

КРАТКИЙ
ТОПОГРАФО-
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ
СЛОВАРЬ-
СПРАВОЧНИК

Ф. Я. ГЕРАСИМОВ, А. М. ГОВОРУХИН,
Б. С. КУЗЬМИН, В. М. МОЛОКАНОВ,
Е. М. ПОСПЕЛОВ, В. В. ФОМИН

КРАТКИЙ
ТОПОГРАФО-
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ
СЛОВАРЬ-СПРАВОЧНИК

Под редакцией *Б. С. Кузьмина*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
МОСКВА 1968

Краткий Топографо-геодезический Словарь-справочник, Ф. Я. Герасимов, А. М. Говорухин, Б. С. Кузьмин, В. М. Молоканов, Е. М. Поспелов, В. В. Фомин. 221 стр., 135 рис.

Словарь-справочник содержит краткие статьи по наиболее употребительным понятиям и терминам геодезии, аэрофототопографии, топографии, картографии, геодезической астрономии, гравиметрии, гироскопических измерений и военной топографии. В нем также даются общие описания основных инструментов и приборов, применяемых на геодезических и топографических работах, и сведения по геодезическим и фотограмметрическим измерениям и вычислениям.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Создавая предлагаемый Словарь-справочник, авторский коллектив имел цель — дать широкому кругу лиц, занятых в топографо-геодезическом производстве или готовящихся к участию в нем, краткие сведения по основным понятиям и терминам геодезии, геодезической астрономии, аэрофототопографии, картографии, гравиметрии, гироскопии и военной топографии. В книге даются также общие сведения по инструментам и приборам, применяемым на геодезических и топографических работах, и по геодезическим и аэрофототопографическим измерениям и вычислениям.

Учитывая, что обстоятельные сведения по тому или иному вопросу могут быть получены читателем из многочисленных учебных и официальных руководств, а также из соответствующих инструкций и наставлений, главное внимание авторы книги обратили на краткость, доходчивость, а также удобство и быстроту отыскания справок. Авторы стремились также, чтобы изложение, в меру его краткости, было выдержано в научном отношении.

Если приводимый в книге термин (определение) имеет различные толкования, то предпочтение отдавалось тому толкованию, которое наиболее часто употребляется в современной специальной литературе или является более прогрессивным по существу.

При пользовании Словарем-справочником необходимо иметь в виду следующее:

1. Его статьи расположены в алфавитном порядке. Название каждой статьи напечатано жирным прописным шрифтом. Слова в скобках, стоящие рядом с названием статьи, означают менее распространенное название или область, к которой оно относится.

2. Названия большинства статей даны в единственном числе. Если читатель не находит названия статьи в единственном числе, следует искать его во множественном (например, «Ошибки случайные»).

3. В ряде статей обычный порядок слов в названии изменен, если выносимое вперед слово является более важным по смыслу (например, «Высота абсолютная», «Радиус кривизны средний», «Равных азимутов линия»). Собственные имена стоят в названиях статей на первом месте (например, «Гаусса алгоритм», «Меркатора проекция»).

4. При повторении в тексте статьи ее названия последнее приводится в сокращенном виде — начальными буквами слов, входящих в название, причем первое слово обозначается прописной буквой.

5. Многие статьи взаимно связаны по содержанию, поэтому в Словаре широко применяются напечатанные курсивом ссылки на другие статьи, поясняющие и дополняющие изложенное.

Авторами Словаря-справочника были написаны статьи: Ф. Я. Герасимовым — по аэрофототопографии и топографии, А. М. Говорухиным — по военной топографии, Б. С. Кузьминым — по геодезии и геодезической астрономии, В. М. Молокановым — по математической картографии, Е. М. Пospelовым — по картографии, В. В. Фоминым — по гравиметрии и гироскопическим измерениям.

Авторский коллектив приносит глубокую благодарность М. К. Кудрявцеву, В. Г. Дмитриевскому и И. М. Прищепе за активное содействие в подготовке и создании Словаря-справочника, а также выражает искреннюю признательность А. В. Мазаеву, А. Н. Лобанову и П. А. Гайдаеву за их ценные предложения по улучшению качества рукописи.

В написании некоторых статей приняли участие: С. П. Николаев, Н. Н. Воронков, М. П. Бордюков, А. С. Кучко и С. Д. Дубов. Инициатива создания данного Словаря-справочника принадлежит Ф. Я. Герасимову.

Подобного рода краткий топографо-геодезический Словарь-справочник выпускается впервые. Авторы будут весьма признательны всем лицам, которые пришлют свои замечания и пожелания, направленные на устранение обнаруженных недостатков и улучшение его содержания.

А

АДДИТАМЕНТЫ S и T — логарифмические величины, используемые в операциях с логарифмами синусов и тангенсов малых углов (от 0 до 5°). Величины S и T помещаются в логарифмических таблицах, обычно внизу каждой страницы логарифмов чисел. При малом угле x значения $\lg \sin x$ и $\lg \operatorname{tg} x$ удобно находить по формулам

$$\lg \sin x = \lg x'' + S,$$

$$\lg \operatorname{tg} x = \lg x'' + T,$$

где x'' — величина угла x , выраженная в секундах градусной меры. Для перевода величины угла в секунды удобно воспользоваться переводами округленных значений углов, помещаемыми рядом с величинами S и T .

Обратная задача, т. е. подыскание малого угла x по данному $\lg \sin x$ или $\lg \operatorname{tg} x$, выполняется по формулам

$$\lg x'' = \lg \sin x - S,$$

$$\lg x'' = \lg \operatorname{tg} x - T.$$

Величины S и T в обратной задаче выбирают по предварительно найденному приближенному значению угла x .

Пример. Дано $x = 1^\circ 12' 16'',25$. Пользуясь помещенным в таблицах равенством $4330'' = 1^\circ 12' 10''$, легко найдем $x'' = 4336'',25$. Тогда

$$\lg x'' = 3,637\ 1143$$

$$\lg x'' = 3,637\ 1143$$

$$S = 4,685\ 5429 - 10$$

$$T = 4,685\ 6389 - 10$$

$$\lg \sin x = 8,322\ 6572 - 10$$

$$\lg \operatorname{tg} x = 8,322\ 7532 - 10$$

АЗИМУТ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ (ИСТИННЫЙ) — двугранный угол, образованный плоскостью астрономического меридиана (см. *Меридиан*) точки наблюдения и вертикальной в этой точке плоскостью, проходящей через данное направление; отсчитывается от северного направления меридиана по ходу часовой стрелки, от 0 до 360° (в теоретической астрономии А. а. отсчитывают от юга в соответствии с отсчетом *часового угла*). Для определения А. а. нужно измерить горизонтальный угол между направлениями на небесное светило и на предмет и определить по правилам,

излагаемым в практической астрономии, азимут светила для момента визирования на него.

АЗИМУТ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ — двугранный угол, образованный плоскостью геодезического меридиана точки наблюдения и плоскостью, проходящей через нормаль к поверхности референц-эллипсоида в точке наблюдения и данное направление; отсчитывается от северного направления меридиана по ходу часовой стрелки, от 0 до 360°.

А. г. может быть получен двумя путями:

1) путем передачи азимутов по сторонам геодезической сети, пользуясь исходным азимутом в начальной ее точке, полученным при ориентировании референц-эллипсоида, и углами сети;

2) путем определения астрономического азимута и введения в него поправки за переход к геодезическому азимуту, называемой поправкой Лапласа. Если зенитное расстояние направления ik близко к 90°, то, допуская ошибку, порядка сотых долей секунды, можно написать

$$A_{ik} = \alpha_{ik} + (L_i - \lambda_i) \sin \varphi_i, \quad (1)$$

где A_{ik} — геодезический и α_{ik} — астрономический азимуты направления ik ;

L_i — геодезическая и λ_i — астрономическая долготы точки i ;

φ_i — астрономическая широта точки i .

Геодезический азимут, полученный по формуле (1), в отличие от геодезического же азимута, но полученного из геодезической сети, называют азимутом Лапласа. Геодезический пункт, на котором были определены астрономические азимут и долгота, называют пунктом Лапласа.

АЗИМУТ МАГНИТНЫЙ — горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления магнитного меридиана до данного направления по ходу часовой стрелки, от 0 до 360°. Зависимость между магнитным A_m и истинным α азимутами выражается формулой

$$\alpha = A_m + \delta,$$

где δ — склонение магнитной стрелки, принимаемое к востоку от истинного меридиана со знаком «+» и к западу — со знаком «-».

АЗИМУТ ПРЯМОГО НОРМАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ — горизонтальный угол, образованный плоскостью геодезического меридиана исходной точки и плоскостью, проходящей через нормаль к поверхности эллипсоида в этой точке и заданную вторую точку; отсчитывается от северного направления меридиана по ходу часовой стрелки, от 0 до 360°. Азимут $A_{1,2}$ нормального в точке 1 (B_1, L_1) сечения, проходящего через точку 2 (B_2, L_2), может быть вычислен по следующим формулам, предложенным Б. С. Кузьминым:

$$m = (1 - e^2) \operatorname{tg} B_2,$$

$$n = e^2 \frac{N_1 \sin B_1}{N_2 \sin B_2},$$

$$\operatorname{ctg} \omega = m(1 + n),$$

$$p = \operatorname{ctg} \omega \cos B_1,$$

$$q = \cos(L_2 - L_1) \sin B_1,$$

$$\operatorname{tg} A_{1.2} = \frac{\sin(L_2 - L_1)}{p - q}.$$

В этих формулах:

B_1, B_2 и L_1, L_2 — географические (геодезические) широты и долготы точек;

N_1 и N_2 — длина нормалей к поверхности эллипсоида под широтами B_1 и B_2 ;

$e^2 = 0,00669\ 34216\ 23$ (для эллипсоида Красовского) — квадрат эксцентриситета меридианного эллипса;

$$e'^2 = \frac{e^2}{1 - e^2} = 0,00673\ 85254\ 15.$$

Формулы дают точное значение азимута прямого нормального сечения при любых расстояниях.

Пример.

Дано: $B_1 = 43^\circ 15' 24'', 76$; $B_2 = 63^\circ 18' 34'', 65$; $L_2 - L_1 = -30^\circ 12' 59'', 72$.

По приведенным выше формулам найдем $A_{1.2} = 329^\circ 29' 42'', 5$.

АЛГОРИТМ (алгорифм) — совокупность математических операций, выполняемых в определенном порядке при решении типовой задачи.

АЛЬМУКАНТАРАТ 1. В астрономии — сечение небесной сферы плоскостью, параллельной плоскости горизонта; все точки альмукантарата имеют равные астрономические высоты над горизонтом. На полюсе А. будут небесными параллелями;

2. В картографии — линии на поверхности земного шара, равноудаленные от какой-либо точки на этой поверхности; если такой центральной точкой будет полюс, то А. будут географическими параллелями.

АНАГЛИФИЯ — способ получения стереоскопического эффекта, состоящий в окрашивании спроектированных на общий экран фотоснимков стереоскопической пары в разные цвета и в рассматривании их через очки, стекла которых имеют те же цвета, что и соответствующие фотоснимки.

А. широко применяется при создании карт аэрофототопографическим методом. Для получения стереоскопической модели местности со снимков стереопары изготавливают диапозитивы, которые проектируют на общий экран. Полученные на экране изображения аэроснимков окрашивают во взаимно дополнительные цвета посредством установки перед лампами проекторов цветных светофильтров. Совмещенные и окрашенные изображения аэроснимков рассматривают через очки, стекла которых имеют цвета соответствующих светофильтров. В результате один глаз наблюдателя будет видеть изображение только одного аэроснимка, а другой — только другого. Таким образом, основное условие стереоскопического видения — каждый глаз должен видеть только один фотоснимок — будет достигнуто и наблюдатель увидит рельефное изображение местности в черно-белых тонах.

Взаимно дополнительными называют такие цвета, которые при смешении дают ощущение белого цвета. Например: красный и сине-зеленый, оранжевый и зеленовато-синий, желтый и синий,

желто-зеленый и фиолетовый, зеленый и пурпурный и многие другие пары. В фотограмметрии принято окрашивать изображения аэроснимков и стекла очков в красный и сине-зеленый цвета. Принцип А. применяется в фотограмметрическом приборе, называемом *мультиплекс*. По способу А. можно стереоскопически рассматривать не только фотоснимки, но и специально для этого изготовленные рисунки и чертежи (см. *Карта анаглифическая*).

АПОГЕЙ — наиболее удаленная от Земли точка орбиты Луны или искусственного спутника Земли.

АРИФОМЕТР — настольный вычислительный прибор, позволяющий выполнять все арифметические действия с многозначными числами. Различают А. ручные, полуавтоматические и автоматические. На рис. 1 изображен довольно распространенный

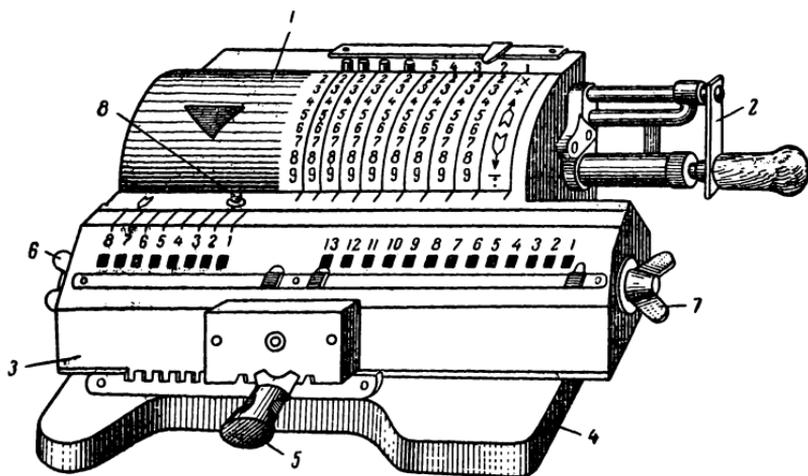


Рис. 1

ручной А. системы «Феликс». Его основные части: неподвижная коробка 1, внутри которой помещен передаточный вал, поворачиваемый при помощи ручки 2, и подвижная каретка 3, укрепленные на подставке 4. На кожухе коробки 1 имеются девять колонок цифр от 0 до 9, прорези справа от каждой колонки и по одному рычажку, в каждой прорези. Рычажки можно устанавливать рядом с нужными цифрами. На наклонной передней грани кожуха каретки 3 имеются тринадцать окон ответного (результативного) ряда и слева — восемь окон счетного ряда. Каретка 3 передвигается при помощи рычага 5, на который нужно нажимать вниз и в нужном направлении движения. Барашки 6 и 7 — гасители (сбрасыватели) цифр соответственно в счетном и ответном рядах. Кнопка 8 гасительной гребенки служит для возвращения установочных рычажков в исходное положение, для чего ее нужно отвести влево и поворотом ручки 2 в положительном направлении на 1/4 оборота выровнять рычажки о зубцы гребенки.

При работе на А. необходимо соблюдать следующие основные правила:

1) перед вращением ручки надо проверить правильность установки каретки нажатием на нее сбоку в обе стороны, не пользуясь рычагом 5;

2) ручку следует вращать в нужном направлении всегда на полное число оборотов (нельзя изменять направление движения ручки на ходу ее поворота);

3) барашки гасителей 6 и 7 надо вращать всегда на полный оборот, до щелчка.

Проверка исправности А. Устанавливают крайний левый рычажок на цифру 1, второй рычажок слева — на цифру 2, третий — на цифру 3 и т. д. до последнего рычажка, устанавливаемого на цифру 9, а затем при крайнем левом положении каретки вращают ручку в положительном направлении (по стрелке со знаками + и ×) 9 раз, т. е. умножают число 123 456 789 на 9. В ответном ряду должно получиться число 1 111 111 101, а после умножения еще на 9 — число 2 222 222 202. Далее вращают ручку в обратном направлении дважды по 9 раз; после первых 9 оборотов в ответном ряду должно снова получиться число 1 111 111 101, а после вторых — нули. Погасив цифры в счетном и ответном рядах, передвигают каретку на два окна вправо и повторяют изложенную операцию. После этого сбрасывают все цифры, устанавливают рычажками число 012345679 и умножают его на 99 999 999; в ответном ряду должно получиться число 4 567 887 654 321. Затем вращением ручки в обратном направлении получают во всех окнах счетного ряда нули; в ответном ряду тоже должны получиться нули. Если все результаты получены правильные, то А. исправен.

При работе на А. рекомендуется:

— при умножении чисел устанавливать рычажками число с большей суммой цифр;

— умножение на цифры 6, 7, 8 и 9 выполнять путем умножения на единицу высшего разряда и затем путем поворота ручки в обратном направлении соответственно на 4, 3, 2 и 1 оборот в разряде данной цифры.

АРТИЛЛЕРИЙСКАЯ БУССОЛЬ — прибор, представляющий собой соединение оптического угломерного прибора с *буссолью*. А. б., имеющая перископическую насадку, называется *перископической артиллерийской буссолью* (ПАБ).

АРТИЛЛЕРИЙСКИЙ ЦЕЛЛУЛОИДНЫЙ КРУГ — круговой транспорт для измерения углов в делениях угломера на карте и огневом планшете; цена деления круга — 0—10 делений угломера (36').

АСТЕРОИДЫ — см. *Планеты*.

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ЕДИНИЦА — см. *Меры длины*.

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СЧЕТА ВРЕМЕНИ — системы счета времени, связанные с суточным вращением Земли вокруг своей оси и годичным — вокруг Солнца. Существуют звездные и солнечные системы счета времени, различающиеся между собой началами отсчета времени в течение суток и принятыми мерами времени.

Звездные системы счета времени — системы, в которых началом отсчета служит момент верхней кульминации точки весеннего равноденствия на каком-либо меридиане, а периоды времени

выражаются в долях звездных суток, т. е. в звездных часах, минутах и секундах. Такие системы в астрономии кратко называются звездным временем соответствующего меридиана.

Звездное время s на каком-либо меридиане в любой момент численно равно часовому углу t_{γ} точки весеннего равноденствия, выраженному в часовой мере углов:

$$s = t_{\gamma}.$$

Часовой угол t_{γ} точки весеннего равноденствия в любой момент равен сумме прямого восхождения α и часового угла t какого-либо светила в этот момент; поэтому можно еще написать:

$$s = \alpha + t.$$

Средние солнечные системы счета времени — системы, в которых началом отсчета служит момент нижней кульминации среднего солнца, т. е. средняя полночь, а периоды времени выражаются в долях средних солнечных суток, т. е. в средних солнечных часах, минутах и секундах. Такие системы получили общее название среднего солнечного времени (короче — среднего времени) соответствующего меридиана.

Истинное солнечное время. Счет времени ведется по видимому движению действительного Солнца. Видимое движение действительного Солнца — неравномерное, а фиктивного (вычисленного) среднего солнца — равномерное. Разность между истинным и средним солнечным временем изменяется в году от $-14^m,3$ (в середине февраля) до $+16^m,4$ (в начале ноября), принимая четыре раза нулевое значение. Эта разность называется уравнением времени. Суточные изменения уравнения времени колеблются от -30^s до $+21^s$.

Истинное солнечное время на каком-либо меридиане, отсчитываемое от истинной полночи, т. е. от нижней кульминации действительного Солнца, численно равно часовому углу t_{\odot} действительного Солнца, выраженному в часовой мере углов и измененному на 12^h .

Зависимость между средним m и истинным солнечным временем на каком-либо меридиане выражается равенством

$$m = t_{\odot} - (\eta + 12^h),$$

где η — значение уравнения времени для данного момента.

В *Астрономическом ежегоднике СССР*, в таблице «Солнце», для каждых суток дается величина $\eta + 12^h$ и ее часовое изменение. В этой же таблице дается звездное время в 0^h всемирного времени каждых суток.

Видимое годичное движение Солнца совершается навстречу видимому суточному движению светил, поэтому продолжительность звездных суток на 3 звездных минуты и 56,555 звездных секунд (в средних солнечных единицах — на $3^m 55^s,909$) короче средних суток. Следовательно, продолжительность звездных суток в средних солнечных единицах равна $23^h 56^m 04^s,091$. Начало звездных и средних суток совпадает один раз в году, что бывает на некотором меридиане около 22 сентября. Так как звездные сутки приблизи-

тельно на 4 мин короче средних, то в каждый последующий день звездные сутки будут начинаться на 4 мин раньше, чем в предыдущий; за месяц это составит около двух часов, а за год — ровно сутки. В разное время года звездные сутки начинаются, следовательно, в разные моменты средних суток. Поэтому счет звездных суток не ведется, и при записи момента по звездному времени дата указывается по солнечному календарю.

Поясное время. В 1879 г. канадец Флеминг предложил систему поясного времени, согласно которой земной шар разделяется меридианами на 24 пояса, каждый шириной 15° (в часовой мере углов — 1^h) по долготе. На всем протяжении каждого пояса ведется единый счет среднего солнечного времени — по среднему меридиану данного пояса. Показания часов, идущих по поясному времени, в разных пунктах Земли должны различаться лишь на целое число часов. Поясам присвоены номера от 0 до 23, возрастающие с запада на восток. Средним меридианом нулевого пояса принят Гринвичский меридиан. Границами между часовыми поясами в действительности служат не меридианы, а условные линии, установленные по административным соображениям. На территории СССР часовые пояса имеют номера от 2 до 12 включительно. Поясное время в СССР было введено 8 февраля 1919 г. С 16 июня 1930 г. в СССР принято время, идущее на 1 ч впереди поясного, называемое *декретным* временем. Декретное время пояса № 2, простирающееся в Москве, называется *московским временем*. Показания часов, идущих по московскому времени, опережают среднее солнечное время меридиана г. Москвы приблизительно на 0,5 ч.

Местное время. В отличие от поясного времени, считаемое в той или иной точке по меридиану этой же точки, называется *местным временем*.

Всемирное время — среднее солнечное время нулевого пояса, считаемое от гринвичской полночи. Получаемое из наблюдений В. в. связано с действительным вращением Земли и содержит влияние малых неравномерностей в ее суточном вращении (вековое замедление, малые скачкообразные изменения продолжительности суток). В Астрономическом ежегоднике СССР по аргументу В. в. даются *эфемериды*, не требующие высокой степени точности, например эфемериды для физических наблюдений Солнца, Луны и планет.

Эфемеридное время — основное входное табличное время, введенное в Астрономическом ежегоднике СССР с 1960 г. согласно рекомендации VIII съезда Международного астрономического союза (Рим, 1952 г.) взамен ранее употреблявшегося входного *всемирного времени*. Э. в. — равномерное время Ньютоновой механики. Продолжительность средней солнечной секунды в Э. в. принята равной $1/31\,556\,925,975$ части тропического года в момент 1900,0. Практически Э. в. определяется через всемирное время путем введения поправки ΔT , даваемой в Астрономическом ежегоднике СССР. Для 1967,5 года предварительное значение $\Delta T = +36^s,5$.

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ЕЖЕГОДНИК СССР — издается Институтом теоретической астрономии АН СССР. В нем даются координаты (прямое восхождение α и склонение δ) видимого положения Солнца, Луны, планет и около 750 звезд, уравнение времени, звездное время и другие величины на определенные моменты времени, указанные в соответствующих таблицах. Как правило,

табличными моментами являются 0^h эфемеридного или всемирного времени каждого дня. Координаты видимых мест звезд даются для моментов их верхних кульминаций на Гринвичском меридиане через каждые 10 суток, а для близполюсных звезд — на каждые сутки. Для моментов, промежуточных между табличными, все величины находят интерполированием. Кроме того, в А. е. даются средние места около 800 звезд с указанием годовичных изменений координат, таблицы моментов восхода и захода Солнца (для широт от 30 до 70°) и Луны (для широт от 36 до 70°), таблицы высот и азимутов Полярной и ряд вспомогательных таблиц. В конце помещено подробное объяснение к А. е.

АСТРОНОМИЯ — отрасль знания, изучающая строение и развитие небесных тел и их систем. А. расчленяется на многие разделы, в том числе астрометрию, астрофизику, космогонию и др.

К астрономическим научным дисциплинам относятся: А. с ф е р и ч е с к а я и А. п р а к т и ч е с к а я, изучающие вопросы астрономических определений в геодезических целях и нередко называемые поэтому геодезической астрономией.

А. сферическая разрабатывает общие правила определения положения направлений (и только направлений) с точки наблюдения на небесные светила, для чего используется метод вспомогательной математической сферы, называемой в А. *небесной сферой*, и различные системы сферических координат. Все небесные светила всегда находятся в разного рода движении, причем основным является общее всем небесным светилам их видимое суточное движение. Поэтому в число координат, определяющих направления на небесные светила, входит и время.

