 4П2, а).

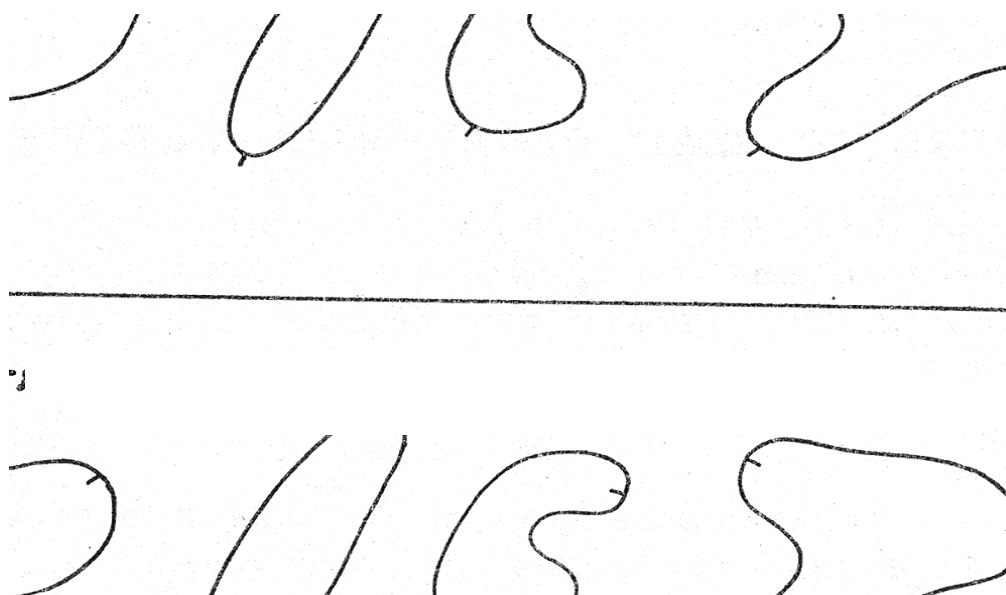


Рис. 4П1. Изображение типовых форм рельефа заметками:

- 1 – вершина: изображается одной горизонталью, вырисовывающей ее очертание в натуре;
- 2 – дна котловины: изображается так же, как вершина, но указатели скатов направлены внутрь;
- 3 – водораздел и водослив: изображаются линиями, показывающими их направление в натуре; дужки своими выпуклостями направлены: у водораздела – в сторону его понижения, у водослива – наоборот;
- 4 – седловина: изображается прерывистой линией, показывающей форму и ориентировку площадки в натуре