А. практическая изучает вопросы определения координат звезд, способы определения времени, а также астрономических широт, долгот и азимутов в точках земной поверхности. Известными величинами в определениях широт, долгот и азимутов являются координаты небесных светил, выбираемые из астрономических каталогов на моменты наблюдений, а измеряемыми величинами — зенитные расстояния светил и горизонтальные углы между ними.

АТЛАСЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ — картографические произведения, представляющие собой систематические собрания карт, характеризующихся внутренним единством, взаимосвязью, взаимодополняемостью и единообразием в оформлении и издании. Современные А. г. весьма многообразны. По содержанию различают атласы общегеографические, специальные и комплексные, по назначению — учебные, научно-справочные, туристские и военные. По территориальному охвату А. г. могут быть мировыми и региональными (материков, государств, областей). Карты А. г. обычно заключаются в общий переплет, но в ряде случаев листы А. г. вкладываются в общую папку без брошюровки. Важнейшие атласы, изданные в СССР: Большой советский атлас мира (БСАМ), 1937; Морской атлас, тт. I—III, 1950—1963; Атлас мира, 1954; Атлас народов мира, 1964; Физико-географический атлас мира, 1964.

АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ — сила, с которой давит на единицу площади столб атмосферного воздуха, расположенный над этой площадью. С увеличением высоты над земной поверхностью столб воздуха, а следовательно, и А. д. уменьшаются. Величина А. д. зависит не только от высоты, но и от состояния воздуха: его температуры, влажности и воздушных течений.

Величину *A. д.* измеряют выраженной в миллиметрах высотой ртутного столба, уравнивающего давление воздушного столба. *A. д.* на уровне моря под широтой 45° при температуре 0°C , равно в среднем 760 мм рт. ст., называется н о р м а л ь н ы м *A. д.* (или ф и з и ч е с к о й а т м о с ф е р о й) и равно $1,033 \text{ кг/см}^2$.

В метеорологии применяется также единица давления — м и л л и б а р, равный 0,750 мм рт. ст., или 1000 дин/см^2 .

A. д. используется для высотных определений в аэронавигации и с картографическими целями в случаях, когда при определении высот допускаются ошибки порядка 3—10 м.

АФЕЛИЙ — наиболее удаленная от Солнца точка орбиты небесного тела (планеты, искусственного спутника), движущегося

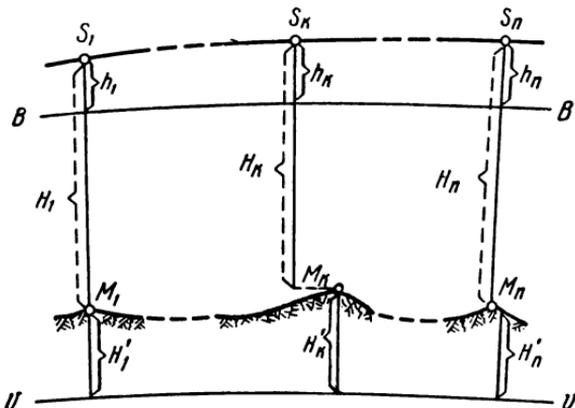


Рис. 2

вокруг Солнца по одному из конических сечений: эллипсу, параболе, гиперболу.

АЭРОНИВЕЛИРОВАНИЕ — способ определения высот точек местности при аэрофотосъемке с помощью радиовысотомера и статоскопа. По показаниям радиовысотомера находят высоты H_k (рис. 2) точек фотографирования S_k над точками отраженного импульса (точками земной поверхности) M_k , а по показаниям статоскопа — высоты h_k точек фотографирования S_k над некоторой изобарической поверхностью BB . Зная абсолютную высоту H'_1 начальной точки M_1 аэронивелирного маршрута $M_1, \dots, M_k, \dots, M_n$, находят абсолютные высоты H'_k его точек по следующей формуле (справедливой при условии, что изобарическая поверхность BB параллельна отсчетной уровневой поверхности VV):

$$H'_k = H'_1 + (H_1 - H_k) - (h_1 - h_k).$$

Абсолютные высоты начальной M_1 и конечной M_n точек маршрута определяются геодезическим путем. Разность между вычисленной и геодезической абсолютной высотой конечной точки маршрута называется его невязкой, обусловленной наклоном изобарической поверхности BB и ошибками измерений. Невязку устраняют введением поправок в вычисленные значения высот пропорционально удалению точек от начальной.

А. применяется при картографировании труднодоступных районов. Точность определения высот точек отраженного импульса в среднем 4—5 м. Высоты характерных точек местности, необходимые для рисовки рельефа, определяются на фотограмметрических приборах относительно точек, определенных аэронивелированием.

АЭРОСНИМОК (аэрофотоснимок) — фотографическое изображение местности, полученное посредством съемки с воздуха, обычно с самолета. А. подразделяются в зависимости от вида аэрофотосъемки на *плановые* и *перспективные*; по красочному оформлению — на *черно-белые* и *цветные*. Кроме того, в теории фотограмметрии рассматривается *горизонтальный А.* как частный случай планового. В геометрическом отношении А. представляет собой центральную проекцию, в которой центром проектирования служит задняя узловая точка объектива аэрофотоаппарата (АФА).

Горизонтальный А. — аэроснимок, полученный при строго отвесном положении оптической оси АФА. В случае плоской местности масштаб горизонтального А. по всей его площади — постоянный (см. *Масштаб аэроснимка*) и определяется отношением

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H}.$$

Привести АФА в полете в такое положение, чтобы его оптическая ось была строго отвесна, практически невозможно, поэтому горизонтальный А. — явление случайное и служит лишь некоторым эталоном для сравнения с ним реальных А. в теоретических расчетах.

Плановый А. — аэроснимок, полученный при производстве плановой аэрофотосъемки (см. *Аэрофотосъемка*). Отклонение оптической оси АФА от отвесного положения при этом обычно не превышает 3°, поэтому масштаб планового А. приравнивают к масштабу горизонтального А. При измерениях, не требующих большой точности, плановым А. равнинной местности можно пользоваться так же, как и картой; ошибка в определении расстояний на местности из-за наклона оптической оси АФА не превысит 1—2 мм в масштабе снимка. Если, пользуясь плановым А., требуется определить расстояние на местности так, чтобы ошибка не превышала заданной величины Δ , то А. можно пользоваться лишь в пределах окружности, описанной из главной точки аэроснимка радиусом r , значение которого вычисляется по формуле

$$r = 10 \sqrt{\frac{f \cdot \Delta}{2m}},$$

где f — фокусное расстояние АФА;

Δ — допустимая ошибка, выраженная в тех же мерах, что и f ;

m — знаменатель численного масштаба А.

Пример. Даны плановые аэроснимки масштаба 1 : 20 000, сфотографированные камерой с фокусным расстоянием $f = 150$ мм. Требуется определять по ним расстояния с ошибкой, не превышающей 10 м на местности, т. е. $\Delta \leq 10\ 000$ мм. В данном случае аэроснимком можно пользоваться в пределах окружности радиуса

$$r = 10 \sqrt{\frac{150 \cdot 10\ 000}{40\ 000}} \approx 60 \text{ мм.}$$

В холмистой местности в положение точек, между которыми определяется расстояние, следует ввести поправки за рельеф (см. *Искажение изображений на аэроснимке и Трансформирование аэроснимков*); аэроснимки горной местности в измерительных целях могут быть использованы лишь при наличии соответствующих фотограмметрических приборов.

Перспективный А. — аэроснимок, полученный при перспективной аэрофотосъемке (см. *Аэрофотосъемка*). Местность на перспективном А. изображается без сохранения подобия фигур (см. *Искажение изображений на аэроснимке*), масштаб аэроснимка в разных его частях различен. Например, при угле наклона $\alpha = 40^\circ$, высоте съемки $H = 4000$ м и фокусном расстоянии $f = 200$ мм масштаб по горизонтали переднего плана будет около 1 : 20 000, а по горизонтали заднего плана — около 1 : 40 000 (см. *Масштаб аэроснимка*). Следовательно, пользоваться перспективным А. в измерительных целях без применения фотограмметрических приборов нельзя. Перспективные А. широко используются при аэрофоторазведке, так как на них фотографируется большая площадь, чем на плановых, а в некоторых случаях облегчается и дешифрирование. Приведенная ниже таблица показывает увеличение фотографируемой площади на перспективном А. по сравнению с плановым при размере А. 18×18 см, $f = 200$ мм и $H = 4000$ м.

Угол наклона в градусах	Площадь в км ²	Площадь в %	Угол наклона в градусах	Площадь в км ²	Площадь в %
0	13	100	30	23	177
10	14	106	40	39	302
20	16	126	50	96	738

АЭРОСНИМОК АНАГЛИФИЧЕСКИЙ — см. *Карта анаглифическая.*

АЭРОСНИМОК СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫЙ — цветной аэроснимок, на котором объекты местности изображаются не в натуральных, присущих им цветах, а в условных, резко отличных один от другого, например в пурпурном и голубом, красном и зеленом. Благодаря этому различные объекты четко отличаются друг от друга по своей окраске. Спектрозональные аэроснимки позволяют легче обнаруживать замаскированные объекты, породы леса, типы почв и т. п. Для получения спектрозональных А. используют специальные фотографические материалы, чаще всего двухслойные, позволяющие фотографировать местность в таких спектральных зонах, в которых контраст объектов наибольший.

АЭРОСНИМОК ЦВЕТНОЙ — аэроснимок, на котором местность изображается в цветах, близких к натуральным. По сравнению с черно-белыми аэроснимками на цветных появляется дополнительный дешифровочный признак — цвет. На А. ц. легче, полнее и достовернее дешифрируются растительный покров, реки, болота, населенные пункты и другие объекты местности. Для получения А. ц. используют специальные трехслойные фотографические материалы.

АЭРОСЪЕМКА — см. *Аэрофотосъемка.*

АЭРОФОТОАППАРАТ (АФА) — аппарат, предназначенный для фотографирования местности с воздуха. АФА характеризуется в основном размерами получаемого аэроснимка и величиной

фокусного расстояния f . В СССР в современных АФА приняты следующие размеры аэроснимков: 18×18 и 30×30 см. По величине фокусного расстояния АФА подразделяются на короткофокусные (f — до 150 мм), среднефокусные (f — от 150 до 300 мм) и длиннофокусные (f — свыше 300 мм). Для картографирования применяются преимущественно короткофокусные АФА.

Основные части АФА:

1) **аэрофотокамера** — цельнометаллический корпус, соединяющий в одно целое конус (с объективом и затвором) и кассету; многие АФА имеют два-три сменных конуса с объективами различных фокусных расстояний;

2) **кассета** — вмещает 60 м аэропленки шириной 19 или 30 см, что позволяет получить 300 аэроснимков размером 18×18 см или 190 — размером 30×30 см; имеются АФА с кассетами на 120 м аэропленки шириной 19 см (560 аэроснимков);

3) **аэрофотоустановка** (с амортизационным устройством) — служит для укрепления АФА на самолете и поглощения вибрации АФА при работе винтомоторной группы самолета; в настоящее время применяются гиросtabilизирующие аэрофотоустановки, существенно уменьшающие угол отклонения оптической оси АФА от отвесного положения (см. *Аэрофотосъемка плановая*);

4) **командный прибор** — прибор, автоматически управляющий работой механизмов аэрофотокамеры (интервалы между моментами съемки, перемотка пленки и пр.); в нем же сосредоточен и контроль за работой этих механизмов.

Особую группу составляют многообъективные АФА, т. е. АФА с числом объективов от двух и более; максимальное число объективов достигает девяти. Первая фотография обратной стороны Луны (7.10.1959 г.) была выполнена отечественным аэрофотоаппаратом, имеющим два объектива с фокусными расстояниями 200 и 500 мм.

АЭРОФОТОРАЗВЕДКА — фотографирование с воздуха, выполняемое с целью изучения местности, обнаружения противника, его огневых средств, боевой техники и инженерных сооружений. Для А. используются как плановые, так и перспективные аэроснимки. Примерные масштабы фотографирования для А. некоторых объектов приведены в помещенной ниже таблице (масштаб перспективного аэроснимка указан по его главной горизонтали).

Объекты разведки	Масштабы фотографирования	
	планового	перспективного
Оборонительные полосы и рубежи, насыщенность их огневыми средствами	1 : 8000—1 : 12 000	1 : 6000—1 : 10 000
Стартовые площадки, радиотехнические средства, отдельные объекты и узлы обороны	1 : 2000—1 : 6000	1 : 2000—1 : 6000

Объекты разведки	Масштабы фотографирования	
	планового	перспективного
Войска на марше и на привале	1 : 4000—1 : 15 000	1 : 6000—1 : 10 000
Аэродромы и военно-морские базы	1 : 8000—1 : 20 000	1 : 6000—1 : 15 000
Местность: для изучения условий проходимости, маскировки и защитных свойств	1 : 8000—1 : 50 000	1 : 5000—1 : 15 000
для выбора районов десантирования	1 : 20 000—1 : 40 000	1 : 15 000—1 : 25 000
для детального изучения площадок десантирования	1 : 5000—1 : 10 000	1 : 3000—1 : 5000

АЭРОФОТОСЪЕМКА — фотографирование местности с воздуха при помощи самолета или какого-либо другого летательного аппарата. А. производится для создания топографических карт по аэроснимкам; изучения и учета лесных и земельных фондов; проектирования инженерных сооружений; при выполнении геологоразведывательных работ и для ряда других народнохозяйственных целей. В войсках А. ведется в целях разведки местности, противника, его боевой техники и инженерных сооружений. А. выполняется специальными аэрофотоаппаратами (АФА) и подразделяется в зависимости от характера залета на А. оди н а р н у ю, м а р ш р у т н у ю и п л о щ а д н у ю; в зависимости от вида аэроснимков — на А. п л а н о в у ю и п е р с п е к т и в н у ю.

А. одинарная — применяется при фотографировании отдельных объектов, когда каждый из них может быть изображен на одном аэроснимке и нет надобности в стереоскопическом рассматривании этих объектов.

А. маршрутная — фотографирование местности вдоль какого-либо направления (маршрута). Выполняется в целях разведки дорог, рек, линий обороны и других протяженных объектов. Ширина снимаемой полосы C и число снимков L , необходимое для А. маршрута, определяются по формулам

$$C = l_y \cdot m; \quad L = \frac{D \cdot 10^7}{l_x(100 - p)m} + 3,$$

где l_x и l_y — длины продольной и поперечной сторон аэроснимка в сантиметрах;

D — длина маршрута в километрах;

p — заданный процент продольного перекрытия

m — знаменатель масштаба аэрофотосъемки.

А. площадная — А. участка земной поверхности, превышающего по ширине площадь, фотографируемую одним маршрутом. При А. площади прокладывается ряд параллельных между собой маршрутов с соблюдением заданного перекрытия между ними. Расстояние между маршрутами R и количество маршрутов K , необходимые для А. всей площади, при плановой А. рассчитываются по формулам

$$R = l_y m \frac{100 - q}{100}; \quad K = \frac{S \cdot 10^7}{l_y (100 - q) m} + 1,$$

где q — величина поперечного перекрытия в процентах;
 S — ширина снимаемой площади.

Общее количество аэроснимков N_S при А. заданной площади равно количеству аэроснимков в маршруте L , умноженному на число маршрутов K , т. е.

$$N_S = L \cdot K.$$

А. плановая — А., при которой АФА устанавливается в самолете так, чтобы его оптическая ось во время фотографирования занимала отвесное положение; отклонение от такого положения на некоторый угол α происходит лишь вследствие неизбежного колебания самолета в воздухе. Величина угла α при плановой А. обычно не превосходит 3° (среднее значение — около $1^\circ,5$), а с применением гиросtabilизирующей установки она уменьшается до $15''$. Приблизительно о величине α можно судить по смещению пузырька уровня на его фотоизображении на аэроснимке. В СССР для картографирования производится только плановая А. в масштабах, применительно к масштабам создаваемых карт (см. таблицу). Продольное перекрытие, как правило, устанавливают не менее 55%; поперечное (в зависимости от рельефа местности и способа фотограмметрической обработки аэроснимков) — 30—40%.

Таблица масштабов аэрофотосъемки

Масштаб создаваемой карты	Масштаб аэрофотосъемки
1 : 10 000	1 : 10 000—1 : 15 000
1 : 25 000	1 : 20 000—1 : 35 000
1 : 50 000	1 : 35 000—1 : 60 000
1 : 100 000	1 : 60 000—1 : 120 000

А. перспективная — А., при которой АФА установлен в самолете так, что его оптическая ось отклонена от отвесного положения на некоторый постоянный угол α ; получаемые при этом аэроснимки называются п е р с п е к т и в н ы м и. Перспективная А. широко применяется при аэрофоторазведке, так как с равных высот и одинаковыми АФА фотографируется большая площадь, чем при плановой А., и кроме того, нужные объекты можно сфотографировать с некоторого расстояния, не пролетая непосредственно над ними.

Например, чтобы сфотографировать полосу местности шириной AB (рис. 3), при плановой A . нужно лететь над серединой этой полосы (точка фотографирования S). Перспективной же A . можно сфотографировать эту полосу, не долетая даже до нее (точка фотографирования S'), причем будет сфотографирована более широкая полоса $A'B'$.

В разведывательных целях центральная полоса маршрута нередко покрывается плановыми, а боковые его части — перспективными аэроснимками. Для этого применяют специальную аэрофотоустановку, называемую *качающейся установкой*, при помощи которой камера может принимать попеременно отвесное и отклоненное на некоторый заданный угол положение, что позволяет за один маршрут сфотографировать широкую полосу местности.

АЭРОФОТОТОПОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЕМКА — вид топографической съемки, выполняемой по аэроснимкам при помощи фотограмметрических приборов. $A. c.$ может производиться двумя методами: *комбинированным* или *стереотопографическим*.

Комбинированный метод представляет собой сочетание фотограмметрической обработки аэроснимков с мензуральной съемкой. По аэроснимкам составляют фотоплан, а затем на репродукции с него снимают в поле рельеф приемами мензуральной съемки. Комбинированный метод обычно применяется для съемки равнинных районов со слабовыраженным рельефом.

Стереотопографический метод основан на использовании стереоскопического свойства двух снимков одной и той же местности, полученных с разных точек фотографирования. По стереопарам в камеральных условиях получают не только контуры, но и рельеф местности. В зависимости от приборов, применяемых при обработке аэроснимков, $C. m.$ подразделяется на два способа: *универсальный* и *дифференцированный*. При универсальном способе используются приборы такого типа, которые позволяют выполнять на одном приборе все процессы преобразования аэроснимков в план, в том числе съемку контуров и рельефа. Такие приборы называются *универсальными* (см. *Фотограмметрические приборы*). При дифференцированном способе используется несколько приборов, каждый из которых предназначен для выполнения только одного какого-либо процесса. Например, для сгущения сети опорных точек — *стереокомпаратор*, для рисовки рельефа — *стереомер*, для переноса на планшет контуров и рельефа — *проектор* или *трансформатор*. $C. m.$ в настоящее время является основным методом создания топографических карт.

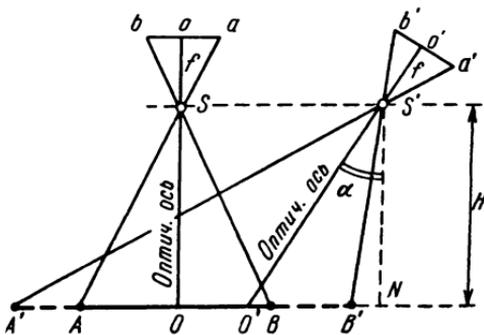


Рис. 3

AB и $A'B'$ — полосы, фотографируемые соответственно при плановой и перспективной $A.$

АЭРОФОТОТОПОГРАФИЯ — научная дисциплина, изучающая и разрабатывающая методы создания топографических карт по аэроснимкам.

В

БАЗИС ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ — расстояние между двумя закрепленными на местности точками, измеренное с высокой точностью и служащее для определения длин сторон геодезической сети (триангуляции). Базисы геодезической сети 1 класса имеют длину не менее 6 км и измеряются инварными проволоками с относительной ошибкой не более 1 : 1 500 000. Со сторонами геодезической сети Б. г. связывается при помощи базисной сети. Вместо измерения Б. г. и построения базисной сети в современной практике обычно применяют непосредственное измерение длины стороны сети, называемой в этом случае базисной стороной. Длина базисной стороны может измеряться свето- и радиодальномерами с точностью не ниже 1 : 400 000 (в сети 1 класса) и 1 : 300 000 (в сети 2 класса).

БАЗИС ФОТОГРАФИРОВАНИЯ — расстояние между точками фотосъемки двух смежных снимков.

При плановой аэросъемке Б. ф. рассчитывается по формуле

$$B = ml_x \frac{100 - p}{100},$$

где m — знаменатель масштаба фотосъемки;

l_x — длина продольной стороны аэроснимка;

p — продольное перекрытие в процентах.

По имеющимся аэроснимкам величина Б. ф. приближенно может быть получена как расстояние между главными точками совмещенных смежных плановых аэроснимков, умноженное на знаменатель их численного масштаба.

БАЗИСНАЯ СЕТЬ — геодезическое построение на местности, связывающее измеренный базис со стороной, которая в Б. с. называется выходной, а в общей геодезической сети — исходной.

БАЗИСНАЯ СТОРОНА — см. *Базис геодезический*.

БАРОМЕТР — прибор для измерения атмосферного давления. Б. применяются ртутные, anerоиды и дифференциальные. Наиболее точные Б. — ртутные, которые по своему устройству бывают чашечные и сифонные.

Чашечный ртутный Б. (рис. 4) состоит из вертикально расположенной и запаянной сверху цилиндрической стеклянной трубки A , погруженной нижним открытым концом в чашку C с ртутью. Ртутный столб в трубке своим весом уравнивает давление, производимое атмосферным воздухом на поверхность ртути в чашке. Давление измеряется выраженной в миллиметрах высотой B этого столба над поверхностью ртути в чашке.

Сифонный Б. (рис. 5) представляет собой две сообщающиеся цилиндрические стеклянные трубки (сифон). Большая трубка A

сверху запаяна, а малая C открыта. Атмосферное давление измеряется высотой ртути в большой трубке над верхом столба ртути в малой трубке.

В измеренное ртутным B . давление вводят поправки: за сравнение показаний прибора с нормальным; за географическую широту и абсолютную высоту места измерений, так как плотность, а следовательно, и вес ртути различны на разных широтах и высотах.

Основной частью B .-анероида (рис. 6) является безвоздушная коробка A с тонкой пружинящей крышкой B . Сплюсчиванию коробки A препятствует пластинчатая пружина C .

При изменении атмосферного давления положение крышки B по высоте изменяется. Системой рычагов a и b эти малые изменения в положении крышки коробки передаются в увеличенном виде на стрелку D прибора, указывающую на круговой шкале атмосферное давление. В отсчетное по шкале давление вводят поправки: 1) поправку шкалы, зависящую от величины отсчета и обусловленную различным реагированием механизма прибора на различное атмосферное давление; 2) поправку за температуру прибора и 3) добавочную поправку. Значения первых двух поправок даются в аттестате прибора, а добавочная определяется сравнением отсчета, исправленного первыми двумя поправками, с показанием нормального ртутного B .

Дифференциальный B ., предложенный в 1874 г. Д. И. Менделеевым, позволяет определять разность атмосферных давлений в двух точках. Схематически прибор имеет устройство, показанное на рис. 7: A — сосуд, имеющий две трубки: aa с краном c и изогнутую трубку bde с открытым концом e , в нижней своей части заполненную жидкостью. Удельный вес этой жидкости в несколько раз меньше удельного веса ртути.

Если кран c открыт, то воздух в сосуде A сообщается с атмосферным воздухом, давление на жидкость в коленях bd и de будет одно и то же, и уровни жидкости в обоих коленях будут одинаковыми. Если кран c закрыть и затем перенести прибор в точку, например с большей абсолютной высотой, то давление в сосуде A останется прежним, а наружное уменьшится, и жидкость в колене de поднимется над опустившимся уровнем в колене bd на высоту, характеризующую разность атмосферных давлений в первой и второй точках. Разность уровней жидкости в коленях de и db измеряется по шкале f , деления на которой рассчитываются и оцифровываются таким образом, чтобы иметь результаты

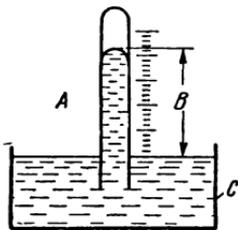


Рис. 4

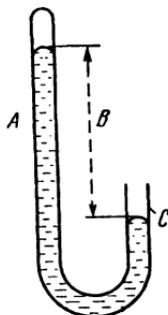


Рис. 5

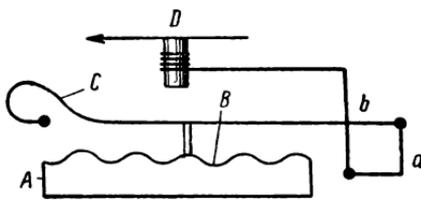


Рис. 6

в миллиметрах ртутного столба. Изменение давления в сосуде A по причине изменения в нем температуры учитывается при помощи термометра t .

БАРОМЕТРИЧЕСКАЯ СТУПЕНЬ ВЫСОТ — величина, на которую нужно подняться или опуститься в данной точке, чтобы атмосферное давление изменилось на 1 мм рт. ст. Б. с. в. зависит от величины атмосферного давления (высоты точки над землей), температуры и других компонентов состояния атмосферного воздуха. Б. с. в. в среднем равна 11 м. Значения Б. с. в. могут быть выбраны по аргументам давления и температуры из таблиц А. С. Чеботарева «Барометрические таблицы» и из книги М. В. Певцова «Инструкция для определения высот посредством последовательного барометрического нивелирования».

Если в двух точках измерены атмосферное давление B_1 и B_2 и температура воздуха t_1 и t_2 , то, выбрав из таблиц по аргументам

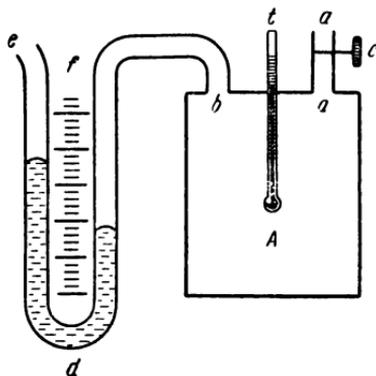


Рис. 7

$$B_{cp} = \frac{1}{2} (B_1 + B_2),$$

$$t_{cp} = \frac{1}{2} (t_1 + t_2)$$

барометрическую ступень ΔH , разность высот этих точек $H_2 - H_1$ может быть найдена по формуле

$$H_2 - H_1 = \Delta H (B_1 - B_2).$$

БАРОМЕТРИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ — определение разностей высот точек путем измерения атмосферных давлений в этих точках при помощи барометров. Если в точках 1 и 2 измерить атмосферное давление соответственно B_1 и B_2 , а также тем-

пературу воздуха t_1 и t_2 , то разность высот $H_2 - H_1$ этих точек может быть найдена по следующей так называемой приближенной барометрической формуле:

$$H_2 - H_1 = K_0 (1 + \alpha t_{cp}) (\lg B_1 - \lg B_2), \quad (1)$$

где коэффициент $K_0 = 18\,470$ (по определению М. В. Певцова); $\alpha = \frac{1}{273}$; $t_{cp} = \frac{1}{2} (t_1 + t_2)$; $\lg B_1$ и $\lg B_2$ — десятичные логарифмы измеренных значений атмосферного давления, выраженного в миллиметрах ртутного столба. При использовании таблиц барометрических ступеней высот формулу (1) представляют в виде

$$H_2 - H_1 = \frac{k}{B_{cp}} (1 + \alpha t_{cp}) (B_1 - B_2), \quad (2)$$

где $k = K_0 \cdot \mu = 18\,470 \cdot 0,4343 \approx 8000$ и $B_{cp} = \frac{1}{2} (B_1 + B_2)$.

Величина $\frac{k}{B_{cp}} (1 + \alpha t_{cp})$ называется *барометрической ступенью высот*.

Формулы (1) и (2) справедливы для невозмущенного состояния атмосферы, т. е. при условии, что изобарические поверхности параллельны ровным поверхностям, и если атмосферное давление в течение времени перехода с одной точки на другую остается в этих точках неизменным; практически же — при условии, что изменение атмосферного давления и температуры при нивелировании происходит пропорционально времени, и температурный градиент остается неизменным. Существует несколько способов барометрического нивелирования, основанных на этом условии.

Способ соответствующих наблюдений осуществляется двумя наблюдателями. Сверив в начальной точке показания барометров, термометров и часов, один наблюдатель остается на ней, производит и записывает отсчеты барометра, термометра и часов через равные промежутки времени, например через 30 мин. Второй наблюдатель производит на определяемых точках в моменты измерений такие же отсчеты и записи. Для вычисления разностей высот записанные первым наблюдателем показания барометра и термометра интерполируются на моменты отсчетов второго.

При нивелировании площадей наблюдения производятся в установленные сроки на станции, выбранной в середине района, от которой прокладываются маршруты до определяемых точек, с возвращением на станцию для контроля показаний приборов.

Более точные способы нивелирования учитывают наклоны (возмущения) изобарических поверхностей и изменения температурного градиента.

БОЕВЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ — документы боевого значения, составляемые на топографической основе — картах, схемах, фотопланах и т. п. Типичными Б. г. д. являются карты боевых решений, схемы огня, карты управления огнем, планы инженерного обеспечения боя и операции, результаты разведки и др. Главной частью Б. г. д. является их тактическое содержание, топографическая основа служит для ориентирования тактических данных. Б. г. д. обладают большей наглядностью по сравнению с текстовыми документами, позволяют быстрее усвоить их содержание и тем самым сокращают время, необходимое для подготовки войск к боевым действиям.

БОЛОТОВА СПОСОБ — графический способ определения на карте или на планшете положения четвертой точки по имеющимся трем другим. Способ применяется, когда требуется перенести на карту с аэроснимка какие-либо точки, которых на карте нет, или определить на местности точку своего стояния по трем точкам, видимым на местности и опознанным на карте. Задача решается при помощи прозрачной бумаги (восковки), накладываемой на аэроснимок, на которой с определяемой точки, как из полюса, прочерчивают направления на три известные точки. Затем восковку накладывают на карту и добиваются такого положения, чтобы прочерченные на восковке направления прошли через соответствующие точки на карте. Полюс восковки покажет положение искомой точки на карте.

БУССОЛЬ — прибор для измерения на местности магнитных азимутов. Состоит из кольца (лимба), имеющего угловые деления и помещенного в медной коробке со стеклянной крышкой. В центре лимба укреплен острый шпиль, на котором вращается магнитная стрелка. Для визирования Б. имеет диоптры. При измерениях Б. устанавливается на штативе или держится в руках.

Каждая B . поверяется путем сравнения с особо хранящейся нормальной буссолью. Разность между показаниями нормальной и рабочей B . называется поправкой рабочей B .

B

ВЕЛИЧИНЫ ИЗМЕРЕННЫЕ И ВЫЧИСЛЕННЫЕ. Измеренной величиной называют числовой результат измерения, выполненного соответствующим инструментом или прибором. Вычисленной величиной называют числовое значение функции измеренных величин.

ВЕЛИЧИНЫ НЕЗАВИСИМЫЕ И ЗАВИСИМЫЕ. Независимой в теории ошибок измерений считается такая V ., неизбежная малая ошибка которой образуется независимо от ошибок других V ., участвующих в данной обработке измерений. V . будет зависимой, если ее ошибка является функцией ошибок других V ., участвующих в данных вычислениях. Результат любого измерения — независимая V . Если третий угол треугольника найден как дополнение до 180° к двум его измеренным углам, то значение такого угла будет зависимой V . по отношению к двум измеренным углам. Условие независимости образования ошибок лежит в основе многих правил и формул теории ошибок измерений и способа наименьших квадратов.

От понятия «зависимая величина» необходимо отличать понятие «функциональная связь».

Функциональная связь между результатами измерений может возникнуть только при наличии избыточно измеренных величин. Так, например, между двумя измеренными углами треугольника никакой функциональной связи не существует. Избыточно измеренный третий угол даст функциональную связь между результатами измерений: сумма трех углов плоского треугольника должна быть равна 180° ; на этом основании можно подсчитать истинную ошибку w суммы трех измеренных углов A , B и C треугольника

$$w = A + B + C - 180^\circ.$$

ВЕЛИЧИНЫ НЕОБХОДИМЫЕ И ИЗБЫТОЧНЫЕ. Необходимыми называют V ., которые нужно знать (измерить), чтобы найти значения искомого V . Например, чтобы знать все шесть элементов плоского треугольника, необходимо измерить три его элемента, в числе которых была бы, по крайней мере, одна сторона. Избыточными называют V ., измеренные сверх необходимых. Из двух измерений длины одной и той же линии одно будет избыточным. Если в плоском треугольнике нужно знать V . его углов и с этой целью были измерены все три его угла, то любой один из этих углов будет избыточно измеренной V . Избыточные измерения позволяют обнаруживать возможные промахи и просчеты, судить о точности измерений и повышать точность окончательных резуль-

татов. Результаты измерений могут быть надежными только при наличии избыточных измерений, поэтому в геодезической практике избыточные измерения являются обязательными.

ВЕРТИКАЛ — каждый большой круг небесной сферы, проходящий через зенит места наблюдений. В., перпендикулярный к небесному меридиану, называется **первым вертикалом**, а пересечения его с небесным горизонтом — **точками востока и запада** (см. еще *Небесная сфера*).

ВЕРТИКАЛЬ ГЛАВНАЯ — см. *Элементы центральной проекции*.

ВЕС ФУНКЦИИ ИЗМЕРЕННЫХ ВЕЛИЧИН — $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, где x_1, x_2, \dots, x_n — независимые между собой с точки зрения образования их ошибок величины, имеющие соответственно веса p_1, p_2, \dots, p_n . Вес p_y функции y вычисляется по формуле

$$\frac{1}{p_y} = \left(\frac{\partial y}{\partial x_1}\right)^2 \frac{1}{p_1} + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2}\right)^2 \frac{1}{p_2} + \dots + \left(\frac{\partial y}{\partial x_n}\right)^2 \frac{1}{p_n},$$

где $\frac{\partial y}{\partial x_i}$ — частная производная функции y , взятая по x_i .

ВЕСА ИЗМЕРЕНИЙ — вспомогательные числа, характеризующие достоинство результатов измерений в отношении их точности и используемые при совместной обработке неравноточных или разнородных величин.

В. и. принято выражать положительными числами, обратно пропорциональными квадратам средних квадратических ошибок результатов измерений:

$$p = \frac{\mu^2}{m^2},$$

где m — средняя квадратическая ошибка результата, μ^2 — коэффициент пропорциональности, p — вес результата.

При $p = 1$ будет $\mu = m$. Следовательно, μ есть средняя квадратическая ошибка результата, вес которого принят равным единице. Результат, которому устанавливают вес 1, выбирается, исходя из удобств вычислений. Пусть, например, в триангуляции были измерены углы со средней квадратической ошибкой $m_\alpha = \pm 1,0$ и базисная сторона длиной $s = 12,0$ км, со средней квадратической ошибкой $\frac{m_s}{s} = \pm \frac{1}{300\,000}$, т. е. $m_s = \pm \frac{12\,000}{300\,000} = \pm 0,04$ м. Назначив вес 1 измеренному значению угла, будем иметь

$$\mu = m_\alpha; \quad p_\alpha = \frac{\mu^2}{m_\alpha^2} = 1.$$

Для вычисления веса базисной стороны выразим ее в дециметрах и напомним

$$m_s = \pm 0,4 \text{ дм}; \quad p_s = \frac{\mu^2}{m_s^2} = \frac{(1'',0)^2}{(0,4 \text{ дм})^2} = 6,2 \frac{\text{сек}^2}{\text{дм}^2}.$$

Так как при вычислении веса длина стороны была выражена в дециметрах, то в дальнейшем в данных вычислениях все величины, связанные с ошибками сторон, должны выражаться тоже в дециметрах.

ВЕСОВОЕ СРЕДНЕЕ — среднее арифметическое из неравноточных значений какой-либо величины, найденное с учетом весов этих значений.

Если $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ — неравноточные результаты и $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ — соответствующие веса этих результатов, то В. с. a_0 находят по формуле

$$a_0 = \frac{a_1 p_1 + a_2 p_2 + a_3 p_3 + \dots + a_n p_n}{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n} = \frac{[ap]}{[p]}.$$

ВИДИМОСТЬ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ. 1. Отсутствие препятствий, закрывающих визирный луч (см. *Расчет высот знаков*). 2. Состояние атмосферных условий, влияющих на качество изображений визирных целей при рассматривании их в зрительную трубу инструмента.

ВОЕННАЯ ТОПОГРАФИЯ — военно-техническая дисциплина, в которой изучаются:

— методы и способы определения и оценки тактических свойств местности;

— использование войсками карт и аэроснимков при изучении местности, ориентировании на ней и целеуказании;

— составление боевых графических документов, необходимых войскам при подготовке и ведении боя и операции; приемы глазомерной и перспективной съемок;

— методика топографической подготовки войск.

ВОЗДУШНОЕ ФОТОГРАФИРОВАНИЕ — см. *Аэрофото-съемка*.

ВРЕМЯ СРЕДНЕЕ, ЗВЕЗДНОЕ И ДР. — см. *Астрономические системы счета времени*.

ВЫСОТА АБСОЛЮТНАЯ точки земной поверхности есть расстояние от этой точки по отвесной линии до уровенной поверхности, принятой в государственной геодезической сети за исходную (нулевую). В СССР В. а. отсчитываются от среднего уровня Балтийского моря, определенного из многолетних наблюдений на водомерном посту в г. Кронштадте.

Полученные из геометрического нивелирования разности высот точек земной поверхности зависят от пути нивелирования, так как уровенные поверхности, проходящие через точки физической поверхности Земли, непараллельны между собой вследствие влияния центробежной силы, обусловленной суточным вращением Земли, и неравномерного распределения масс земной коры. В зависимости от способа учета непараллельности уровенных поверхностей различают высоты ортометрические, нормальные и динамические. В СССР принята система нормальных высот, предложенная М. С. Молоденским.

В системе нормальных высот абсолютные высоты точек отсчитываются от поверхности квазигеоида («якобы», «почти» геоида). Поверхность квазигеоида вполне определяется относительно земной поверхности и поверхности референц-эллипсоида. В открытых морях и океанах поверхности квазигеоида и геоида совпадают.

При учете непараллельности уровенных поверхностей в высокоточном геометрическом нивелировании пользуются измеренным в точках хода ускорением силы тяжести и средним его значением на отрезке высоты определяемой точки над исходной уровенной поверхностью. Но действительное значение ускорения силы тяжести под земной поверхностью определить невозможно, и его среднее значение на отрезках высот определяемых точек остается неизвестным. Поэтому в системе нормальных высот пользуются средним значением так называемого нормального ускорения силы тяжести, являющегося функцией географической широты и приближенной высоты определяемой точки.

Для точек одной и той же уровенной поверхности, лежащих на разных географических широтах, нормальные высоты различны. Если во всех точках земной поверхности отложить вниз по отвесным линиям величины нормальных высот этих точек, то полученные таким образом точки будут принадлежать поверхности квазигеоида.

В системе динамических высот учет непараллельности уровенных поверхностей производится по методу нормальных высот, но средние значения ускорения силы тяжести на отрезках высот точек вычисляются с постоянной географической широтой 45° или со средней широтой района нивелирования. Для точек одной и той же уровенной поверхности, лежащих на разных географических широтах, динамические высоты одинаковы.

В системе ортометрических высот абсолютные высоты считаются от поверхности геоида. Но ортометрические высоты практически не могут быть точно определены из-за невозможности найти среднее значение ускорения силы тяжести по отвесной линии между точкой земной поверхности и поверхностью геоида.

ВЫСОТА ОТНОСИТЕЛЬНАЯ какой-либо точки земной поверхности есть высота ее относительно другой точки, равная разности абсолютных высот этих точек.

ВЫСОТА СВЕТИЛА — см. *Небесная сфера*.

ВЫСОТА СЕЧЕНИЯ — разность значений высот двух последовательных основных горизонталей на топографической карте. На советских топографических картах приняты следующие основные высоты сечения: на карте масштаба $1 : 25\,000$ — 5 м , $1 : 50\,000$ — 10 м , $1 : 100\,000$ — 20 м , $1 : 200\,000$ — 40 м .

ВЫСОТА ФОТОГРАФИРОВАНИЯ — высота полета самолета над некоторой средней горизонтальной поверхностью снимаемого района. В. ф. (H) устанавливают в зависимости от заданного масштаба аэрофотосъемки ($1 : m$), величины фокусного расстояния АФА (f) и вычисляют по формуле

$$H = mf.$$

В полете В. ф. выдерживается по барометрическому высотомеру; технические требования к аэрофотосъемке, выполняемой для картографирования, допускают отклонение высоты от заданной не более чем на 5% .

Абсолютная высота средней горизонтальной поверхности определяется по карте, как средняя между высшей и низшей точками снимаемого района. Однако, если в различных частях района рельеф по своей характеристике различен, то район подразделяется на участки и для каждого участка выбирается своя средняя горизонтальная поверхность.

Г

ГАНЗЕНА ЗАДАЧА — определение координат двух пунктов P и Q (рис. 8) по измеренным на них направлениям на данные пункты A и B и взаимным направлениям PQ и QP .

Решение. Точку P принимают за начало условных плоских прямоугольных координат $x'Py'$, а направление PQ — за положительное направление оси ординат. Расстояние PQ условно принимают равным 1000,00 м. Пользуясь условными координатами точек P ($x'_P = 0,00$ м, $y'_P = 0,00$ м), Q ($x'_Q = 0,00$ м, $y'_Q = 1000,00$ м) и измеренными углами треугольников AQP и BQP , вычисляют по правилам прямой засечки условные координаты точек A (x'_A, y'_A) и B (x'_B, y'_B), а по ним — условные дирекционные углы α'_{AB} и α'_{BA} направлений AB и BA . Теперь по условным дирекционным углам

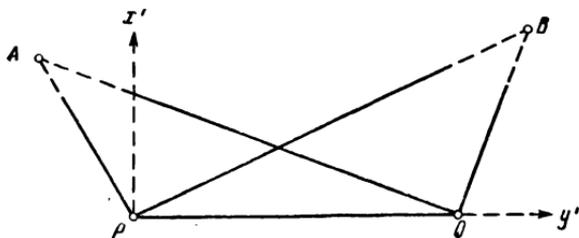


Рис. 8

находят в треугольнике ABP углы при точках A и B и по правилам прямой засечки вычисляют из этого треугольника искомые координаты точки P , пользуясь действительными координатами точек A и B . Искомые координаты точки Q могут быть вычислены из треугольника QPA , QPB или QAB . Правильность определений контролируют по дополнительно измеренному направлению с пункта P или Q на третий данный пункт или по измеренному расстоянию между пунктами P и Q .

ГАУССА АЛГОРИТМ — совокупность вычислительных операций при решении определенной системы линейных уравнений по способу последовательного исключения неизвестных, предложенная немецким математиком К. Ф. Гауссом. Г. а. широко применяется в уравнивательных вычислениях при решении систем нормальных уравнений.

Для системы нормальных уравнений

$$[aa]x_1 + [ab]x_2 + [ac]x_3 + \dots + [ak]x_k + [al] = 0,$$

$$[ab]x_1 + [bb]x_2 + [bc]x_3 + \dots + [bk]x_k + [bl] = 0,$$

.....

$$[ak]x_1 + [bk]x_2 + [ck]x_3 + \dots + [kk]x_k + [kl] = 0$$

правило вычисления, например, коэффициента во втором уравнении при втором неизвестном, при исключении первого неизвестного в буквенной записи имеет вид

$$[bb \cdot 1] = [bb] - \frac{[ab][ab]}{[aa]}.$$

Вычисление коэффициента в шестом уравнении при седьмом неизвестном при исключении пятого неизвестного выполняется по формуле

$$[fg \cdot 5] = [fg \cdot 4] - \frac{[ef \cdot 4][eg \cdot 4]}{[ee \cdot 4]}.$$

Записи в прямых скобках означают: первая буква — номер уравнения (например, f — шестое уравнение, так как f — шестая буква латинского алфавита); вторая буква — номер неизвестного (g — седьмая буква латинского алфавита); цифра — число исключенных неизвестных.

ГАУССА ПРОЕКЦИЯ — изображение поверхности эллипсоида на плоскости под следующими условиями, предложенными немецким ученым К. Ф. Гауссом:

1) один из меридианов эллипсоида принимается за осевой и изображается на плоскости осью абсцисс (X) с сохранением длин дуг меридиана;

2) проекция конформна (сохраняет на плоскости углы изображаемых фигур).

Плоские прямоугольные координаты x и y изображения точки эллипсоида в проекции Гаусса являются следующими функциями ее геодезической широты B и долготы l , считаемой от осевого меридиана:

$$\begin{aligned} x = & S + N \frac{l''^2}{2\rho''^2} \sin B \cos B + \\ & + N \frac{l''^4}{24\rho''^4} \sin B \cos^3 B (5 - \operatorname{tg}^2 B + 9\eta^2 + 4\eta^4 + \\ & + N \frac{l''^6}{720\rho''^6} \sin B \cos^5 B (61 + 58 \operatorname{tg}^2 B + \operatorname{tg}^4 B) + \dots ; \\ y = & N \frac{l''}{\rho''} \cos B + N \frac{l''^3}{6\rho''^3} \cos^3 B (1 - \operatorname{tg}^2 B + \eta^2) + \\ & + N \frac{l''^5}{120\rho''^5} \cos^5 B (5 - 18 \operatorname{tg}^2 B + \operatorname{tg}^4 B + 14\eta^2 - 58\eta^2 \operatorname{tg}^2 B) + \dots \end{aligned}$$

где S — длина дуги меридиана от экватора до параллели под широтой B ; N — длина нормали к поверхности эллипсоида под широтой B ; $\rho'' = 206264'' \cdot 8062$ — величина радиана в секундах градусной меры; $\eta^2 = e'^2 \cos^2 B = 0,006738525 \cos^2 B$ (для эллипсоида Красовского).

Ч а с т н ы й м а с ш т а б μ в Г. п. является функцией положения точки, т. е. ее координат, и не зависит от направления линейного элемента в точке

$$\mu = 1 + \frac{y^2}{2R^2} + \frac{y^4}{24R^4} = 1 + \frac{u^2}{2\rho^2} + \eta^2 \frac{u^2}{2\rho^2} + \frac{5}{24} \frac{u^4}{\rho^4},$$

где R — средний радиус кривизны под широтой B ;

$$\sin u = \sin l \cos B.$$

Для точных вычислений абсциссы x и ординаты y на арифмометре имеются «Таблицы для вычисления координат Гаусса — Крюгера в пределах широт от 30 до 80°. Эллипсоид Красовского» (М., Геодезиздат, 1946). В этих таблицах длина дуги меридиана обозначена через X , коэффициенты при l''^2 и l''^4 в выражении для x обозначены соответственно через a_1 и a_2 , а коэффициенты при l'' и l''^3 в выражении для y — через b_1 и b_2 ; члены шестого и пятого порядка относительно l обозначены соответственно через δ_x и δ_y . С этими обозначениями приведенные выше формулы для x и y примут вид

$$x = X + a_1 l''^2 + a_2 l''^4 + \delta_x;$$

$$y = b_1 l'' + b_2 l''^3 + \delta_y.$$

Кроме этого, таблицы содержат величины для вычисления *редукций расстояний и направлений* при переходе с эллипсоида на плоскость в проекции Гаусса.

Г. п. — симметричная относительно осевого меридиана, в ней сохраняются углы фигур, но искажаются длины. При удалении от осевого меридиана на 3° долготы относительное искажение расстояний в южных широтах СССР достигает 1 : 1000, а относительное искажение площадей — 1 : 500. Поэтому поверхность эллипсоида изображается на плоскости по частям — *координатным зонам*.

Г. п. принята в СССР и многих других странах.

В СССР в этой проекции производятся: вычисление геодезических сетей в плоских прямоугольных координатах (см. *Координаты плоские прямоугольные*), топографические съемки всех масштабов и составление топографических карт в масштабах 1 : 500 000 и крупнее. С этой целью результаты геодезических угловых и линейных измерений, отнесенные на поверхность *референц-эллипсоида*, переносятся (редуцируются) на плоскость (см. *Редукция направления и Редукция расстояния в проекции Гаусса*). При производстве топографических съемок в Г. п. на планшет наносят рамки съемочных трапеций и геодезические пункты, а при выполнении полевых и камеральных съемочных работ никаких поправок в направления и расстояния не вводят. На топографические карты масштаба 1 : 500 000 и крупнее наносят сетки прямоугольных координат (см. *Координатная сетка*).

ГЕЛИОТРОП — светосигнальный прибор, позволяющий посылать отраженный от зеркала солнечный луч в заданном направлении. Г. состоит из деревянной доски A (рис. 9), на одном конце которой расположено вращающееся зеркало B , а на другом — рамка C с откидной трубкой D . В середине зеркала B имеется небольшое отверстие, а в рамке C — крест нитей. При откинутом

вверх положении трубки визируют через отверстие в зеркале и крест нитей и устанавливают Г. в нужном направлении. После этого опускают трубку *D*, и, вращая зеркало, направляют в нее отраженные лучи солнца так, чтобы темное пятно от отверстия в зеркале совпало с центром дна трубки. Винт *E* служит для установки Г. в нужной точке на столике для наблюдений. На свет от Г. производится визирование при геодезических наблюдениях на большие расстояния (до 60 км и более).

ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ — выявление и отображение на карте существенных, типичных свойств и характерных особенностей картографируемых предметов и явлений. Г. к. производится путем отбора отображаемых на карте предметов и явлений, обобщения их очертаний (контуров), а также качественных и количественных характеристик. Основными факторами, опре-

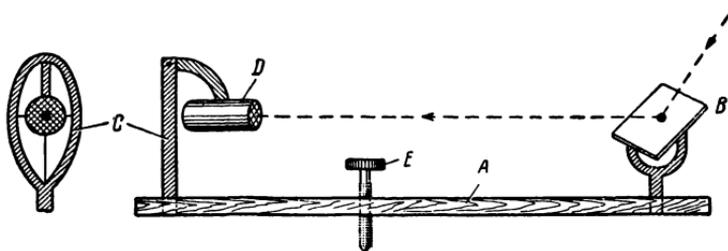


Рис. 9

деляющими генерализацию, являются: назначение и масштаб карты, особенности картографируемой действительности, средства картографического изображения и источники, по которым составляется карта. Генерализованность (обобщенность) изображения — неотъемлемое свойство карты, существенно отличающее ее от аэроснимка и позволяющее выделить на карте главное, показать связь между картографируемыми объектами и закономерности в их размещении.

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ОБРАТНАЯ — задача, в которой по данным координат двух точек на поверхности требуется найти расстояние по поверхности между ними и взаимные направления. Г. з. о. часто встречается в геодезических вычислениях и в навигационных расчетах. В геодезии рассматривается решение задачи на плоскости, сфере и эллипсоиде. Решение на плоскости и сфере выполняется по формулам соответственно плоской и сферической тригонометрии. Для решения задачи на земном эллипсоиде поверхность последнего предварительно изображают в той или иной проекции на сфере или на плоскости, затем решают задачу на этих более простых поверхностях, после чего вносят в результаты поправки за искажения проекции.

Математическая сущность задачи заключается в преобразовании плоских прямоугольных или географических координат в полярные.

Выбор метода решения задачи зависит от требуемой точности. Приближенное решение может быть найдено графически — построением точек на карте, на глобусе или с помощью номограмм в виде картографических сеток. Для этой же цели имеются таблицы. На плоскости и сфере точные результаты получают по приводимым

ниже формулам. Формулы для точного решения задачи на поверхности земного эллипсоида настолько сложны, что на практике их более или менее упрощают, поступаясь в той или иной мере строгостью решения.

Вычисления контролируются решением задачи по различным формулам или хотя бы вычислением в две руки. Для рационализации вычислений широко используются вспомогательные таблицы. Массовые решения обратных задач выполняют обычно на ЭЦВМ.

Решение Г. з. о. на плоскости. Даны прямоугольные координаты двух точек $A(x_1, y_1)$ и $B(x_2, y_2)$. Требуется найти расстояние d и дирекционные углы $\alpha_{1.2}$ и $\alpha_{2.1}$ взаимных направлений между ними.

Ф о р м у л ы:

$$\operatorname{tg} \alpha_{1.2} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1};$$

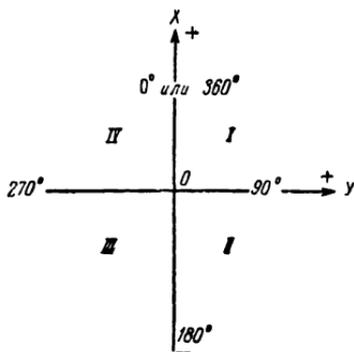
$$\alpha_{2.1} = \alpha_{1.2} + 180^\circ, \text{ если } \alpha_{1.2} < 180^\circ;$$

$$\alpha_{2.1} = \alpha_{1.2} - 180^\circ, \text{ если } \alpha_{1.2} > 180^\circ;$$

$$d = \frac{y_2 - y_1}{\sin \alpha_{1.2}} = \frac{x_2 - x_1}{\cos \alpha_{1.2}} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}.$$

Четверть, в которой лежит направление AB , определяют по знакам разностей $y_2 - y_1$ и $x_2 - x_1$. При вычислении $\alpha_{1.2}$ по найденному $\operatorname{tg} \alpha_{1.2}$ подыскивают из тригонометрических таблиц острый угол u и затем находят $\alpha_{1.2}$, пользуясь диаметром $0-180^\circ$ (см. таблицу).

Знаки		Четверть	Вычисление $\alpha_{1.2}$
$y_2 - y_1$	$x_2 - x_1$		
+	+	I	$\alpha_{1.2} = u$
+	-	II	$\alpha_{1.2} = 180^\circ - u$
-	-	III	$\alpha_{1.2} = 180^\circ + u$
-	+	IV	$\alpha_{1.2} = 360^\circ - u$



Правильность определения четверти, в которой лежит $\alpha_{1.2}$, рекомендуется проверить по карте или схематическому чертежу, а полное отсутствие ошибок в полученных результатах — решением прямой задачи.

Решение Г. з. о. на сфере — вычисление длины s дуги AB большого круга и азимутов $\alpha_{1.2}$ и $\alpha_{2.1}$ этой дуги в ее концах A и B , заданных на сфере радиуса R географическими координатами $A(\varphi_1, \lambda_1)$ и $B(\varphi_2, \lambda_2)$.

Ф о р м у л ы:

$$\operatorname{ctg} \alpha_{1.2} = \frac{\operatorname{tg} \varphi_2 \cos \varphi_1 - \sin \varphi_1 \cos (\lambda_2 - \lambda_1)}{\sin (\lambda_2 - \lambda_1)};$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{2.1} = \frac{\operatorname{stn} \varphi_2 \cos (\lambda_2 - \lambda_1) - \operatorname{tg} \varphi_1 \cos \varphi_2}{\sin (\lambda_2 - \lambda_1)};$$

$$\cos \sigma = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos (\lambda_2 - \lambda_1);$$

$$s = R \frac{\sigma}{\rho},$$

где ρ — величина радиана, выраженного в той же мере, что и дуга σ .

Величину R обычно принимают равной радиусу шара, поверхность которого равновелика поверхности земного эллипсоида (для эллипсоида Красовского $R = 6\,371\,116$ м).

При дуге $\sigma < 10^\circ$ ее величину удобнее находить по формулам

$$\sin \sigma = \frac{\cos \varphi_2}{\sin \alpha_{1.2}} \sin (\lambda_2 - \lambda_1) = \frac{\cos \varphi_1}{\sin \alpha_{2.1}} \sin (\lambda_2 - \lambda_1).$$

Чтобы не ошибиться в определении четвертей, в которых лежат углы $\alpha_{1.2}$ и $\alpha_{2.1}$, рекомендуется нанести точки на земной глобус и соединить их ниткой.

Решение Г. з. о. на поверхности эллипсоида — вычисление длины s геодезической линии AB и азимутов $A_{1.2}$ и $A_{2.1}$ этой линии в ее концах A и B , заданных на поверхности эллипсоида географическими (геодезическими) координатами $A (B_1, L_1)$ и $B (B_2, L_2)$.

Для решения задачи следует обратиться к специальным руководствам, например, «Руководство по вычислению азимута и длины геодезической линии на поверхности эллипсоида Красовского» (М., РИО ВТС, 1960 г.). Но если разность широт и разность долгот точек A и B не превосходят 10° , то могут быть рекомендованы следующие формулы, предложенные В. П. Морозовым и обеспечивающие пять верных значащих цифр в расстоянии и $0',1$ в азимуте:

$$l = L_2 - L_1; \quad b = B_2 - B_1;$$

$$B_m = \frac{1}{2} (B_2 + B_1);$$

$$m = 31,0261 - 0,3110 \cos^2 B_m;$$

$$n = 31,0265 - 0,1040 \cos^2 B_m;$$

$$p_0 = b'' \cdot m; \quad q_0 = l'' \cdot n \cdot \cos B_m; \quad t_0 = l'' \sin B_m,$$

где l'' и b'' — величины l и b , выраженные в секундах градусной меры углов,

$$(l'') = l''^2 \cdot 10^{-12}; \quad (b'') = b''^2 \cdot 10^{-12}; \quad (t_0'') = t_0''^2 \cdot 10^{-12};$$

$$k_1 = -2 (l'') - (t_0''); \quad k_2 = (b'') - (t_0''); \quad k_3 = 3k_2 - k_1;$$

$$p = p_0 (1 + k_1); \quad q = q_0 (1 + k_2); \quad t'' = t_0'' (1 + k_3);$$

$$\operatorname{tg} A_m = \frac{q}{p};$$

$$A_{1.2} = A_m - \frac{t}{2};$$

$$A_{2.1} = A_m + \frac{t}{2} \pm 180^\circ;$$

$$s \text{ (в метрах)} = p \operatorname{sec} A_m = q \operatorname{cosec} A_m.$$

Четверть круга, в которой находится средний азимут A_m , определяется по знакам p и q при помощи следующей таблички:

	I	II	III	IV
	табличное значение	180° — табличное значение	$180^\circ +$ табличное значение	360° — табличное значение
p	+	+	—	—
q	+	—	—	+

Значение s вычисляется по формуле $s = p \operatorname{sec} A_m$, если $\operatorname{tg} A_m < 1$ (независимо от знака), и по второй формуле, если $\operatorname{tg} A_m > 1$.

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ПРЯМАЯ НА ПЛОСКОСТИ — задача, в которой даны координаты x_1, y_1 точки A , дирекционный угол $\alpha_{1.2}$ направления с точки A на точку B и расстояние d между этими точками. Требуется найти координаты x_2, y_2 точки B и дирекционный угол $\alpha_{2.1}$ обратного направления — с точки B на точку A .

Формулы:

$$x_2 = x_1 + d \cos \alpha_{1.2};$$

$$y_2 = y_1 + d \sin \alpha_{1.2}$$

$$\alpha_{2.1} = \alpha_{1.2} + 180^\circ, \text{ если } \alpha_{1.2} < 180^\circ.$$

$$\alpha_{2.1} = \alpha_{1.2} - 180^\circ, \text{ если } \alpha_{1.2} > 180^\circ.$$

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ — линия кратчайшего расстояния на какой-либо поверхности. На поверхности шара Г. л. — дуга большого круга, на боковой поверхности цилиндра — винтовая линия, на поверхности эллипсоида — кривая двойной кривизны, в каждой точке которой соприкасающаяся плоскость проходит через нормаль к поверхности в той же точке. Для Г. л. на шаре и эллипсоиде произведение радиуса параллели какой-либо ее точки на синус азимута Г. л. в той же точке есть величина постоянная для данной Г. л. ($r \sin A = C$).

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ПРИВЯЗКА БОЕВЫХ ПОЗИЦИЙ — комплекс полевых и вычислительных астрономических, геодезических и гравиметрических работ, выполняемых с целью определения координат и других исходных геодезических данных, необходимых для расчета дальности, направления стрельбы и ориентирования боевой техники на местности. Г. п. б. п. может проводиться заблаговременно и в ходе занятия войсками боевых позиций.

В зависимости от плотности и точности пунктов исходной геодезической и гравиметрической основы, а также отводимого на привязку времени Г. п. б. п. подразделяют на предварительную и основную, а также на привязку, выполняемую в обычные и сокращенные сроки.

Выполнение работ по Г. п. б. п. возлагается на геодезические подразделения соответствующих видов и родов войск.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЕТИ СССР подразделяются на государственную Г. с., сети местного (специального) значения и съемочные сети. Государственная Г. с. СССР является главной геодезической основой для общегосударственных и специальных топографических съемок и составления карт, для развития сетей специального назначения и служит для решения научных задач геодезии и удовлетворения нужд народного хозяйства и обороны страны в инженерно-геодезическом отношении.

Государственная Г. с. СССР создается в плановом отношении методами триангуляции, полигонометрии и трилатерации 1, 2, 3 и 4 классов, а в высотном — геометрическим нивелированием I, II, III и IV классов. Г. с. местного (специального) значения являются сетями сгущения государственных Г. с. и развиваются при геодезическом обеспечении крупномасштабных топографических съемок и территорий промышленного и оборонного строительства. Построение Г. с. регламентируется соответствующими инструкциями (см. еще *Нивелирование геометрическое* и *Триангуляция*).

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ И ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОЙСК — обеспечение войск геодезическими данными, топографическими картами и другими сведениями о местности, необходимыми для пусков ракет и стрельбы артиллерии, управления войсками, ориентирования на местности, планирования и проведения инженерных и других работ, выполняемых при заблаговременных оборонных мероприятиях и в ходе боевых операций.

Обеспечение войск геодезическими и гравиметрическими данными производится на основе государственной геодезической и гравиметрической сети. Порядок проведения работ, плотность пунктов и точность координат и ориентирных направлений устанавливаются в соответствии с требованиями обеспечиваемой боевой техники. При требованиях большой плотности на значительной территории на основе государственной геодезической сети создаются опорные геодезические сети специального назначения, затем развиваются сети привязки и определяются координаты элементов боевых позиций и ориентирные направления.

Основные сведения о местности штабы и войска получают по топографическим картам и специальным картам различного назначения (авиационным, автодорожным и др.), создаваемым, как правило, заблаговременно. Кроме карт, сведения о местности даются в виде аэроснимков, монтируемых обычно в фотосхемы или фотопланы.

ГЕОДЕЗИЯ — наука, изучающая форму и размеры Земли (фигуру геоида) и методы и способы создания сетей опорных пунктов, служащих плановой и высотной основой для топографических съемок и составления карт, а также для разного рода инженерного строительства, связанного с точными измерениями на местности. Геодезия решает свои задачи в тесной связи с практической астрономией, гравиметрией, геофизикой и другими науками.

ГЕОДИМЕТР — прибор для измерения расстояний методом светолокации конструкции шведского ученого Бергстранда; относится к светодальномерам фазового типа (см. *Светодальномер*).

ГЕОИД — фигура Земли, ограниченная уровенной поверхностью, совпадающей в открытых морях и океанах с их спокойной поверхностью (без волн, приливов и течений). Поверхность геоида в каждой ее точке перпендикулярна направлению отвесной линии в этой точке. Определение фигуры геоида — одна из основных задач геодезии, решаемая ею совместно с астрономией и гравиметрией.

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ — система точек съемочной сети, положение которых на планшете определено последовательным применением прямых и обратных засечек графическим способом при помощи мензулы и кипрегеля. Основой для построения Г. с. служат геодезические пункты. Построение Г. с. аналогично *триангуляции* с той разницей, что систему треугольников строят графически на планшете, опираясь на нанесенные на него геодезические пункты. Высоты точек определяют тригонометрическим нивелированием, измеряя вертикальные углы кипрегелем; расстояния между точками берут с планшета с учетом масштаба. Окончательные значения высот точек Г. с. находят путем уравнивания по способу полигонов с распределением невязок пропорционально длинам их сторон.

ГИРОАЗИМУТ — гироскопический курсоуказатель — навигационный прибор, применяющийся для управления движением различных видов боевой техники.

Г. представляет собой трехстепенный *гироскоп*, главная ось которого способна удерживать неизменным заданное по азимуту направление. Для устранения влияния суточного вращения Земли Г. имеет устройства, корректирующие положение его главной оси по азимуту и высоте.

Недостатком Г. является то, что он не обладает свойством избирательности и его главная ось не способна после выхода из заданного направления вновь в него возвращаться.

ГИРОКОМПАС — навигационный прибор, автоматически отыскивающий направление истинного меридиана. Действие Г. основано на свойстве специально подвешенного гироскопа устанавливаться в плоскости истинного меридиана.

Основной частью Г. является т я ж е л ы й г и р о с к о п. На внутреннем кольце гироскопа нанесена шкала с угловыми делениями, позволяющая определять курс движения относительно стрелки, указывающей направление меридиана.

Г. применяется на подводных и надводных кораблях. В авиации в связи со значительными ускорениями при эволюциях самолета вместо Г. применяется г и р о п о л у к о м п а с (г и р о а з и м у т), указывающий отклонение полета от прямолинейного курса.

ГИРОСКОП (трехстепенный) — быстро вращающееся динамически симметричное твердое тело (ротор), подвешенное таким образом, что ось собственного вращения ротора может занимать любое направление в пространстве.

Трехстепенный Г. с карданным подвесом (рис. 11) состоит из ротора 1, оси собственного вращения ротора — главной оси Г. 2, горизонтальной 3 и вертикальной 4 осей подвеса, внутреннего 5 и внешнего 6 подвижных колец и основания 7.

В качестве ротора гироскопа обычно служит ротор специального электрического двигателя, называемого г и р о м о т о р о м.

Главнейшей характеристикой Г. является его кинетический момент H , равный произведению осевого момента инерции ротора гироскопа A на угловую скорость вращения ротора Ω т. е.

$$H = A\Omega \frac{\text{г} \cdot \text{см}}{\text{сек}}.$$

При двух подвижных кольцах Г. имеет три степени свободы (три независимых движения) и поэтому называется **т р е х с т е п е н н ы м**; при одном подвижном кольце Г. имеет две степени свободы и называется **д в у х с т е п е н н ы м**. Кроме того, различают Г. **а с т а т и ч е с к и е** (у р а в н о в е ш е н н ы е) и **т я ж е л ы е** (**м а я т н и к о в ы е**).

В аstaticком Г. центр тяжести совпадает с точкой подвеса (пересечением осей внутреннего и внешнего колец), благодаря чему главной оси вращения Г. можно придать любое направление в пространстве. В тяжелом Г. точка подвеса смещена относительно его центра тяжести. Если трение в подшипниках колец подвеса аstaticкого гироскопа сведено к минимуму, то Г. называется **с в о б о д н ы м**.

Главная ось свободного Г. стремится сохранить неизменным первоначально заданное ей направление в мировом пространстве, относительно же земных предметов направление оси будет непрерывно изменяться в результате суточного вращения Земли.

При кратковременном воздействии (при ударе) на внутреннее или внешнее кольцо Г. ось собственного вращения ротора не изменяет своего направления, а получает весьма быстрые, но незначительные по амплитуде колебания, называемые **н у т а ц и е й**. Под действием длительного внешнего возмущающего момента главная ось Г. совершает **п р е ц е с с и о н н о е д в и ж е н и е**, перемещаясь в плоскости, перпендикулярной к направлению действия силы. При этом ось собственного вращения Г. стремится совместиться по кратчайшему пути с вектором момента внешних сил.

Угловая скорость прецессии ω определяется по формуле

$$\omega = \frac{M}{H} \sin \alpha,$$

где M — момент внешних сил, приложенный к Г.;

H — кинетический момент Г.;

α — угол между вектором собственного вращения ротора и вектором внешнего возмущающего момента.

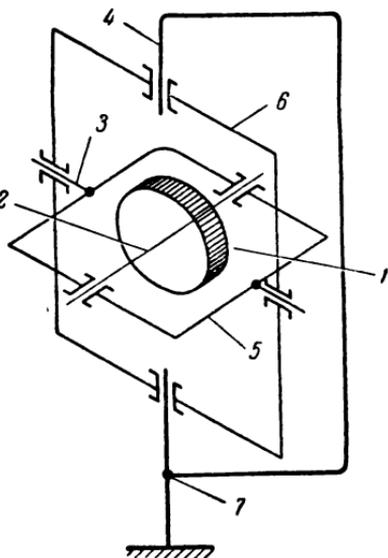


Рис. 11

При всяком вынужденном повороте кольца, в котором закреплена главная ось Г., возникает гироскопический момент, оказывающий на кольцо воздействие, стремящееся повернуть кольцо вместе с Г. так, чтобы главная ось Г. совпала с осью поворота кольца.

Гироскопический момент M_r выражается формулой

$$M_r = H \cdot \omega \cdot \sin \varphi,$$

где H — кинетический момент Г.;

ω — угловая скорость вынужденного вращения;

φ — угол между векторами \vec{H} и $\vec{\omega}$.

Точность работы Г. во многом зависит от качества системы подвеса ротора. Подшипники в системе подвеса ротора Г. должны иметь минимальные значения трения и люфта.

Свойства Г. позволяют использовать его в приборах автономного ориентирования (см. *Гироскопас, Гиротеодолит*). Г. является основным элементом большинства современных стабилизирующих устройств, от качества которых зависит точность стрельбы и управления космическими полетами.

ГИРОСКОПИЧЕСКИЙ АЗИМУТ — см. *Гиротеодолит*.

ГИРОСКОПИЧЕСКИЙ СТАБИЛИЗАТОР — электромеханическое устройство, основанное на применении *гироскопов* и элементов автоматики и служащее для придания неизменной пространственной ориентации объектам, расположенным на подвижных основаниях.

ГИРОТЕОДОЛИТ — прибор для автономного определения истинных азимутов ориентирных направлений, который конструктивно объединяет гироскоп и угломерную часть — оптический теодолит с автоколлимационной системой. Основной частью гироскопа обычно служит тяжелый (маятниковый) гироскоп, являющийся датчиком направления истинного меридиана. Теодолит предназначен для измерения истинного азимута — угла между направлением истинного меридиана и ориентирным направлением.

Определение направления истинного меридиана с помощью Г. основано на свойстве главной оси маятникового Г. (чувствительного элемента) совершать под влиянием суточного вращения Земли гармонические колебания, положение равновесия которых совпадает с плоскостью истинного меридиана точки стояния гиротеодолита.

Положение равновесия чувствительного элемента Г. определяют по наблюдению точек реверсии, в которых происходит видимое изменение направления движения чувствительного элемента при гармонических колебаниях.

Геодезический азимут A определяемого направления вычисляют по формуле

$$A = M - N_0 + \Delta + \delta A,$$

где M — отсчет по горизонтальному кругу Г., соответствующий направлению на местный предмет;

N_0 — значение отсчета, соответствующего положению равновесия чувствительного элемента;

Δ — конструктивная поправка прибора;

δA — поправка в истинный азимут за уклонение отвесной линии.

Положение равновесия N_0 вычисляют по отсчетам n_i круга в четырех последовательных точках реверсии чувствительного элемента, при этом

$$N_0 = \frac{1}{2} (N_1 + N_2),$$

где

$$N_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{n_1 + n_2}{2} + \frac{n_2 + n_3}{2} \right);$$

$$N_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{n_1 + n_3}{2} + \frac{n_3 + n_4}{2} \right).$$

Конструктивную поправку Δ находят из эталонирования гиротеодолита на пунктах сторон с известными астрономическими азимутами и вычисляют по формуле

$$\Delta = A_0 - a_{\text{гир}},$$

где A_0 — астрономический азимут исходного ориентирного направления;

$a_{\text{гир}}$ — среднее значение азимута этого направления, полученное из многократных определений Γ .

Разность отсчетов ($M - N_0$), которая представляет собой угол между направлением на визируемый предмет и плоскостью динамического равновесия главной оси Γ , называют гироскопическим азимутом и обозначают $a_{\text{гир}}$. Если конструктивная поправка прибора равна нулю, то гироскопический азимут будет равен астрономическому азимуту направления.

В комплект гиротеодолита должны входить: штатив, источник электроэнергии и блок питания, необходимый для преобразования и распределения электроэнергии между потребляющими узлами прибора.

Современные Γ позволяют определять истинные азимуты ориентирных направлений со средней квадратической ошибкой порядка $20''$ в любое время года и суток независимо от метеорологических условий, наличия магнитных аномалий и радиопомех при затрате времени на одно определение не более 1 ч.

ГЛАЗОМЕРНАЯ СЪЕМКА — упрощенная топографическая съемка небольших участков местности, выполняемая при помощи компаса, визирной линейки и циркуля на легком планшете (лист фанеры или картона с прикрепленной к ним бумагой). Планшет при Γ с. ориентируют по компасу, направления на снимаемые объекты прочерчивают при помощи визирной линейки, а расстояния до них определяют глазомерно или прямой засечкой. В прошлом Γ с. широко применялась для быстрого создания крупномасштабных планов в целях обеспечения боевых действий войск, но с развитием аэрофотосъемки утратила свое значение. В настоящее время приемы Γ с. применяются при составлении некоторых графических документов и нанесении на карту оборонительных сооружений и других военных объектов в процессе рекогносцировки.

При отсутствии крупномасштабной карты методом глазомерной съемки обычно составляются кроки расположения геодезических, гравиметрических и астрономических пунктов.

ГОРИЗОНТАЛИ (изогипсы) — линии на карте, соединяющие точки земной поверхности с одинаковой абсолютной высотой.

Различают горизонталы: основные, соответствующие установленной высоте сечения рельефа для карты данного масштаба (см. *Высота сечения*); дополнительные, проводимые через полувину основного сечения для изображения деталей рельефа, не выражающихся основными горизонталями, и вспомогательные, соответствующие обычно $\frac{1}{4}$ сечения. Для облегчения счета горизонталей каждую пятую основную горизонталь вычерчивают утолщенной линией; половинные и четвертные горизонталы изображают пунктирными линиями.