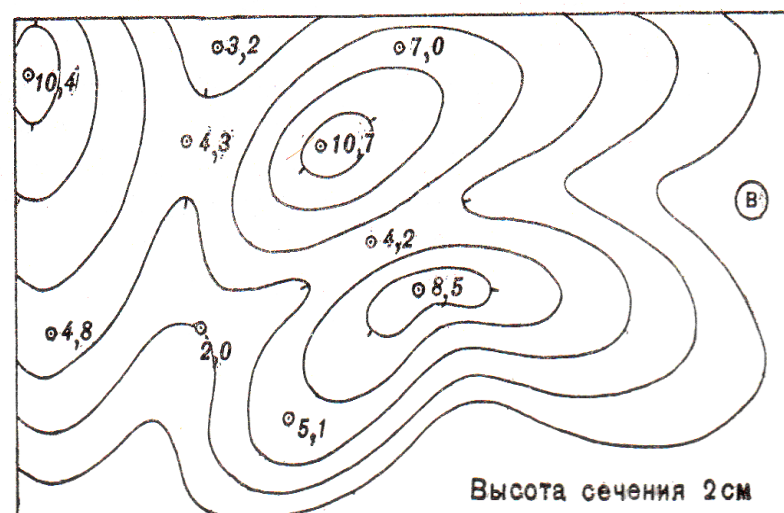
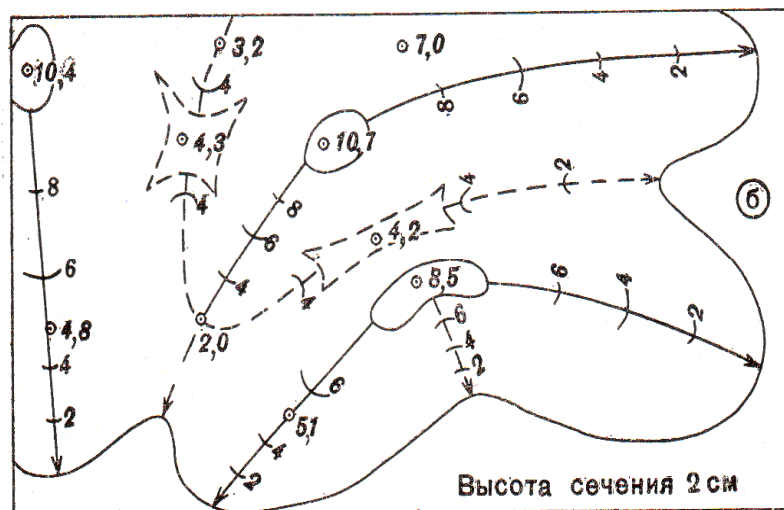
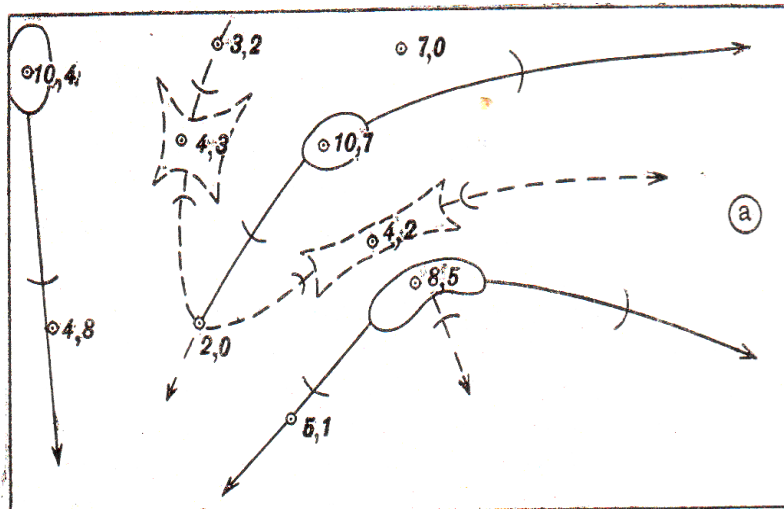


Рис. 4П2. Последовательность работы при рисовке горизонталями рельефных моделей

После выполнения этой работы переходят ко второму этапу:

а) глядя на модель, проводят на бумаге линию подошвы, соединяя между собой концы стрелок водоразделов и водосливов;

б) в зависимости от высоты сечения делят все водоразделы и водосливы на столько частей, сколько должно быть проведено горизонталей в соответствии с установленной высотой сечения; этот расчет и разбивку делают, сообразуясь с подписанными ранее отметками (рис. 2, б);

в) проводят слегка горизонтали; рисовку надо начинать от подошвы и следить за тем, чтобы горизонтали изгибались на линиях водоразделов и водосливов в соответствии с моделью рельефа;

г) окончательно оформляют чертеж (рис. 2, в).

При рисовке рельефа модели, изготовленной в ящике с песком, положение характерных точек и линий определяется путем измерения от бортов ящика.

Если необходимо изобразить горизонталями рельеф модели в пределах всего ящика, то предварительно надо натянуть на ящик сверху сетку квадратов из бечевки. Начертив в масштабе такую же сетку на бумаге, определяют положение точек и линий по ее квадратам.