Применение горизонталей — основной способ изображения рельефа на картах, позволяющий определять абсолютные и относительные высоты точек, крутизну скатов, взаимную видимость точек, строить профили местности и т. д.

ГОРИЗОНТАЛЬ АЭРОСНИМКА — любая прямая линия на аэроснимке, параллельная главной горизонтали (см. *Элементы центральной проекции*).

ГРАВИМЕТР — прибор для относительного измерения силы тяжести, т. е. для измерения разности значений силы тяжести на двух пунктах. Значение силы тяжести на одном из этих пунктов должно быть определено заранее. Устройство Г. основано на принципе компенсации изменения силы тяжести упругими силами пружины или кварцевой

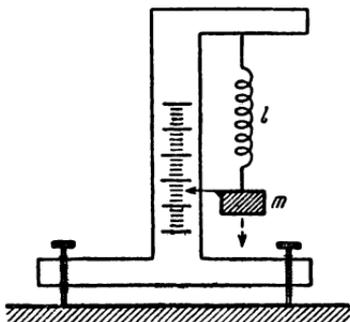


Рис. 12

крутильной нити, газа в замкнутом сосуде и т. п. основной детали прибора. По принципу действия Г. являются разновидностью пружинных весов (рис. 12).

При изменении ускорения силы тяжести g длина пружины l изменяется и груз m перемещается на длину Δl , величина которой и служит мерой изменения силы тяжести. Изменение силы тяжести относительно опорного пункта будет равно разности отсчетов по шкале на определяемом и опорном пунктах, умноженной на цену деления шкалы, выраженную в миллигалах. Цену деления шкалы Г. получают из специальных исследований, называемых *эталоном* Г.

Изменениям силы тяжести, с которыми приходится иметь дело на практике, соответствуют весьма малые величины Δl , измеряемые сотыми долями микрона. Для измерения таких малых величин применяются оптические, фотоэлектрические и другие способы регистрации.

Достоинством Г. является малое время, затрачиваемое на измерение (порядка 5—10 *мин*), и высокая точность определений (порядка 0,2—0,3 *мгал*), а основным недостатком — довольно быстрое изменение его постоянных, что требует повторных возвращений на исходный пункт. Поэтому Г. применяются обычно при небольших расстояниях между опорным и определяемым пунктами, а при значительных расстояниях они перевозятся на воздушном транспорте.

ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ КАРТА — специальная карта с данными аномалий ускорения силы тяжести в виде *изоаномал*, пред-

пазначаемая для определения ускорения силы тяжести в камеральных условиях и изучения геологической структуры Земли. Составляется, как правило, в масштабах 1 : 200 000, 1 : 500 000 (сечение изоаномал — 2 мгл), 1 : 1 000 000 (сечение изоаномал — 5 и 10 мгл), 1 : 5 000 000 (сечение изоаномал — 20 мгл) по материалам гравиметрических и маятниковых съемок на основе бланковых карт.

Широкое распространение получили Г. к. в аномалии Буге (см. *Редукция силы тяжести*), с помощью которых ускорение силы тяжести в системе CGS вычисляют по формуле

$$g = \Delta g_B + \gamma_0 - 0,2125 H - 13 \text{ мгл},$$

где Δg_B — значение аномалии Буге, полученное для данной точки местности по Г. к. линейным интерполированием;

γ_0 — нормальное значение ускорения силы тяжести; γ_0 выбирают из таблиц нормального значения ускорения силы тяжести (см. *Сила тяжести*) или вычисляют по формуле Гельмерта 1901—1909 гг. по широте данной точки;

0,2125H — поправка за «свободный воздух» и «промежуточный слой»;

H — высота точки над уровнем моря;

минус 13 мгл — поправка к значению силы тяжести, определенному ранее в Потсдаме.

Точность определения ускорения силы тяжести по Г. к. главным образом зависит от точности определения и плотности маятниковых и гравиметрических пунктов, а также от величины сечения изоаномал.

ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ — комплект гравиметров, смонтированный для измерений и перевозки в кузове специального автомобиля.

ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА — комплекс полевых и вычислительных работ, производимых с целью определения силы тяжести в точках земной поверхности с заданной плотностью их расположения.

Для выявления общего характера распределения силы тяжести на Земле производится о б щ а я Г. с. (одно определение силы тяжести приходится в среднем на 1000 км²), а для подробного изучения — д е т а л ь н а я Г. с. (одно определение на площадь порядка 100 км²). По характеру расположения определяемых точек Г. с. подразделяется на п л о щ а д н у ю и м а р ш р у т н у ю. Все определения силы тяжести производятся относительно пунктов, в которых она уже известна. В Советском Союзе такие пункты расположены в Пулкове, Москве, Казани и других городах.

Г. с. производится с помощью гравиметров и маятниковых приборов.

Результаты Г. с. используются для изучения фигуры Земли, а также для целей картографирования страны и создания исходной гравиметрической основы, необходимой для привязки позиций боевой техники.

ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

Г а л — ускорение, равное 1 см/сек², принятое в гравиметрии за единицу меры силы тяжести в системе CGS.

М и л л и г а л — мера силы тяжести, равная 0,001 см/сек², или 0,001 гала; сокращенно обозначается «мгл».

Микрогал равен 0,000001 гала.

В ряде случаев ускорение силы тяжести выражают в м/сек^2 ; $1 \text{ м/сек}^2 = 100 \text{ гал} = 100\,000 \text{ мгл}$.

ГРАВИМЕТРИЯ — наука, изучающая земное поле силы тяжести и методы ее измерения.

Значения силы тяжести в точках земной поверхности используются для определения фигуры Земли, изучения ее внутреннего строения и в теории вращения Земли.

Раздел гравиметрии, посвященный приложению гравиметрических данных к решению геодезических задач по определению фигуры Земли, приведению геодезических измерений на поверхность эллипсоида, установлению связи между различными системами геодезических координат, расчету траекторий движения ракет и искусственных спутников Земли, называется *геодезической гравиметрией*.

ГРАД — единица десятичной меры углов, равная $\frac{1}{100}$ прямого угла; обозначается буквой g . Г. делится на 100^c (центиград), а 1^c — на 100^{cc} (центидециград).

ГРАДИЕНТ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ — мера изменения температуры воздуха с увеличением высоты над земной поверхностью на 1 м. В равнинных районах на высоте в несколько десятков метров при спокойной атмосфере Г. т. з. а. близок к нормальному, равному $-0,0098^\circ/\text{м}$, т. е. приблизительно -1° на 100 м высоты; для горных районов более подходит стандартный Г. т. з. а., равный $-0,0065^\circ/\text{м}$. В приземном слое, до высоты 2—5 м над почвой, Г. т. з. а. определяется теплообменом между почвой и воздухом и зависит от характера почвенного покрова, состояния погоды, времени суток и других причин.

ГРАФИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ — точность измерения расстояний между двумя точками на бумаге при помощи циркуля и масштабной линейки. Опытом установлено, что такие измерения не могут быть выполнены точнее чем 0,1 мм, поэтому при графических измерениях и построениях величина 0,1 мм считается предельной Г. т.

ГРИНВИЧСКИЙ МЕРИДИАН — меридиан, проходящий через центр Гринвичской обсерватории в Англии. В международном счете географических долгот Г. м. принят начальным (нулевым); от него ведется счет долгот от 0 до 360° в направлении с запада на восток или в обе стороны, от 0 до 180° , с припиской соответственно слова «восточная», или знака плюс, и «западная», или знака минус.

Д

ДАЛЬНОМЕРЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ. Дальномерное измерение расстояний в геометрическом отношении является определением высоты равнобедренного треугольника aAb (рис. 13) по формуле

$$s = \frac{\rho''}{\varphi''} l,$$

где s — измеряемое расстояние; $\varphi'' = \angle aAb$ — малый по величине дальномерный угол; $l = \overline{ab}$ — базис и $\rho'' = 206264''$,8.

Одна из величин, φ'' или l , обычно является постоянной, а другая — переменной (измеряемой). По этому признаку Д. г. делятся на Д. с постоянным углом и Д. с постоянным базисом. По приспособлениям для определения угла φ Д. делятся на нитяные и оптические.

Простейшими нитяными Д. с постоянным углом φ являются зрительные трубы кипрегеля или теодолита, имеющие по две дополнительные горизонтальные или вертикальные дальномерные нити, в которых угол φ равен угловому расстоянию между этими нитями, а переменным базисом l служит отсчитываемый по этим нитям отрезок рейки. Расстояние s находят по формуле

$$s = kl + c,$$

где $k = \frac{\rho''}{\varphi''}$ — коэффициент дальномера, обычно равный 100, а c — постоянная слагающая дальномера.

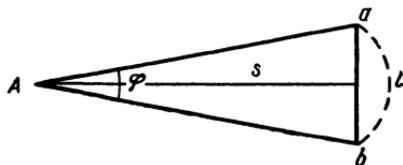


Рис. 13

В зрительных трубах с внешней фокусировкой $c = f + \delta$, где f — фокусное расстояние объектива, равное расстоянию от объектива до сетки нитей при фокусировании трубы по удаленному предмету, а δ — расстояние от объектива до вертикальной оси инструмента, центрированного над начальной точкой измеряемого расстояния. В трубах с внутренней фокусировкой постоянные k и c могут быть определены по формулам

$$k = \frac{s_2 - s_1}{l_2 - l_1} \quad \text{и} \quad c = s_1 - kl_1 = s_2 - kl_2,$$

где s_1 и s_2 — измеренные мерной лентой расстояния, возможно более различающиеся между собой; l_1 и l_2 — длины отсчитанных отрезков рейки, выраженные в делениях рейки.

Для наклонных линий формула нитяного Д. с вертикальной рейкой имеет вид

$$s = kl \cos^2 \alpha + c \cdot \cos \alpha,$$

где s — измеренное и приведенное к горизонту инструмента расстояние; α — угол наклона зрительной трубы.

Точность определения расстояния нитяным Д. с постоянным углом не превышает 1 : 300.

В качестве простейшего нитяного Д. с постоянным базисом может быть использован точный теодолит (например, ОТС или ТБ-1), которым измеряют дальномерный угол φ с базисом в виде горизонтальной рейки длиной 2—3 м. Измеренное расстояние s вычисляют по формуле

$$s = \frac{k}{\varphi''},$$

где

$$k = l \cdot \rho''.$$

Коэффициент k многократно определяют по расстояниям, измеренным мерной лентой ($k = s \cdot \varphi''$), причем угол φ измеряют на тех же делениях лимба, на которых будут проводиться измерения при дальномерных определениях расстояний. Точность определения расстояний в 400—500 м порядка 1 : 1 000—1 : 1 500.

Из большого числа различных оптических Д. широкое применение получил Д. двойного зображения, являющийся Д. с постоянным базисом и переменным углом φ , измеряемым при помощи дальномерной насадки на зрительную трубу теодолита, например насадки ДНБ-2 (дальномерная насадка Белицина, модель 2), ДДИ и др.; точность измерения расстояний порядка 1 : 1 000—1 : 1 500. См. еще *Светодальномер* и *Радиодальномер*.

ДАЛЬНОСТЬ ВИДИМОГО ГОРИЗОНТА. В открытой равнинной без ската местности расстояние s , при котором будут взаимно видны две точки с высотами над землей h_1 и h_2 , может быть подсчитано по формуле

$$s = 3,85 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) \approx 4 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}),$$

где s выражено в километрах, а высоты точек h_1 и h_2 — в метрах.

Если h_1 или $h_2 = 0$, то дальность s видимого горизонта определяется по формуле

$$s_{н.м} = 3,85 \sqrt{h_{(м)}}.$$

Некоторые подсчеты по этой формуле приведены в таблице.

Высота над земной поверхностью, м	Дальность видимого горизонта, км
1,7	5
3,0	7
5,0	9
10,0	12
100,0	38
500,0	86

ДАЛЬНОСТЬ ВИДИМОСТИ — предельное расстояние, на котором невооруженным глазом можно различить некоторые объекты, используемые при глазомерной оценке расстояний.

Объекты и признаки	Расстояние
Населенные пункты	10—12 км
Большие строения	8 »
Заводские трубы	6 »
Отдельные небольшие дома	5 »
Окна в домах (без деталей)	4 »
Трубы на крышах	3 »
Самолеты на земле, танки на месте	1,2—1,5 »
Стволы деревьев, столбы линий связи	1,5 »
Люди (в виде точек)	1,5 »
Движение ног и рук идущего человека	700 м

Объекты и признаки	Расстояние
Противотанковая пушка, станковый пулемет, миномет	500 м
Переpleты рам в окнах	500 »
Ручной пулемет, винтовка	300 »
Цвет и части одежды, овал лица . .	250 »
Черепицы на крышах, листья деревьев	200 »
Пуговицы, пряжки и подробности вооружения солдата	150 – 170 »
Черты лица, кисти рук, детали стрелкового оружия	100 »
Глаза человека в виде точек	70 »
Белки глаз	20 »

ДВИЖЕНИЕ ПО АЗИМУТАМ — движение по рассчитанному по карте маршруту с определением на местности направления движения по компасу.

Перед началом движения намечают по карте маршрут и определяют магнитные азимуты и расстояния по отрезкам (звеньям) маршрута; эти данные записывают на карте или схеме маршрута. Направление движения на начальной точке и точках поворота определяют по компасу и выдерживают его, пользуясь компасом, удаленными местными предметами, направлением тени идущего, небесными светилами, зимой — прямолинейностью лыжни, в пустыне — направлением барханов, ряби на песке и т. д. Расстояния по звеньям маршрута измеряют шагами, по спидометру, затраченному времени. В районах *магнитных аномалий* Д. п. а. не рекомендуется.

ДЕМАСКИРУЮЩИЕ ПРИЗНАКИ — характерные особенности объектов, позволяющие опознать их на аэроснимках по фотографическому изображению. Основными Д. п. являются: форма и размеры объекта; тон изображения объекта; тень, падающая от него; расположение объекта на местности относительно рельефа, угодий и других объектов; следы деятельности человека в районе объекта; на цветных и спектральных аэроснимках, кроме того, цвет объекта. Д. п. служат основой при дешифрировании аэроснимков.

ДЕШИФРИРОВАНИЕ АЭРОСНИМКОВ — опознавание и определение качественной и количественной характеристик объектов местности по их фотографическим изображениям на аэроснимках. В зависимости от назначения Д. а. подразделяется на *топографическое* и *военное (тактическое)*.

Топографическое Д. а. — опознавание топографических элементов местности при создании новых или обновлении устаревших топографических карт. Подразделяется на *полевое* и *камеральное*. При полевом Д. а. объекты опознаются путем непосредственного сличения аэроснимков с местностью. Камеральное дешифрирование выполняется без выезда в поле на основе демаскирующих признаков, опыта и сопоставления аэроснимков с *эталоном дешифрирования*.

Военное Д. а. выполняется в интересах обеспечения боевых действий войск и имеет целью обнаружение живой силы противника, его огневых позиций, боевой техники, инженерных сооружений

ний и других военных объектов, а также изучение изменений на местности в результате боевых действий войск. Военное Д. а. ведется на основе демаскирующих признаков и эталонов дешифрирования; полнота Д. а. зависит от масштаба аэроснимков (см. *Аэрофоторазведка*), их качества и опытности дешифровщиков. Результаты Д. а. существенно улучшаются при рассматривании их стереоскопически. Ниже приведена таблица, характеризующая среднюю полноту дешифрирования некоторых объектов.

Наименование объектов	Число опознанных объектов по отношению ко всему их количеству в процентах
Отдельные стрелковые окопы, траншеи, ходы сообщений и противотанковые рвы	100
Блиндажи и землянки	85—95
Окопы для станковых и ручных пулеметов	80—90
Огневые позиции зенитных артиллерийских батарей	80—90
Дзоты, доты	55—65
Огневые позиции минометных батарей	50—60
Позиции орудий противотанковой батареи	45—55

ДИРЕКЦИОННЫЙ УГОЛ направления $A'B'$ на плоскости (рис. 14) — угол между прямой $A'C'$, параллельной оси абсцисс (X), и данным прямолинейным направлением $A'B'$. Д. у. обозначается обычно буквой α с индексами начала и конца направления и отсчитывается от северного направления прямой $A'C'$ по ходу часовой стрелки, от 0 до 360° . На топографической карте Д. у. отсчитывается от северного направления прямой, параллельной вертикальной линии координатной сетки в проекции Гаусса.

Зависимость между азимутом и дирекционным углом. На рис. 15: A и B — некоторые точки на поверхности эллипсоида; AN — меридиан точки A и AB — геодезическая линия, изображающиеся на плоскости (см. рис. 14) плавными кривыми $A'N'$ и $A'B'$. Угол $NAB = A_{1,2}$ — азимут направления AB на эллипсоиде. Зависимость между азимутом $A_{1,2}$ и дирекционным углом $\alpha_{1,2}$ прямолинейного направления на плоскости выражается формулой

$$\alpha_{1,2} = A_{1,2} - \gamma_1 + \delta_{1,2},$$

где γ — сближение меридианов на плоскости для точки A ;
 $\delta_{1,2}$ — редукция направления в проекции Гаусса. Величины γ_1 и $\delta_{1,2}$ — алгебраические; для случая, изображенного на рис. 14, угол γ_1 положителен, а величина $\delta_{1,2}$ — отрицательна.

ДОЛГОТА ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ — одна из географических координат, может быть астрономической и геодезической.

Астрономическая Д. — двугранный угол, образуемый плоскостью начального меридиана и плоскостью астрономического меридиана данной точки земной поверхности; обозначается обычно буквой λ . За начальный принят меридиан, проходящий через центр Гринвичской обсерватории, от которого счет Д. ведется от 0 до 360° в направлении с запада на восток, или в обе стороны, от 0 до 180° , с припиской соответственно слова «восточная», или знака плюс, и «западная», или знака минус.

Чтобы найти астрономическую Д. места, определяют по наблюдениям небесных светил *звездное* или *среднее время* меридиана данного места для среднего момента наблюдений и из приема по радио специальных сигналов времени определяют гринвичское звездное или среднее время для того же среднего момента наблюдений. Разность между найденным местным и одноименным с ним гринвич-

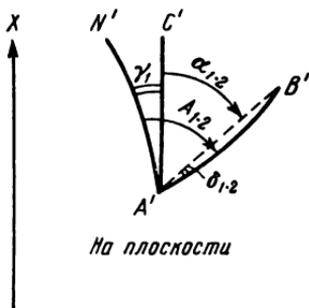


Рис. 14. На плоскости

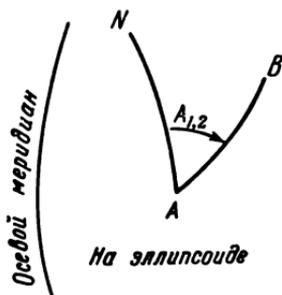


Рис. 15. На эллипсоиде

ским временем для среднего момента наблюдений численно будет равна Д. места наблюдений, выраженной в *часовой мере углов*.

Геодезическая Д. — двугранный угол, образованный плоскостью начального меридиана и плоскостью геодезического меридиана данной точки земной поверхности; обозначается обычно буквой L . Геодезические долготы находят путем последовательного вычисления на референц-эллипсоиде разностей Д. пунктов по сторонам геодезической сети и получения затем Д. пунктов, пользуясь Д. начального пункта сети, полученной при ориентировании референц-эллипсоида в теле Земли. Астрономические и геодезические долготы пунктов различаются между собой вследствие уклонения отвесных линий от нормалей к референц-эллипсоиду в этих пунктах (см. еще *Уклонение отвесной линии*).

ДОЛГОТА ДНЯ — промежуток времени от восхода до захода солнца. Д. д. зависит от географической широты места и даты (месяца и числа). Во многих случаях, например при действии войск на местности, важно знать не только Д. д., но светлое время суток, которое складывается из Д. д. и продолжительности гражданских сумерек.

Определение Д. д. Д. д. можно выбрать из Астрономического ежегодника СССР, таблиц «Восход Солнца» и «Заход Солнца». С ошибкой не более 5 мин Д. д. можно определить по номограмме (рис. 16). На номограмме находят точку пересечения вертикальной линии, соответствующей дате (месяцу и числу), с концентрической

линией, обозначающей широту места. Затем прикладывают линейку к найденной точке и крестику и на верхней дуге прочитывают Д. д. На номограмме пунктиром показано положение линейки для 20 февраля под широтой 55°; Д. д. для этих данных равна 9 ч. 58 мин.

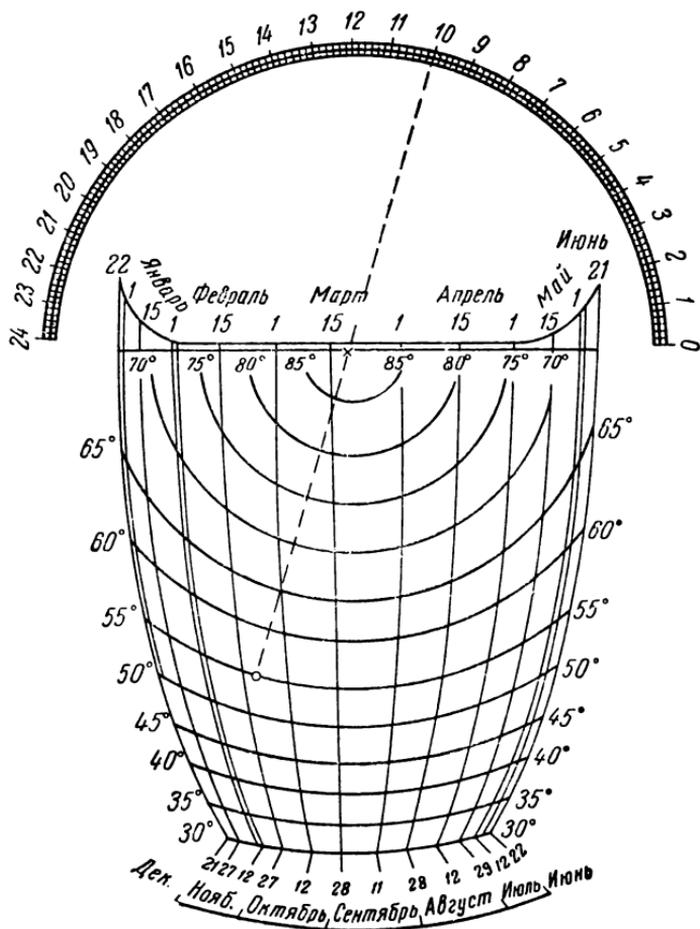


Рис. 16

Продолжительность гражданских сумерек принимают равной $\frac{1}{3}$ астрономических сумерек, которые равны промежутку времени между моментами восхода или захода Солнца и моментом, когда Солнце находится по высоте на 18° ниже горизонта, т. е. моментом наступления полной темноты. По второй номограмме (рис. 17) определяют Д. д. вместе с астрономическими сумерками таким же способом, как и Д. д. по первой номограмме. Для 20 февраля под широтой 55° Д. д. вместе с астрономическими сумер-

ками равна 14 ч 20 мин. Вытя из этого результата Д. д., найденную по первой номограмме, получают продолжительность в сутках астрономических сумерек. В нашем примере она равна 14 ч 20 мин — 9 ч 58 мин = 4 ч 22 мин.

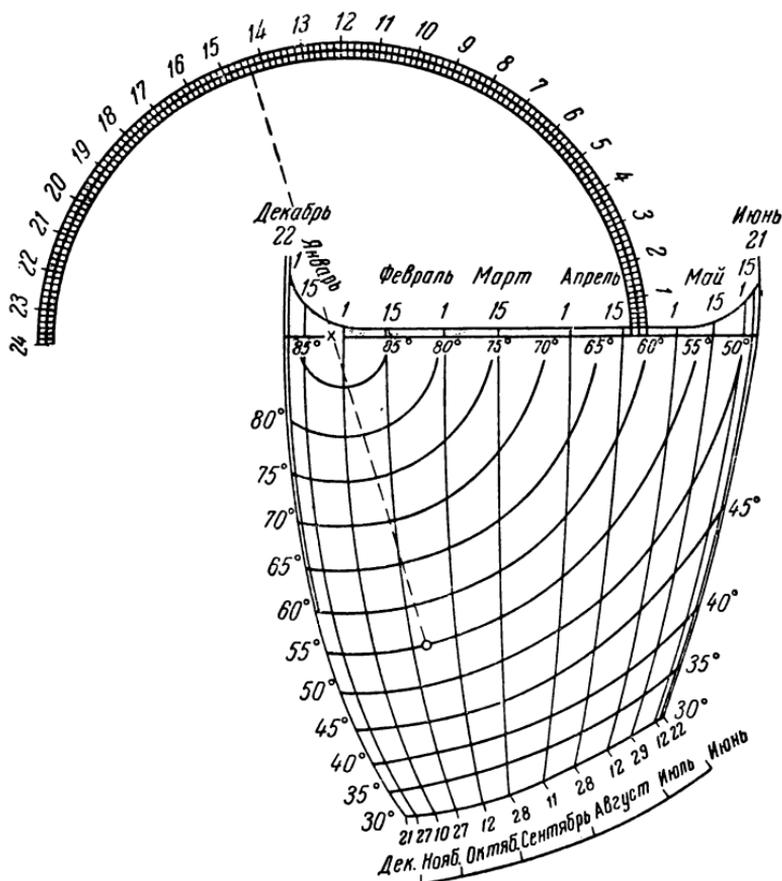


Рис. 17

Продолжительность светлого времени суток находят как сумму Д. д. и $\frac{1}{3}$ астрономических сумерек; в нашем примере она равна 9 ч 58 мин + $(4 \text{ ч } 22 \text{ мин}) \cdot \frac{1}{3} = 11 \text{ ч } 25 \text{ мин}$.

ДОРОЖНАЯ СЕТЬ (изображение на картах) — сеть, образуемая железными и автогужевыми дорогами и тропами. На топографических картах ее изображают полностью, на картах более мелких масштабов — с отбором. Полнота отражения Д. с. на картах зависит от характера картографируемой территории (степени ее эконолической освоенности и заселенности) и от назначения карты.

Как правило, с уменьшением масштаба изображения полнота отображения Д. с. сокращается за счет исключения дорог низших классов. Отбор Д. с. теснейшим образом зависит от отбора *населенных пунктов* и в значительной мере предопределяется им; однако обязательно должна отражаться сравнительная густота Д. с. в разных районах.

На картах все виды дорог изображаются линейными условными знаками различного рисунка, точно передающими их протяженность, но не отражающими действительной ширины. Изображаемые на топографических картах дороги классифицируются по техническим признакам (количество путей, ширина колеи, способ тяги — на железных дорогах, устройство дороги — на автогужевых) и сопровождаются количественными и качественными характеристиками (ширина, материал покрытия). Совокупность этих сведений дает основания для приближенной оценки эксплуатационных характеристик дороги (пропускной и провозной способности). При переходе к общегеографическим картам мелких масштабов число отображаемых характеристик сокращается, вводятся обобщенные показатели. Более детальную характеристику дорог содержат специальные карты *дорожные*.

3

ЗАДАЧА ОБРАТНАЯ — см. *Геодезическая задача обратная*.

ЗАДАЧА ПРЯМАЯ — см. *Геодезическая задача прямая*.

ЗАКОН НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОШИБОК — совокупность следующих свойств рядов случайных ошибок равноточных измерений:

1. Положительные ошибки и равные им по абсолютной величине отрицательные ошибки одинаково вероятны.

2. Малые по абсолютной величине ошибки появляются чаще больших.

3. По абсолютной величине ошибки не превосходят известного, предела, зависящего от точности измерений.

4. Среднее арифметическое из всех случайных ошибок при неограниченном возрастании числа равноточных измерений стремится к нулю.

Аналитически З. н. р. о. может быть выражен следующей формулой Гаусса для вероятности ошибки в заданных пределах:

$$\Phi(t_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-t_0}^{+t_0} e^{-\frac{1}{2}t^2} \cdot dt,$$

где $\Phi(t_0)$ — вероятность появления ошибки в интервале от минус t_0 до плюс t_0 *нормированной ошибки*.

Распределение ошибок в ряде равноточных измерений по 3. н. р. о. показано в таблице:

Интервал в средних квадратических ошибках		Вероятное число ошибок в интервале в процентах
От 0	до 0,5 <i>m</i>	38,3
» 0,5 <i>m</i>	» <i>m</i>	30,0
» <i>m</i>	» 1,5 <i>m</i>	18,4
» 1,5 <i>m</i>	» 2,0 <i>m</i>	8,8
» 2,0 <i>m</i>	» 2,5 <i>m</i>	3,3
» 2,5 <i>m</i>	» 3,0 <i>m</i>	0,9
Свыше 3,0 <i>m</i>		0,3
		100,0

ЗАСЕЧКА КОМБИНИРОВАННАЯ — определение координат пункта комбинацией измеренных направлений с определяемого пункта на данные и с данных на определяемый. В практике при-

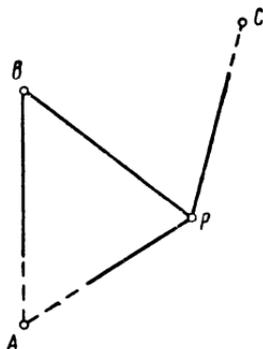


Рис. 18

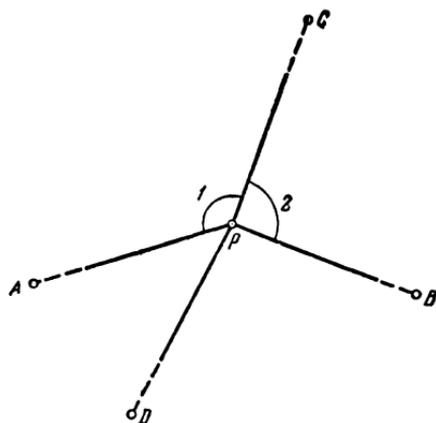


Рис. 19

меняются комбинированные засечки не менее чем по трем данным пунктам. На рис. 18 P — определяемый и A, B, C — данные пункты. Комбинированные засечки вычисляются так же, как и засечки прямые.

ЗАСЕЧКА ОБРАТНАЯ — определение координат пункта измерением направлений с него на три и более данных пункта. В практике применяется обратная засечка не менее чем по четырем пунктам. На рис. 19 $P(x_p, y_p)$ — определяемый пункт; $A(x_a, y_a)$, $B(x_b, y_b)$, $C(x_c, y_c)$ и $D(x_d, y_d)$ — данные пункты.

Вычисление координат пункта P .

$\angle 1 = \angle APC$ и $\angle 2 = \angle CPB$ — измеренные углы:

$$k_1 = (x_a - x_c) + (y_a - y_c) \operatorname{ctg} 1;$$

$$k_2 = (y_a - y_c) - (x_a - x_c) \operatorname{ctg} 1;$$

$$k_3 = (x_b - x_c) - (y_b - y_c) \operatorname{ctg} 2;$$

$$k_4 = (y_b - y_c) + (x_b - x_c) \operatorname{ctg} 2;$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{cp} = \frac{k_3 - k_1}{k_2 - k_4};$$

$$x_p = x_c + \frac{k_1 + k_2 \operatorname{tg} \alpha_{cp}}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_{cp}} = x_c + \frac{k_3 + k_4 \operatorname{tg} \alpha_{cp}}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_{cp}};$$

$$y_p = y_c + (x_p - x_c) \operatorname{tg} \alpha_{cp}.$$

Контроль вычислений: по координатам пунктов A и P вычисляют α_{ap} и затем вторично находят $\angle 1 = \alpha_{cp} - \alpha_{ap}$.

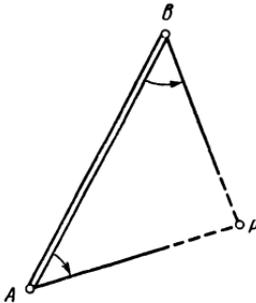


Рис. 20

Контроль измерений: вычисляют $\alpha_{pd} = \alpha_{pa} - \angle APD$ или $\alpha_{pd} = \alpha_{pb} + \angle BPD$; полученное значение α_{pd} сравнивают со значением α_{pd} , вычисленным по координатам пунктов P и D .

ЗАСЕЧКА ПРЯМАЯ — триангуляционное построение, в котором положение пункта определяется направлениями на него с двух (простая засечка) или более (многократная засечка) данных пунктов. В практике применяются многократные засечки, имеющие контроль и повышающие точность определения пункта. Координаты пункта $P(x_p, y_p)$, определяемого простой засечкой с пунктов $A(x_a, y_a)$ и $B(x_b, y_b)$ (рис. 20), могут быть вычислены различными способами.

I. Способ прямых задач. 1) решают треугольник PAB по известной стороне AB и углам A и B ;

2) вычисляют дирекционные углы α_{ap} и α_{bp} направлений AP и BP ; для случая, показанного на рисунке, $\alpha_{ap} = \alpha_{ab} + \angle A$; $\alpha_{bp} = \alpha_{ba} - \angle B$;

3) решают прямую геодезическую задачу по направлению AP и для контроля по направлению BP .

II. Формулы Юнга (с углами треугольника PAB). Используются углы A и B . Буквой A должен обозначаться левый и буквой B — правый пункт, если стоять в определяемом пункте P лицом к стороне AB .

$$x_p = \frac{x_a \operatorname{ctg} B + x_b \operatorname{ctg} A + y_a - y_b}{\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B};$$

$$y_p = \frac{y_a \operatorname{ctg} B + y_b \operatorname{ctg} A + x_b - x_a}{\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B}.$$

Контрольная формула

$$\angle P = 180^\circ - (A + B);$$

$$x_a = \frac{x_b \operatorname{ctg} P + x_p \operatorname{ctg} B + y_b - y_p}{\operatorname{ctg} B + \operatorname{ctg} P}.$$

III. **Формулы Гаусса** (с дирекционными углами направлений с данных на определяемый пункт).

Вычисляют дирекционные углы α_{ap} и α_{bp} и далее:

$$y_p = y_b + \frac{(y_a - y_b) \operatorname{ctg} \alpha_{ap} + x_b - x_a}{\operatorname{ctg} \alpha_{ap} - \operatorname{ctg} \alpha_{bp}};$$

$$x_p = (y_p - y_a) \operatorname{ctg} \alpha_{ap} + x_a.$$

Контрольная формула

$$x_p = (y_p - y_b) \operatorname{ctg} \alpha_{bp} + x_b.$$

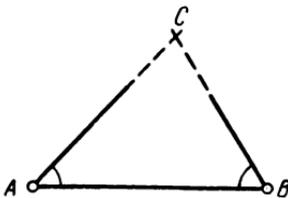


Рис. 21

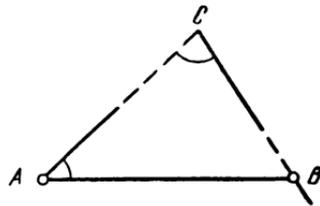


Рис. 22

ЗАСЕЧКИ ГРАФИЧЕСКИЕ — способ определения положения на планшете или карте третьей точки по двум данным. Применяются прямая и обратная засечки.

Прямая засечка. Положение определяемой точки C получается визированием с двух данных точек A и B на определяемую (рис. 21), т. е. имеем случай, когда дана сторона AB и строят углы A и B .

Обратная засечка. Визирование производится с одной из данных точек (на рис. 22 — с точки A) и затем с определяемой на другую данную точку, прикладывая линейку к этой второй точке; здесь случай, когда дана сторона AB и строят углы A и C .

В обоих случаях визирование выполняется при тщательно ориентированном планшете.

ЗВЕЗДЫ — самосветящиеся небесные тела, состоящие из раскаленных газов, расположенные за пределами солнечной системы и удаленные от нее на десятки и сотни тысяч световых лет. Расстояния до ближайшей звезды («Ближайшая Центавра») свет, имеющий скорость около 300 тыс. км/сек, проходит за 4,3 года. Звездная система, в состав которой входит Солнце, называется Галактикой; она насчитывает более 100 млрд. З., имеет чечевицеобразную форму и наибольший диаметр около 100 тыс. световых лет. Солнце расположено на расстоянии приблизительно 25 тыс. световых лет от центра Галактики. Основная масса звезд Галактики вырисовывается на небе в виде наблюдаемого простым глазом Млечного Пути. Существует множество звездных систем за пределами Галактики. Звездное небо древними наблюдателями было

разделено на произвольные участки, созвездия, названные именами мифических героев (Геркулес, Персей), животных (Лев, Жираф) и др.

По видимой яркости (блеску) Σ условно разделяются на Σ от 1-й до 23-й величины. Приято, что изменению яркости в 2,512 раза соответствует различие на 1 звездную величину. Наиболее яркие небесные светила имеют отрицательные звездные величины: Сириус $-1,6$, полная Луна $-12,7$, Солнце $-26,7$. Невооруженным глазом могут быть видны Σ до 6-й величины (всего — около 6 тыс. Σ). Наиболее яркие Σ обозначаются в созвездиях греческими буквами с добавлением названий созвездия (например, α Лиры, звездная величина $0,14$), менее яркие обозначаются латинскими буквами или цифрами).

ЗЕНИТНОЕ РАССТОЯНИЕ —

см. Угол вертикальный.

ЗНАК ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ — деревянное или металлическое сооружение над центром геодезического пункта, служащее

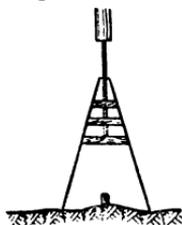


Рис. 23



Рис. 24

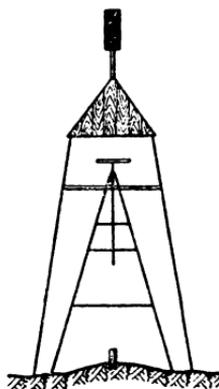


Рис. 25

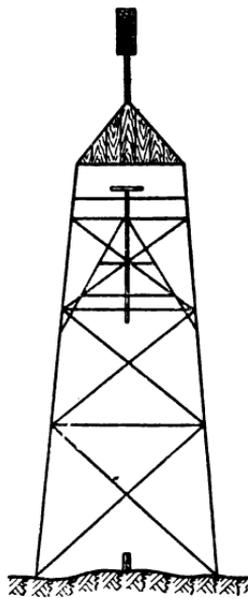


Рис. 26

объектом визирования на пункт и для подъема инструмента над землей при угловых и линейных измерениях на пункте. При установке инструмента на земле строят пирамиду (рис. 23), служащую только визирной целью, а в горах складывают туры (рис. 24). При подъеме инструмента на высоту до 10 м строят простой сигнал (рис. 25), а при высоте 11 м и более — сложный сигнал (рис. 26), отличающийся от простого тем, что инструментальная подставка крепится к ногам сигнала, а у простого устанавливается на земле. См. еще *Расчет высот знаков*.

ЗНАКИ НИВЕЛИРНЫЕ — знаки, закладываемые с целью отметить и закрепить на местности пункты геометрического нивелирования. Существуют следующие виды Σ н.:

1. **Фундаментальный репер I типа** — железобетонный монолит в виде четырехгранной усеченной пирамиды с основанием — плитой на глубине не менее 2,5 м от поверхности

земли и верхней гранью на глубине 1 м. В плиту основания и верхнюю грань заделывают металлические марки со сферической головкой.

2. Грунтовый репер, состоящий из железной трубы или отрезка рельса, заделываемых в бетонные монолиты; верхний конец трубы должен быть на глубине 1 м от поверхности для фундаментального репера II типа и 30 см для обычных реперов. В верхний конец трубы и верхнюю грань монолита заделываются марки со сферической головкой.

3. Стенные чугунные марки с углублением в центре для штифта подвесной рейки.

4. Стенные чугунные реперы, отличающиеся от марок тем, что имеют выступ для установки на него рейки.

ЗРИТЕЛЬНАЯ ТРУБА служит для визирования на наблюдаемые предметы. Она состоит из объектива 1 и окуляра 2, располо-



Рис. 27

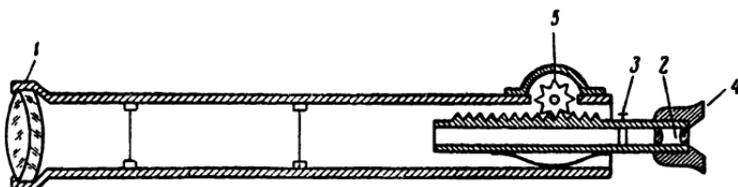


Рис. 28

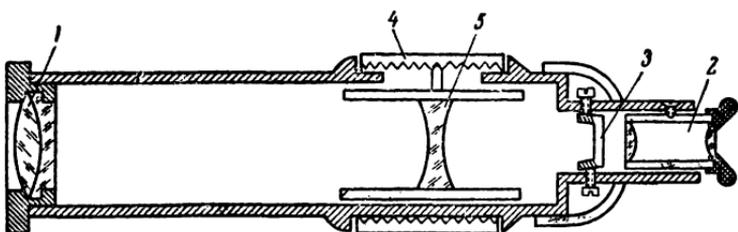


Рис. 29

женных так, что задний фокус объектива почти совпадает с передним фокусом окуляра и плоскостью сетки нитей 3 (рис. 27). По устройству фокусирующих приспособлений 3. т. бывают с внешней (рис. 28) и внутренней (рис. 29) фокусировкой. При фокусировке 3. т. сначала устанавливают ее по глазу, для чего вращением диоптрийного кольца 4 (см. рис. 28) окуляр 2 устанавливают на таком расстоянии от сетки нитей 3, чтобы видеть ее отчетливо. После установки по глазу 3. т. фокусируют по предмету, для чего плоскость сетки нитей совмещают с изображением рассматриваемого предмета. В 3. т. с внешней фокусировкой это совмещение производится передвижением окулярного колена при помощи

кремальеры 5 (см. рис. 28), а в З. т. с внутренней фокусировкой — перемещением изображения предмета, происходящим при вращении фокусирующего кольца и передвижении связанной с ним трубки с фокусирующей линзой 5 (см. рис. 29).

Кроме указанных, в настоящее время применяются зеркально-линзовые трубы системы Д. Д. Максудова, один из вариантов которых схематически показан на рис. 30.

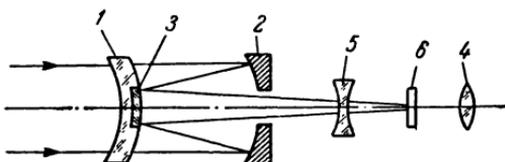


Рис. 30.

1 — мениск; 2 — сферическое зеркало; 3 — зеркало на мениске; 4 — окуляр; 5 — фокусирующая линза; 6 — сетка нитей

В таблице приведены характеристики З. т. некоторых геодезических инструментов.

Название инструмента	Увеличение зрительной трубы	Угол поля зрения	Пределы фокусировки
ТТ-2"/6"	52 и 65 [×]	0° 43' и 0° 37'	от 7 м до ∞
ОТ-0", 2 и ОТ-58	24, 30 и 40 [×]	1° 40', 1° 20' и 1°	от 5 м до ∞
У-5"	31 и 41 [×]	0° 55'	от 7 м до ∞
ОТС, ТБ-1	28 [×]	1° 36'	от 1,2 м до ∞

И

ИЗДАНИЕ КАРТ — полиграфическое воспроизведение оригинала карты, полученного путем топографической съемки местности или составления. Для осуществления издания подготавливают специальный издательский оригинал (см. *Оригиналы карт*). Применяемые в настоящее время технологические схемы И. к. основываются на широком использовании фотомеханических процессов и офсетной печати. Конкретный выбор той или иной технологической схемы зависит от способа подготовки карты к из-

данию. В случае вычерчивания совмещенного издательского оригинала на жесткой основе с него получают серию негативов в количестве, соответствующем количеству штриховых и фоновых красок, в которых будет издана карта. Одни негативы используются для выполнения расчленительной ретуши, другие — для изготовления «масок» фоновых элементов карты. При подготовке карты к изданию методом вычерчивания или гравирования на прозрачной основе процессы фотографирования и расчленительной ретуши исключаются.

Печатные формы получают методом негативного (или позитивного) копирования на хромоколлоидных светочувствительных слоях, нанесенных на алюминиевую пластину с мелкозернистой поверхностью. При действии света под прозрачными линиями негатива коллоид задубляется и становится нерастворимым в воде. После копирования алюминиевая пластина зажирируется печатной краской и проявляется в воде. Незадубленный коллоид растворяется и с ним вместе уходит с пластины краска. Задубленные участки хорошо удерживают печатную краску, образующую рисунок штрихового элемента. Проявленная пластина обрабатывается («травится») раствором гуммиарабика (или крахмала) и фосфорной кислоты, в результате чего участки, не покрытые краской, приобретают способность легко смачиваться водой и не воспринимать жирной краски. Таким образом, на пластине образуются печатающие элементы и пробельные участки.

Для фоновой расцветки карт изготавливают специальные формы с печатающими элементами в виде растровых сеток и заливок. Проверка качества печатных форм производится путем получения красочной пробы — совмещенного оттиска со всех печатных форм, штриховых и фоновых, дающего полное представление о карте после ее печати. Печатающие формы производятся на быстроходных, обычно двухкрасочных, офсетных машинах, в которых рисунок с формы сначала отпечатывается на резиновом полотне, а с него передается на бумагу.

ИЗМЕРЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ УГЛОВ. Измерение угла состоит из визирований на наблюдаемую цель и отсчетов по вертикальному кругу теодолита при положениях круга слева (круг лево) и справа (круг право) от зрительной трубы. При визированиях пузырек уровня при алидаде вертикального круга должен быть приведен в нульпункт (на середину ампулы).

Формулы для вычисления вертикальных углов зависят от порядка оцифровки штрихов вертикального круга и могут быть получены следующим путем.

1. По приближенной установке зрительной трубы в горизонтальное положение узнают приближенное значение места нуля при круге лево и круге право, т. е. $(MO)_L$ и $(MO)_R$, и затем разность $(MO)_L - (MO)_R = D$, которая обычно бывает равной 180° или 0° ; отсчеты производят по одному и тому же прибору, подписанному цифрой 1 или буквой А.

2. Придавая зрительной трубе положительный наклон (поднимая объектив), устанавливают порядок вычитания: «отсчет минус MO или наоборот», чтобы получить угол наклона с нужным знаком.

8. Установив порядок вычитания, составляют два уравнения, например:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= R - (\text{МО})_R; \\ \alpha &= (\text{МО})_R + D - L, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где α и $(\text{МО})_R$ — искомые угол наклона и значение места нуля при круге право, R и L — отсчеты по вертикальному кругу соответственно при круге право и круге лево.

Решив уравнения (1), получим

$$\alpha = \frac{R - L + D}{2} \quad \text{и} \quad (\text{МО})_R = \frac{R + L - D}{2}. \quad (2)$$

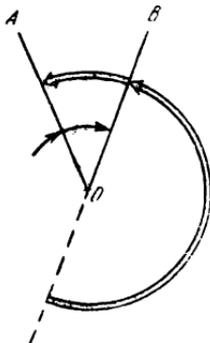


Рис. 31

Если сетка нитей имеет несколько горизонтальных нитей, то для повышения точности измерения производят по нескольким нитям.

При измерениях малой точности, например кипрегелем, измерения производят по одной нити при одном положении трубы, заранее определив соответствующее значение места нуля.

Формулы для теодолита OT-0°,2.

Двухградусные деления на вертикальном круге теодолита OT-0°,2 подписаны через 1°, а диаметрально противоположные штрихи оцифрованы одинаково; при подъеме объекта при круге лево подписи возрастают. Поэтому исходные уравнения для этого теодолита будут следующие:

$$\alpha^\circ = 2(L^\circ - \text{МО}^\circ) \quad \text{и} \quad \alpha^\circ = 2(\text{МО}^\circ - R^\circ), \quad (3)$$

где надстрочной буквой $^\circ$ обозначены отсчеты в двухградусных делениях. Из уравнений (3) получим

$$\alpha^\circ = L^\circ - R^\circ; \quad \text{МО}^\circ = \frac{L^\circ + R^\circ}{2} \quad \text{и} \quad \text{МО}^\circ = L^\circ \mp R^\circ.$$

Места зенита для теодолита OT-0°,2 не существует, так как вертикальный круг в соответствующем месте делений не имеет.

ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ. Существуют различные способы И. г. у., причем во всех способах углы измеряют многократно. Основными способами И. г. у. являются: измерение отдельного угла, способ круговых приемов, измерение углов во всех комбинациях и способ повторений.

Измерение отдельного угла AOB (рис. 31) состоит из двух полуприемов. В первом полуприеме последовательно наблюдают левый A и правый B предметы, вращая алидаду по ходу часовой стрелки. Между полуприемами зрительную трубу переводят через зенит, и затем во втором полуприеме алидаду вращают против хода часовой стрелки, последовательно наблюдая сначала правый и затем левый предмет. На рис. 31 одинарными дугами показаны повороты алидады в первом полуприеме и двойными — во втором. Угломерный круг должен быть неподвижным в течение каждого полуприема. При измерении угла m приемами угломерный круг

при переходе от одного приема к следующему переставляют на угол, равный $\frac{180^\circ}{m}$. Если угол измеряют только одним приемом, то угломерный круг переставляют между полуприемами на произвольный угол.