Превышения точек определяются в сантиметрах путем измерения линейкой от плоскости сетки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ИСТОРИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС В РАЗВИТИИ ТОПОГРАФИИ, КАРТОГРАФИИ И ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ.....	5
2. РЕЛЬЕФ МЕСТНОСТИ, ЕГО ТИПОВЫЕ ФОРМЫ, ХАРАКТЕРНЫЕ ЛИНИИ И ТОЧКИ	15
2.1. Топографические элементы местности.....	15
2.1.1. Основные определения и понятия.....	15
2.2.2. Рельеф местности, его типовые формы, характерные линии и точки.....	15
2.2. Классификация местности по степени пересеченности и ее закрытости.....	22
2.3. Классификация местности по характеру рельефа	23
2.4. Почвенно-грунтовый покров	30
2.5. Леса.....	38
2.6. Реки, дорожная сеть и населенные пункты	40
2.6.1. Реки.....	40
2.6.2. Дорожная сеть и населенные пункты	43
3. ОРИЕНТИРОВАНИЕ НА МЕСТНОСТИ БЕЗ КАРТЫ	48
3.1. Сущность и способы ориентирования	48
3.2. Выбор и использование ориентиров	48
3.3. Определение направлений на стороны горизонта по приборам	50
3.4. Измерение углов.....	56
3.5. Определение направлений	61
3.6. Измерение расстояний	62
3.7. Движение по азимутам	71
3.8. Особенности ориентирования на местности без карты в различных условиях.....	75
4. ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	78
4.1. Назначение и краткая характеристика топографических карт.....	78
4.2. Подготовка карты к работе	80
4.3. Принадлежности для работы с картой.....	90
4.4. Разграфка и номенклатура топографических карт	91
4.5. Определение расстояний по карте.....	95
4.6. Определение площадей по карте аналитическим, графическим и механическим способами.....	99

4.7. Определение площадей по карте с помощью электронного планиметра Planix 7	106
4.7.1. Устройство планиметра.....	106
4.7.2. Работа с планиметром.....	109
4.7.3. Определение площадей участков (территорий).....	119
4.7.4. Порядок определения площадей участков (территорий), их увязка и составление экспликации.....	122
4.8. Изображение местных предметов на топографических картах	125
4.9. Изображение рельефа на топографических картах	132
4.10. Определение по карте высот и взаимного превышения точек местности	138
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ ПО КАРТЕ.....	143
5.1. Понятие о координатах.....	143
5.2. Координатная (километровая) сетка на картах	149
5.3. Дополнительная координатная сетка на стыке соседних зон.....	150
5.4. Определение прямоугольных координат объектов по карте.....	152
5.5. Полярные и биполярные координаты	153
6. КАРТОГРАФИЯ.....	155
6.1. Определение	155
6.2. Структура картографии	155
6.3. Картография в системе наук	158
6.4. Взаимодействие картографии и геоинформатики	160
7. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ И КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ	163
7.1. Картографическая семиотика.....	163
7.2. Сущность генерализации.....	163
7.3. Факторы генерализации	165
7.4. Виды генерализации	167
8. ТИПЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ.....	173
8.1. Аналитические карты	173
8.2. Комплексные карты	174
8.3. Синтетические карты	175
Контрольные вопросы.	178
9. ИСТОЧНИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАРТ И АТЛАСОВ	179
9.1. Виды источников.....	179
9.2. Астрономо-геодезические данные	180
9.3. Картографические источники	180
9.4. Данные дистанционного зондирования	182
10. КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА.....	186
10.1. Географические информационные системы	186

10.2. Подсистемы ГИС.....	187
10.3. Геоинформационное картографирование.....	192
11. ОРИЕНТИРОВАНИЕ НА МЕСТНОСТИ ПО КАРТЕ	195
11.1. Карта – основное средство ориентирования на местности.....	195
11.2. Ориентирование карты	195
11.3. Сличение карты с местностью	198
11.4. Определение по карте точки стояния.....	199
11.5. Топографическое ориентирование	204
11.6. Подготовка по карте данных для движения по азимутам.....	205
11.7. Ориентирование на местности по карте в движении	210
12. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТОПОГРАФО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ	214
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	217
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	218
ПРИЛОЖЕНИЯ	219
Приложение 1	220
Приложение 2	234
Приложение 3	243
Приложение 4	249

Учебное издание

Пресняков Владимир Викторович

ОСНОВЫ ТОПОГРАФИИ И КАРТОГРАФИИ

Учебник

Редактор	В.С. Кулакова
Верстка	Н.А. Сазонова

Подписано в печать 30.05.2014. Формат 60х84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 14,88 Уч.-изд.л. 16,0. Тираж 100 экз.
Заказ № 168

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.