Способ круговых приемов (способ Струве) применяется при измерении на пункте нескольких направлений и в таком порядке, чтобы средний момент времени из двух наблюдений в приеме каждого направления был один и тот же для всех наблюдаемых в приеме направлений. В первом полуприеме последовательно наблюдают все направления, вращая алидаду по ходу часовой стрелки; полуприем заканчивается повторным наблюдением начального направления $(A, B, C, D, \dots, N, A)$. Во втором полуприеме после поворота зрительной трубы через зенит наблюдения начинают с начального направления и ведут при вращении алидады против хода часовой стрелки в обратном направлении, заканчивая повторным наблюдением начального направления $(A, N, \dots, D, C, B, A)$. Между приемами угломерный круг переставляют на угол $\frac{180^\circ}{m}$, где m — число приемов. Во всех приемах выводят для каждого направления средние из полуприемов. Разность $A_2 - A_1 = w$ между вторым (A_2) и первым (A_1) значениями начального направления в каждом приеме (невязка в приеме) ликвидируется введением в каждое из направлений B, C, D, \dots, N, A_2 поправки

$v = \frac{w}{n} i$, где n — число наблюдаемых в приеме направлений и i — порядковый номер направления, начиная с направления B , т. е. $v_B = -\frac{w}{n}$, $v_C = -\frac{w}{n} 2, \dots, v_N = -\frac{w}{n} (n-1), v_{A_2} = -\frac{w}{n} n = w$. Исправленные за невязку в приеме направления приводятся к общему нулю (см. *Направление измеренное и уравненное*).

В способе всевозможных комбинаций (способе Гаусса) измеряют порознь все углы, которые можно образовать, комбинируя по два наблюдаемых на пункте направлений. Например, при четырех направлениях измеряются 6 углов: (1.2), (1.3), (1.4), (2.3), (2.4), (3.4). При одной и той же установке угломерного круга в приемах наблюдаются порознь углы, не имеющие между собой общих направлений, например группы углов: (1.2) и (3.4), (1.3) и (2.4), (1.4) и (2.3). При измерении углов m приемами угломерный круг переставляют между приемами на угол $\sigma = \frac{180^\circ}{m}$ и при переходе

в каждом приеме от одной группы углов к другой — на угол $\delta = \frac{\sigma}{t}$, где t — число групп. За окончательное (уравненное на станции) значение $[ik]$ каждого угла принимают весовое среднее, приписывая вес 2 непосредственно измеренному его значению (ik) и вес 1 — производному значению:

$$[ik] = \frac{2ik + \sum \text{производных значений}}{n},$$

где n — число наблюдаемых на пункте направлений.

шего уровня наибольшего (сизигийного) отлива, па озерах и реках — от условного нуля футштока или от репера.

ИЗОГИПСЫ — см. *Горизонтали*.

ИЗОГОНЫ — линии на карте, соединяющие точки с равным магнитным склонением. И. наносятся на обзорно-топографические карты масштабов 1 : 500 000 и 1 : 1 000 000, используемые авиацией, а также на специальные авиационные и морские навигационные карты. Наряду с И. на этих же картах показываются районы магнитных аномалий (см. еще *Склонение магнитной стрелки*).

ИЗОКЛИНА — см. *Наклонение магнитной стрелки*.

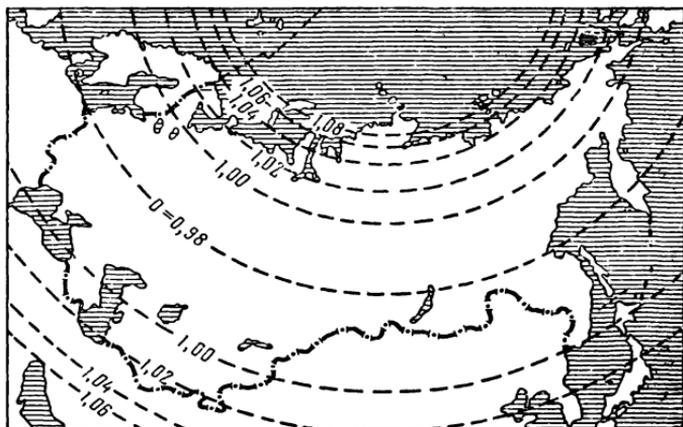


Рис. 32. Изоколы масштаба площадей p на карте, составленной в равнопромежуточной конической проекции. Отметки соседних изоколы разнятся на 2%

ИЗОКОЛЫ — линии, соединяющие на карте точки с одинаковыми значениями искажений, обусловленных свойствами картографической проекции, в которой составлялась карта. И. наглядно показывают величину и распределение искажений на различных участках географических карт. Для характеристики искажений применяют И.: наибольшего искажения углов ω , значений масштаба площадей p , наибольшего a и наименьшего b масштабов длин, масштабов длин вдоль меридианов m и параллелей n и др. Форма И. зависит от вида проекции. В конических проекциях И. всех видов — дуги концентрических окружностей (рис. 32); в азимутальных проекциях — концентрические окружности с общим центром, расположенным в центральной точке сетки; в цилиндрических проекциях — параллельные прямые. В проекциях других классов вид И. может быть весьма разнообразным. См. Г и н з б у р г Г. А., С а л м а н о в а Т. Д. Атлас для выбора картографических проекций. М., Геодезиздат, 1957 (Труды ЦНИИГАиК. Вып. 110).

ИЗОЛИНИИ — линии, соединяющие на карте точки с равными значениями какой-либо величины. И. используются для показа на картах абсолютных высот (*изогипсы*), магнитного склонения (*изогоны*), атмосферного давления (*изобары*), температуры (*изотермы*) и других геоморфологических и геофизических величин.

ИЗОТЕРМЫ — линии на карте, соединяющие точки с одинаковой температурой воздуха, воды или почвы. Наиболее распространено применение И. на метеорологических картах, где они служат для показа средней температуры воздуха в какой-либо период времени (года, месяцев) или температуры на определенный момент времени.

ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ — отыскание по ряду табличных величин функции ее значения для промежуточного значения аргумента.

Ниже в таблице даны:

в графе 1 — значения аргумента через интервал w ;

в графе 2 — соответствующие значения функции;

в графе 3 — первые разности, т. е. разности между смежными значениями функции, например $f(x_0 + w) - f(x_0) = \Delta_{1/2}^I$;

в графе 4 — вторые разности, т. е. разности между смежными первыми разностями, например $\Delta_{3/2}^I - \Delta_{1/2}^I = \Delta_{1/2}^{II}$;

в графе 5 — третьи разности, например $\Delta_1^{II} - \Delta_0^{II} = \Delta_{1/2}^{III}$.

1	2	3	4	5
$x_0 - 2w$	$f(x_0 - 2w)$			
$x_0 - w$	$f(x_0 - w)$	$\Delta_{-1/2}^I$		
x_0	$f(x_0)$	$\Delta_{-1/2}^I$	Δ_{-1}^{II}	$\Delta_{-1/2}^{III}$
$x_0 + w$	$f(x_0 + w)$	$\Delta_{1/2}^I$	Δ_0^{II}	$\Delta_{1/2}^{III}$
$x_0 + 2w$	$f(x_0 + 2w)$	$\Delta_{3/2}^I$	Δ_1^{II}	

Пусть требуется найти значение функции для аргумента $x = x_0 + nw$, где x_0 — ближайший к x меньший табличный аргумент и $0 < n < 1$. Искомое значение функции может быть найдено по формуле Бесселя

$$f(x_0 + nw) = f(x_0) + n\Delta_{1/2}^I + \frac{1}{4}n(n-1)(\Delta_0^{II} + \Delta_1^{II}) + \frac{n(n-1)\left(n - \frac{1}{2}\right)}{6}\Delta_{1/2}^{III}.$$

Вторые разности учитываются в том случае, если они превосходят по абсолютной величине 4 единицы последнего знака, а третья разность — если она более 62 единиц последнего знака. В большинстве таблиц интервал w устанавливается с таким расчетом, чтобы можно было ограничиться линейным интерполированием, т. е. находить значение функции по формуле

$$f(x_0 + nw) = f(x_0) + \frac{x - x_0}{w}\Delta_{1/2}^I.$$

Величина $\frac{x-x_0}{w} \Delta I_1$, обычно выбирается готовой из вспомогательных интерполяционных табличек, помещаемых рядом с основными таблицами.

ИСКАЖЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА АЭРОСНИМКЕ.

Элементы местности изображаются на аэроснимке с полным подобием лишь в том случае, если местность представляет собою равнину, а плоскость аэроснимка в момент фотографирования строго горизонтальна. При отсутствии этих условий все элементы местности изображаются на аэроснимке с некоторыми искажениями, тем большими, чем больше угол наклона аэроснимка и относительные превышения точек местности.

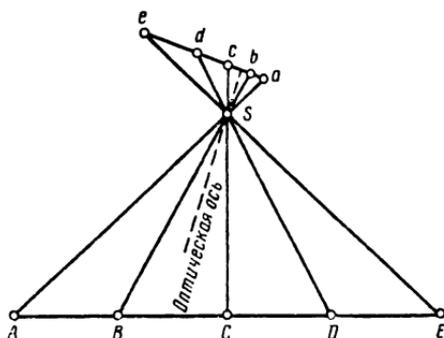


Рис. 33

И. и. п. а. из-за наклона аэроснимка называются искажениями за перспективу. Причина возникновения их видна из рис. 33: равным между собой на местности отрезкам AB , BC , CD и DE соответствуют разные по величине отрезки ab , bc , cd и de на аэроснимке. Вследствие этого сеть квадратов на местности изобразится на аэроснимке в виде сети трапеций или неправильной формы четырехугольников, круг — в виде эллипса и т. п. (но прямая — в виде прямой, рис. 34).

На рис. 34, *а* $ABDC$ — план участка, изображенного на перспективном аэроснимке; $a_0b_0d_0c_0$ — участок, который изобразился бы на плановом аэроснимке. На рис. 34, *б* $abcd$ —

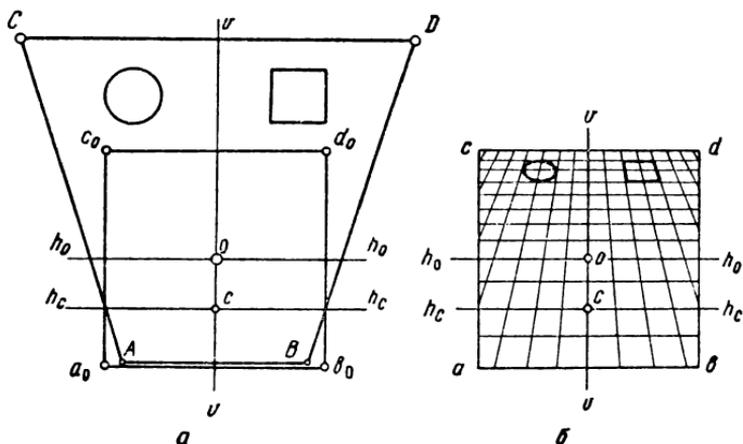


Рис. 34

изображение участка $ABDC$ на перспективном аэроснимке; $h_c h_c$ — горизонталь, проходящая через точку нулевых искажений.

И. и. н. а., обусловленные неровностями местности, называются искажениями за рельеф. На рис. 35 A и B — точки местности, расположенные на разных абсолютных высотах, A_0 и B_0 — ортогональные проекции точек A и B на среднюю уровенную поверхность снимаемого участка. Точки a , b и a_0 , b_0 — изображения на аэроснимке соответственно точек A , B и A_0 , B_0 . Величины aa_0 и bb_0 являются искажениями за рельеф, обозначаются обычно буквой δ и вычисляются по формуле

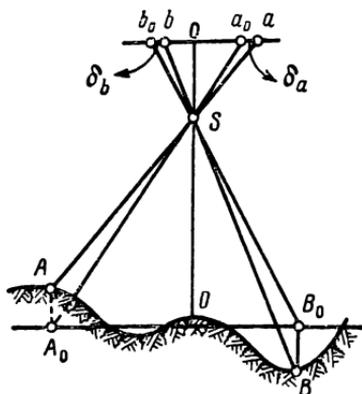


Рис. 35

$$\delta = \frac{rh}{H},$$

где r — расстояние на аэроснимке от главной точки до определяемой;

h — превышение определяемой точки над средней плоскостью;

H — высота фотографирования.

Если величина δ превышает графическую точность создаваемой карты, то в положение опорных точек при трансформировании аэроснимков вносится соответствующая поправка.

ИСХОДНАЯ АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ И ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ ОСНОВА — государственные геодезическая, нивелирная и гравиметрическая сети, а также астрономические пункты, используемые в качестве исходной основы при развитии опорных геодезических сетей и привязке боевых позиций.

В системе последовательного развития государственных геодезических сетей общей исходной основой служит сеть 1 класса, а для каждой сети остальных классов — сети высших по отношению к ней классов.

ИСХОДНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ (в военном деле) — координаты и высоты боевых позиций, а также азимуты направлений для ориентирования боевой техники на местности. И. г. д. получают путем *геодезической привязки боевых позиций*.

К

КАБЕЛЬТОВ — морская мера длины, равная $\frac{1}{10}$ морской мпдл, т. е. 185,2 м.

КАРТА АНАГЛИФИЧЕСКАЯ — специальная карта, при рассмотрении которой в анаглифические очки наблюдатель видит

рельефное изображение местности (см. *Анаглифия*). К. а. печатают в два взаимно дополнительных цвета; одним цветом печатают с обычного издательского оригинала, а дополнительным на том же листе, — со специально изготовленного оригинала, тождественного по содержанию, но вычерченного с таким расчетом, чтобы при рассматривании карты в анаглифические очки получилось рельефное изображение местности. Краски на К. а. несколько сдвинуты одна относительно другой и тем больше, чем больше превышения, поэтому без анаглифических очков карта не читается и наносить на нее обстановку невозможно. К. а. могут быть использованы для общей оценки рельефа местности, а также в качестве учебного пособия при изучении вопросов изображения рельефа.

Если перекрывающиеся части плановых аэроснимков отпечатать во взаимно дополнительных цветах на общей белой подложке, то получится а н а г л и ф и ч е с к и й а э р о с н и м о к, при рассматривании которого в анаглифические очки наблюдатель увидит рельефное изображение сфотографированной местности. Анаглифические аэроснимки применяются преимущественно в учебных целях.

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ (ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ) СЕТКА образуется линиями меридианов и параллелей. На топографических картах масштаба 1 : 100 000 и крупнее вместо сетки на внутренних рамках показываются выходы меридианов и параллелей через каждые 10", а на карте масштаба 1 : 200 000 — через 1'. На картах масштаба 1 : 500 000 и мельче, кроме выходов, показываются и сами линии меридианов и параллелей с установленными для карты каждого масштаба интервалами. К. с. используется для определения по карте географических координат точек.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ. 1. — Математические способы изображения на плоскости всей или части земной поверхности, принимаемой за поверхность шара или эллипсоида вращения. 2. — Картографические сетки, состоящие из изображений меридианов и параллелей на плоскости в какой-либо проекции.

Поверхности шара и эллипсоида принадлежат к числу неразвертывающихся поверхностей, поэтому их изображения на плоскости имеют искажения длин, углов и площадей, причем искажения углов и площадей в некоторых видах проекций могут отсутствовать, а длины могут сохраняться только для некоторых линий. При изучении искажений в той или иной проекции используется так называемый ч а с т н ы й м а с ш т а б, обозначаемый обычно буквой μ , под которым понимают отношение бесконечно малого отрезка $d\sigma$ на плоскости (карте) к соответствующему бесконечно малому отрезку ds на поверхности шара или эллипсоида, т. е.

$$\mu = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta \sigma}{\Delta s} = \frac{d\sigma}{ds}.$$

В общем случае частный масштаб — переменная величина и является функцией положения (координат) точки и направления линейного элемента, т. е. его азимута или дирекционного угла.

От частного масштаба следует отличать о б щ и й, и л и г л а в н ы й, м а с ш т а б, который подписывается на картах и является степенью общего уменьшения шара или эллипсоида при их изображении на плоскости.

В зависимости от положения полюса системы сферических координат К. п. может быть полярной, или нормальной (рис. 36, а), экваториальной, или поперечной (рис. 36, б), горизонтальной, или косой (рис. 36, в).

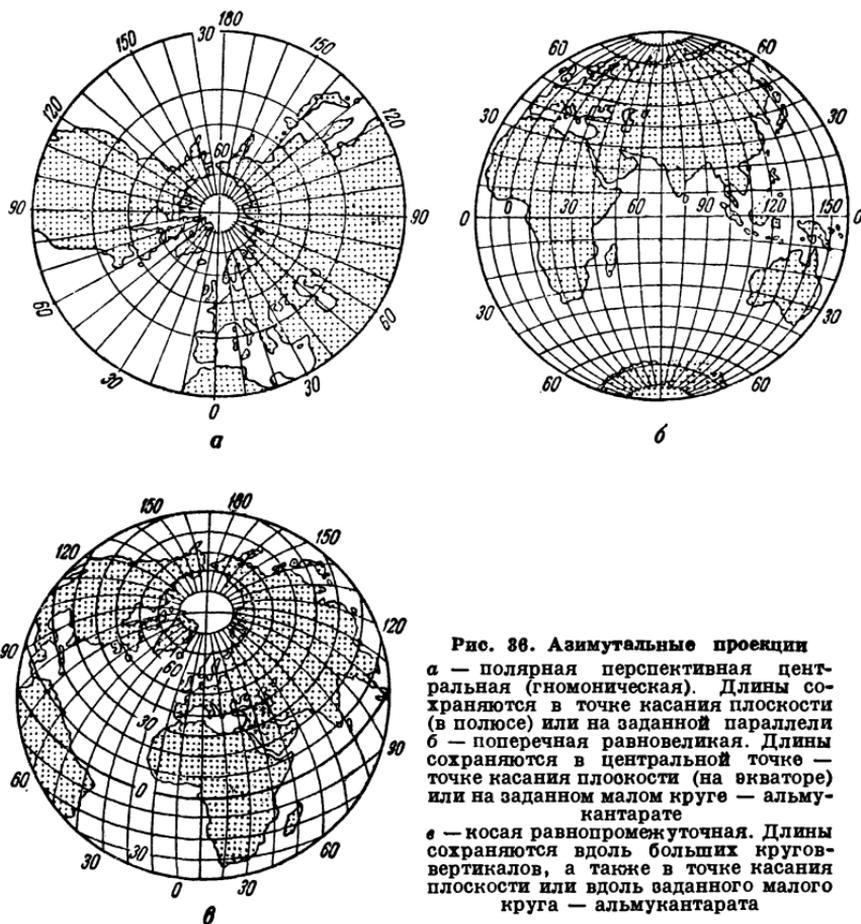


Рис. 36. Азимутальные проекции

а — полярная перспективная центральная (гномоническая). Длины сохраняются в точке касания плоскости (в полюсе) или на заданной параллели (в полюсе)
 б — поперечная равновеликая. Длины сохраняются в центральной точке — точке касания плоскости (на экваторе) или на заданном малом круге — альмукантарате
 в — косая равнопромежуточная. Длины сохраняются вдоль больших кругов-вертикалов, а также в точке касания плоскости или вдоль заданного малого круга — альмукантарата

К. п. классифицируют по двум основным признакам: по характеру искажений и по виду меридианов и параллелей нормальной сетки на плоскости (карте).

По характеру искажений К. п. разделяют на три класса: равноугольные, равновеликие и произвольные. К равноугольным относят проекции, в которых сохраняются углы изображаемых фигур, частный масштаб в них является функцией только координат точки и не зависит от направления линейного элемента. Равноугольные проекции называют еще к о н ф о р м-

ными. К равновеликим принадлежат проекции, сохраняющие пропорциональность (масштаб) площадей; их называют еще эквивалентными, или равноплощадными. Произвольными называют проекции, не обладающие свойствами равноугольности и равновеликости.

По виду меридианов и параллелей нормальной сетки различают следующие проекции. Азимутальные (зенитальные) проекции (см. рис. 36), в которых параллели — концентрические окружности, а меридианы — радиусы этих окружностей, при этом углы между меридианами соответствуют разностям долгот. Перспективные проекции, являющиеся частным случаем азимутальных проекций, получаются путем проектирования земной поверхности, обычно принимаемой за поверхность шара (рис. 37), на картинную плоскость K прямыми лучами OA , выходящими из одной точки O , причем картинная плоскость перпендикулярна прямой OC , проходящей через центр C шара. Цилиндрические проекции (рис. 38), в которых параллели — параллельные прямые, а меридианы — равноотстоящие прямые, перпендикулярные параллелям. Конические проекции (рис. 39), в которых параллели — дуги концентрических окружностей, а меридианы — их радиусы. Углы между меридианами пропорциональны разностям долгот. В псевдоцилиндрических проекциях (рис. 40) параллели — параллельные прямые, а меридианы — кривые, симметричные относительно среднего прямолинейного меридиана. В псевдоконических проекциях (рис. 41) параллели — концентрические окружности, а меридианы — кривые, симметричные относительно среднего прямолинейного меридиана. В поликонических проекциях (рис. 42) параллели — дуги эксцентрических окружностей, а меридианы — кривые, симметричные относительно среднего прямолинейного меридиана. Если при изображении поверхности эллипсоида ее разбивают на части — трапеции определенных размеров, то говорят, что проекция применяется как многогранная.

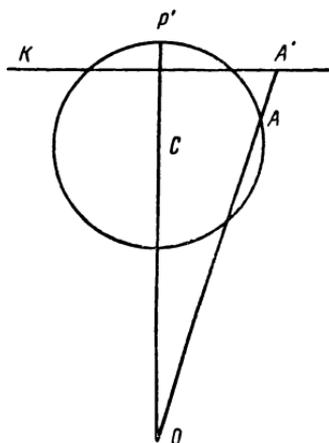


Рис. 37

КАРТОГРАФИЯ — наука, изучающая вопросы картографического изображения и разрабатывающая методы создания карт и их использования. Основные разделы К. — картоведение, математическая картография, составление и редактирование карт, оформление карт, издание карт, картометрия, организация и экономика картографического производства.

К. тесно связана с геодезией, топографией и географией. Результаты геодезических определений размеров и формы Земли и координат пунктов геодезических сетей, а также результаты топографических съемок используются в К. в качестве исходной основы

для построения карт. Физическая и экономическая география вооружает картографа научными сведениями о сущности изображаемых на картах предметов и явлений природы и общественной жизни.

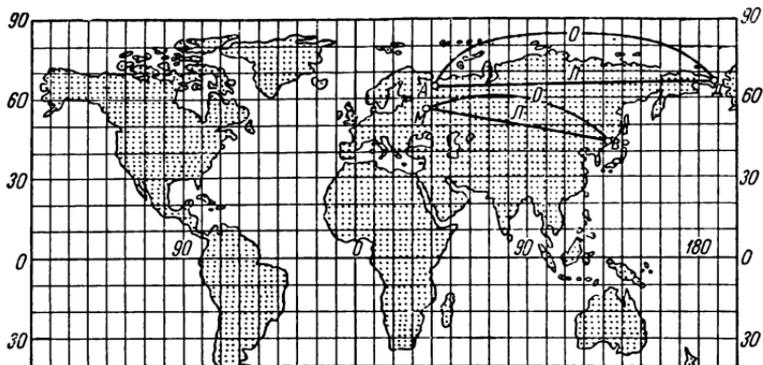


Рис. 38. Цилиндрическая проекция

Равнопромежуточная (прямоугольная). Длины сохраняются вдоль меридианов, а также вдоль экватора или вдоль двух данных параллелей

КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЛУЖБА СССР — государственная организация, в задачу которой входит обеспечение территории СССР в картографо-геодезическом отношении в интересах

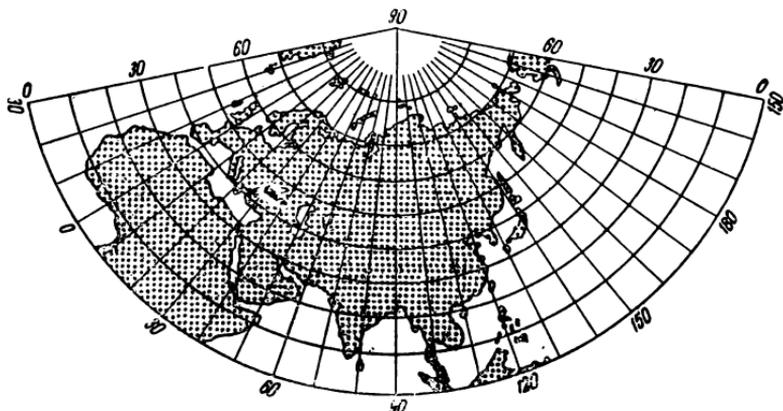


Рис. 39 Коническая проекция

Равноугольная Ламберта. Длины сохраняются на одной параллели (касательный конус) или на двух параллелях (секционный конус), называемых стандартными

народного хозяйства, развития культуры и нужд обороны страны. К.-г. с. в СССР организована в 1919 г. на основании декрета Совета Народных Комиссаров, подписанного В. И. Лениным 15 марта 1919 г. Руководство деятельностью К.-г. с. осуществляет Главное управление геодезии и картографии (ГУГК) при Совете Министров

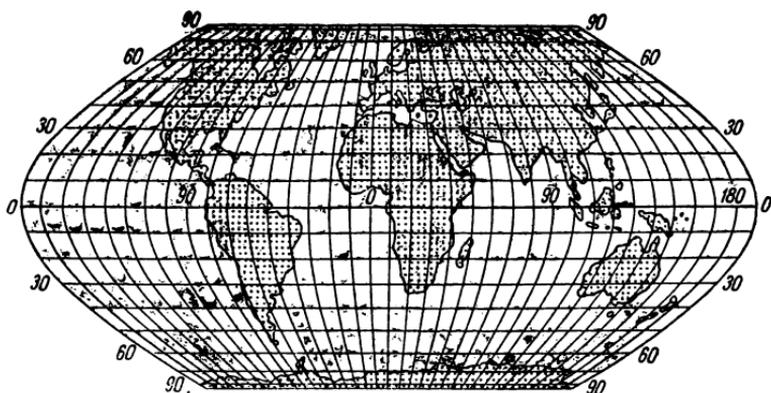


Рис. 40. Псевдоцилиндрическая проекция
 Равновеликая синусоидальная В. В. Каврайского. Длины сохраняются вдоль
 параллелей с широтами $\varphi_0 = \pm 46^\circ,5$

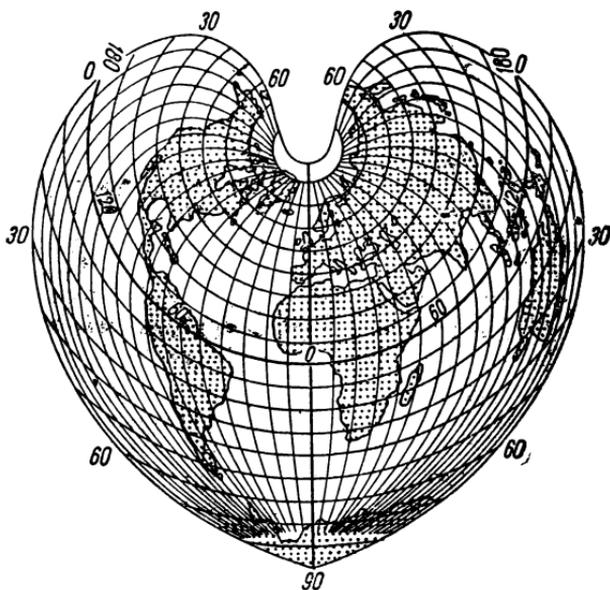


Рис. 41. Псевдоконическая проекция
 Равновеликая Бонна. Длины сохраняются вдоль среднего
 меридиана и параллелей

СССР. В целях решения указанной основной задачи ГУГК выполняет геодезические, астрономические, гравиметрические работы и топографические съемки на всей территории страны силами и средствами входящих в его состав производственных предприятий и учреждений; составляет и издает географические, топографические, учебные и специальные карты и атласы и снабжает ими государственные учреждения; организует научно-исследовательские работы по вопросам астрономии, геодезии, гравиметрии, топографии, картографии и приборостроения; разрабатывает и издает общеобязательные для всех ведомств инструкции и положения по топографо-геодезическим работам и координирует топографо-

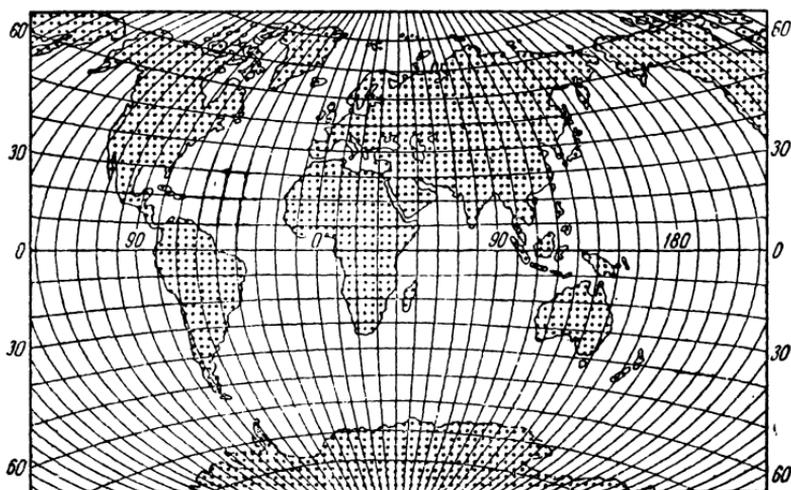


Рис. 42. Поликоническая проекция

Произвольная Г. А. Гинзбурга. Длины сохраняются вдоль двух параллелей с широтами $\varphi_0 = \pm 45^\circ$. Проекция применена для карт мира БСЭ и МСЭ

геодезические работы всех ведомств. ГУГК издает научно-техническую литературу по специальным вопросам и периодический журнал — «Геодезия и картография».

КАРТОМЕТРИЯ — раздел картографии, изучающий способы измерения по картам количественных характеристик различных географических объектов. Методами К. определяются площади, длины, объемы, а также такие характеристики, как густота речной сети, средняя высота рельефа, средние углы наклона, расчлененность и т. п. Результаты измерений в значительной мере зависят от масштабов и качества используемых карт. В современных точных картометрических работах применяют топографические карты, позволяющие свести к минимуму ошибки, возникающие из-за свойств картографической проекции и вследствие деформации бумаги. Картометрические определения находят широкое применение при проектировании различного рода инженерных сооружений, в научных исследованиях, а также при оценке оперативно-тактических свойств местности (проходимости, условий наблюдения, защитных свойств).

КАРТЫ АВИАЦИОННЫЕ — специальные карты, предназначенные для планирования полетов, предполетной подготовки и самолетовождения. Большая часть аэронавигационных задач решается по полетным картам универсального типа, представляющим собой географические карты, у которых математическая основа, содержание и оформление подчинены удовлетворению требований аэронавигации. Наряду с картами универсального типа для решения аэронавигационных задач с помощью стационарных радиотехнических средств и систем используются специальные радионавигационные карты, на которых сетки гипербол и других линий положения впечатываются в схематическую географическую основу. Все типы К. а. могут иметь сплошное покрытие или создаваться на отдельные маршруты. Масштабы К. а. — обычно в пределах $1 : 1\,000\,000$ — $1 : 4\,000\,000$, хотя находят применение карты и в более крупных (карты подходов), и в более мелких (некоторые виды радионавигационных карт) масштабах.

КАРТЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ — наглядные, измеримые и обобщенные изображения земной поверхности на плоскости, показывающие размещение и связи, а также качественные и количественные характеристики различных предметов и явлений природы и общественной жизни. К. г. позволяют передавать не только размещение, но и развитие явлений.

Круг явлений, отображаемых на географических картах, а также подробности их характеристик зависят от назначения каждой конкретной карты. По содержанию К. г. делятся на две основные группы: карты общегеографические и *карты специальные*. На общегеографических картах главным предметом изображения служит сама земная поверхность с расположенными на ней объектами. Наиболее распространенный вид общегеографических карт — *карты топографические*.

КАРТЫ ДОРОЖНЫЕ — один из видов специальных карт, основным содержанием которых является изображение сети автомобильных и железных дорог и связанных с ними мостовых и паромных переправ через водные преграды. К. д. содержат, как правило, более детальные технические и эксплуатационные характеристики дорожной сети по сравнению с картами топографическими. В военном деле К. д. используются для расчетов при планировании и организации перевозок войск и боевой техники.

КАРТЫ МОРСКИЕ — специальные географические карты, изображающие моря и океаны с прилегающей к ним сушей и содержащие характеристики условий плавания. Строятся К. м., как правило, в *проекции Меркатора*. По своему назначению К. м. подразделяют на навигационные, специальные, справочные. Основным видом К. м. являются навигационные карты, предназначенные для обеспечения безопасности судовождения и содержащие изображения и характеристики рельефа и грунта дна, подводных и надводных рифов, течений, навигационной обстановки, берегов, береговых ориентиров и т. д. Для решения задач навигационно-прикладного и специального характера издаются карты радионавигационные, радиомаяков и радиостанций, карты-сетки и др.

КАРТЫ РЕЛЬЕФНЫЕ — специальные карты, на которых рельеф изображен объемно. К. р. изготавливаются на основе топографических карт, изображающих рельеф горизонталями. Для повышения наглядности изображения рельефа К. р. обычно имеют

различные горизонтальный и вертикальный масштабы. Горизонтальный масштаб К. р. определяется исходным материалом, причем чаще находят применение карты в масштабах от 1 : 100 000 до 1 : 1 000 000. Вертикальный масштаб К. р. всегда крупнее горизонтального. Для горных районов это соотношение обычно колеблется в пределах от 2 : 1 до 5 : 1, а для местности с незначительными превышениями — от 5 : 1 до 10 : 1.

КАРТЫ СПЕЦИАЛЬНЫЕ предназначены для решения разного рода научных и практических задач и отличаются своим содержанием и оформлением от карт общегеографических. В зависимости от назначения К. с. отображают размещение, взаимосвязи и динамику развития различных природных и социально-экономических явлений, рассматриваемых изолированно или в комплексе. Содержание К. с. весьма разнообразно. Для части К. с. основным объектом содержания служат отдельные элементы местности, обычно отражаемые и на картах общегеографических (речная сеть, рельеф, пути сообщения и т. д.), но характеризующиеся с большей детальностью и специальными показателями (карты гидрологические, гипсометрические, дорожные и др.). Более многочисленна группа К. с., отображающих явления, обычно не показываемые на общегеографических картах, но важные для различных отраслей науки или практики (карты геологические, почв, видов растительности, плотности населения и многие другие). Наконец, ряд К. с. имеет такое же содержание, что и карты общегеографические, но оформлены они так, чтобы служить определенным целям (карты морские, авиационные).

По степени обобщения среди К. с. выделяют аналитические и синтетические карты. На первых используются необобщенные или малообобщенные показатели (карты температур, атмосферного давления, магнитных склонений и т. п.), на вторых — обобщенные показатели, характеризующие явление как единое целое на основе соединения и совместного использования ряда показателей (карта климатических областей, составленная на основе данных о температуре, атмосферном давлении и осадках и др.). Специфика содержания К. с. обычно требует особых способов изображения: специальных условных знаков, изолиний, качественного фона, картодиаграмм и т. д.

В содержание К. с. любого назначения, кроме специальной нагрузки, обязательно входят и некоторые общегеографические элементы, которые обычно служат основой для нанесения специальных данных.

КАРТЫ ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ — группа крупномасштабных общегеографических карт, состоящая из собственно топографических карт (в масштабах 1 : 100 000 и крупнее) и карт обзорно-топографических (в масштабах от 1 : 200 000 до 1 : 1 000 000 включительно). К. т. масштабов от 1 : 500 000 включительно создаются в равноугольной проекции Гаусса, а карта масштаба 1 : 1 000 000 — в видоизмененной поликонической проекции. Все К. т. многолистные, причем в пределах отдельных листов этих карт искажения длин, площадей и углов практически неощутимы.

Важнейшей отличительной особенностью советских К. т. является их общегосударственный характер: они создаются на основе единых общих положений и условных знаков и предназначены в равной мере для удовлетворения нужд народного хозяй-

ства и обороны страны. В народном хозяйстве широкое применение находят К. т. масштабов 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10 000 и 1 : 25 000. Они используются для разработки проектов планировки населенных пунктов, для землеустройства, для проектирования оросительной сети, гидротехнических сооружений, изысканий трасс автомобильных и железных дорог, а также в ряде других случаев осуществления проектно-изыскательских работ, требующих весьма высокой точности производимых по карте измерений и расчетов.

Карты масштабов 1 : 50 000 и 1 : 100 000 широко используются для ориентирования на местности при выполнении разнообразных полевых исследований, а также для выполнения измерений и расчетов, связанных с проектированием различных инженерных сооружений. Кроме того, карта масштаба 1 : 50 000 является основной военной измерительной картой. В артиллерии и ракетных войсках она используется для топографической подготовки стрельбы и пуска ракет. В обжитых густо застроенных районах эта карта используется командирами и штабами также для организации и планирования боя, управления войсками и ориентирования на местности. Карта масштаба 1 : 100 000 используется командирами и штабами соединений, частей и подразделений (включая командиров взводов) во всех видах боя. По ней изучается и оценивается местность, организуются боевые действия, ведется целеуказание и ориентирование на поле боя. Она может также использоваться (при отсутствии карты масштаба 1 : 50 000) для топографической подготовки стрельбы артиллерии и пуска ракет.

Обзорно-топографические карты масштабов 1 : 200 000 и 1 : 500 000, обладая основными свойствами более крупномасштабных К. т., уступают им в точности и подробности изображения местности. В народном хозяйстве они используются для общего изучения значительных по площади территорий и для предварительных расчетов и измерений при проектировании крупных сооружений. В вооруженных силах карты этих масштабов находят широкое и разнообразное применение. Карта масштаба 1 : 200 000 используется главным образом для оперативной работы штабов, а также всеми родами войск при планировании и осуществлении передвижения войск. По этой карте можно изучать общий характер рельефа местности, дорожной сети, водных рубежей, лесных массивов, крупных населенных пунктов. Особенно широко она используется в качестве дорожной карты, так как на ней весьма наглядно и достаточно полно для ориентирования на местности отображается дорожная сеть и характеризуется ее пригодность для движения различных видов транспорта и боевой техники. Карта масштаба 1 : 500 000 используется в сухопутных войсках штабами для изучения географических особенностей операционных направлений и театров военных действий при планировании операций. Может использоваться также в качестве дорожной карты при передвижении войск. Карта находит широкое применение в войсках ПВО и в ВВС, в частности, используется авиацией для визуальной ориентировки и аэронавигационных расчетов.

Карта масштаба 1 : 1 000 000 используется в качестве одного из важнейших источников для изучения поверхности и природных условий крупных географических районов, а также при генеральном планировании и проектировании государственных сооружений и мероприятий, предпринимаемых в целях освоения территорий и

использования природных ресурсов. Вооруженные силы используют эту карту в штабах для общего изучения местности на театрах военных действий, а также для общих приближенных расчетов по обеспечению боевых действий войск при планировании операций. В авиации находит применение при самолетовождении в качестве полетной карты.

Все К. т., а особенно — обзорно-топографические, широко используются в качестве общегеографической основы при создании различных специальных карт (геологических, почвенных, ботанических, лесов и др.).

КАТАЛОГ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ПУНКТОВ — систематизированный список гравиметрических пунктов, в котором на каждый пункт приводятся следующие данные: название пункта, описание его местоположения, кроки для трудно опознаваемых на местности пунктов, номенклатура трапеции масштаба 1 : 100 000, ускорение силы тяжести в миллигалах и ср. кв. ошибка его определения, плановые координаты в системе 1942 г. и высота в Балтийской системе.

Пункты группируются по поясам с севера на юг, а в каждом поясе — по листам карты масштаба 1 : 1 000 000. К. г. п. издается в виде брошюры со схемой взаимного расположения пунктов.

КАТАЛОГ КООРДИНАТ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПУНКТОВ — систематизированный список пунктов, расположенных на площади листа карты масштаба 1 : 200 000 или на участке района работ, в котором указываются: названия и класс пунктов, прямоугольные координаты, абсолютные высоты центров и дирекционные углы направлений на соседние пункты или на специальные ориентирные пункты. Пункты в К. к. г. п. обычно располагаются в порядке убывания их абсцисс. К. к. г. п. сопровождаются схемой геодезической сети, описанием центров и другими сведениями, необходимыми при последующем использовании сети.

КИЛОМЕТРОВАЯ СЕТКА — см. *Координатная сетка*.

КИПРЕГЕЛЬ — инструмент 1 (рис. 43), предназначенный в комплекте с мензулой 2 для производства топографических съемок. К. представляет собой массивную металлическую линейку с цилиндрическим уровнем, на которой укреплен колонка, несущая на горизонтальной оси зрительную трубу с дальномерной сеткой и вертикальный круг с алидадной частью для измерения вертикальных углов. Зрительная труба К. относится к типу нитяных дальномеров с постоянным углом (см. *Дальномеры геодезические*); переменным базисом служит рейка с делениями, выставляемая на точках местности, до которых определяется расстояние.

Расстояния D дальномером кипрегеля определяются с точностью порядка $\frac{1}{300} D$, а вертикальные углы — с точностью 1'.

КОМПАРАТОР 24-МЕТРОВЫЙ — см. *Мерные линейные приборы*.

КОМПАС МАГНИТНЫЙ — прибор, служащий для определения сторон горизонта и измерения на местности магнитных азимутов (рис. 44).

Основная часть К. м. — магнитная стрелка, свободно вращающаяся на острие стальной иглы. Под влиянием магнитных сил Земли стрелка сама устанавливается в направлении магнитного

меридиана. Для измерения азимута направления на какой-либо предмет освобождают магнитную стрелку (выдвигают арретир), затем вращением компаса совмещают северный конец магнитной стрелки со штрихом 0 на лимбе; удерживая теперь компас в этом положении, вращают его крышку, наводят визирное приспособление на наблюдаемый предмет и против визирной мушки прочтывают по лимбу величину азимута. Практическая точность измерения магнитного азимута компасом порядка 3—5°.

КОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ — картографические проекции, в которых параллели нормальной сетки изображаются дугами концентрических окружностей, а меридианы — прямыми линиями, сходящимися в общем центре параллелей (рис. 45). Углы δ между меридианами проекции пропорциональны разностям долгот λ . Последним свойством К. п. отличаются от азимутальных проекций. В косых и поперечных К. п. меридианы и параллели являются сложными кривыми. В практике наиболее часто применяются прямые К. п.

К. п. вполне определяются уравнениями

$$\delta = \alpha \cdot \lambda,$$

$$\rho = f(\varphi),$$

и различаются между собой только значением постоянной проекции α и видом функции f , определяющей радиус ρ изображения параллели. Плоские прямоугольные координаты К. п. вычисляются по формулам

$$x = q - \rho \cos \delta,$$

$$y = \rho \sin \delta,$$

где q — расстояние между полюсом полярных и началом прямоугольных координат.

В К. п. $0 < \alpha < 1$, поэтому параллели проекции изображаются неполными окружностями. По характеру искажений К. п. могут быть равноугольными (сохраняющими подобие бесконечно малых фигур), равновеликими (сохраняющими площади фигур), равнопромежуточными (в которых масштаб по одному из направлений равен главному масштабу) и произвольными (не обладающими ни одним из перечисленных свойств). *Изоколы* К. п. — линии, совпадающие с параллелями проекции. Свойства К. п. характеризуются масштабами по меридианам m и параллелям n , масштабом площадей p и наибольшими искажениями углов ω . Различают К. п. с одной стандартной параллелью (на касательном конусе) и с двумя стандартными параллелями (на секущем конусе). Стандартными называют параллели, по которым сохраняется главный масштаб. В практике чаще других применяются равноугольные и

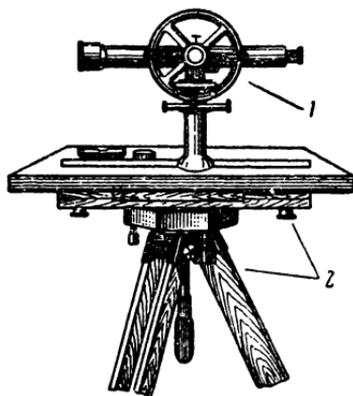


Рис. 43

равнопромежуточные проекции. В К. п. обычно изображают территории, расположенные в средних широтах и вытянутые вдоль параллелей.

Формулы равноугольных К. п.

$$\rho = \frac{C}{U^\alpha};$$

$$\mu = m = n = \frac{\alpha \cdot \rho}{r};$$

$$\rho = m^2 = n^2;$$

$$\omega = 0,$$

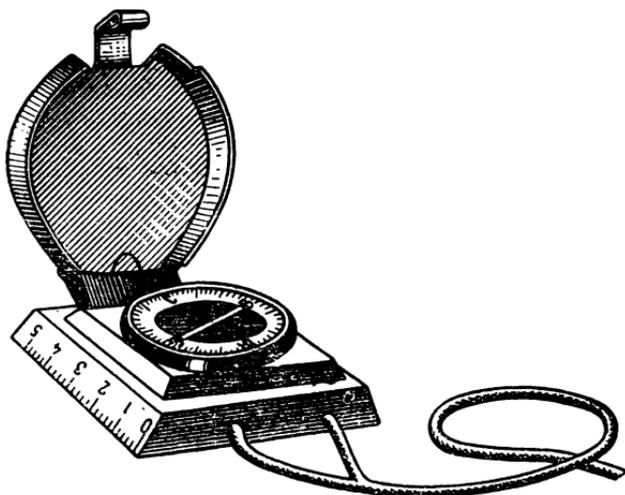


Рис. 44

где C и $\alpha = \sin \varphi_0$ — постоянные проекции; φ_0 — широта параллели с наименьшим масштабом;

$$U = \frac{\operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)}{\operatorname{tg}^e \left(45^\circ + \frac{\psi}{2} \right)};$$

$$\sin \psi = e \sin \varphi,$$

e — эксцентриситет меридианного эллипса;

r — радиус параллели эллипсоида под широтой φ . Постоянные C и α определяются из дополнительных условий. Например, для проекции на касательном конусе, сохраняющей главный масштаб по параллели с широтой φ_0 , постоянные вычисляются по формулам

$$\alpha = \sin \varphi_0;$$

$$C = \frac{r_0 U_0^\alpha}{\alpha}.$$

Для проекции на секущем конусе, в которой главный масштаб сохраняется на двух стандартных параллелях с широтами φ_1 и φ_2 , постоянные α и C вычисляются по формулам:

$$\alpha = \frac{\lg r_1 - \lg r_2}{\lg U_2 - \lg U_1};$$

$$C = \frac{r_1 U_1^2}{\alpha} = \frac{r_2 U_2^2}{\alpha}.$$

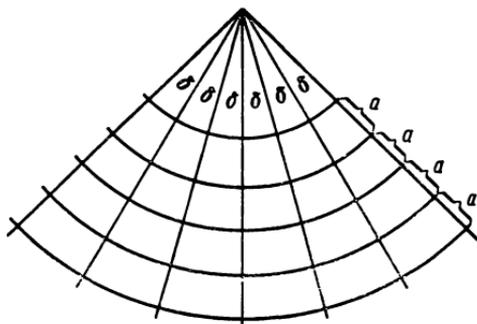


Рис. 45. Вид сетки прямой равнопромежуточной конической проекции

Формулы равновеликих К. п.

$$\rho^2 = \frac{2}{\alpha} (C - S);$$

$$n = \frac{1}{m} = \frac{\alpha \cdot \rho}{r};$$

$$p = 1;$$

$$\operatorname{tg} \frac{\omega}{2} = \frac{a - b}{2}.$$

Здесь S — площадь сфероидической трапеции в один радиан по долготе и протяжением по широте от экватора до данной параллели; a и b — наибольший и наименьший масштабы; величины S даются готовыми в специальных таблицах.

В равновеликой К. п. с одной стандартной параллелью постоянные α и C определяются по формулам

$$\alpha = \sin \varphi_0;$$

$$C = S_0 + \frac{r_0^2}{2} \operatorname{cosec} \varphi_0.$$

В равновеликой К. п. с двумя стандартными параллелями

$$\alpha = \frac{r_1^2 - r_2^2}{2(S_2 - S_1)};$$

$$C = S_1 + r_1^2 \frac{S_2 - S_1}{r_2^2 - r_1^2} = S_2 + r_2^2 \frac{S_2 - S_1}{r_1^2 - r_2^2}.$$

Формулы равнопромежуточных К. п.

$$\rho = C - S;$$

$$m = 1; \quad n = \frac{\alpha \cdot \rho}{r};$$

$$p = n;$$

$$\sin \frac{\omega}{2} = \frac{n-1}{n+1}.$$

В равнопромежуточной К. п. с одной стандартной параллелью

$$\alpha = \sin \varphi_0;$$

$$C = S_0 + N_0 \operatorname{ctg} \varphi_0,$$

где N_0 — радиус кривизны первого вертикала под широтой φ_0 .
В равнопромежуточной К. п. с двумя стандартными параллелями

$$\alpha = \frac{r_1 - r_2}{S_2 - S_1};$$

$$C = S_1 + \frac{r_1}{\alpha} = S_2 + \frac{r_2}{\alpha}.$$

КОНТАКТНЫЙ ОТПЕЧАТОК — фотографический снимок, полученный способом контактной печати, т. е. способом, когда фотографическую бумагу при печати прикладывают непосредственно к негативу.

КООРДИНАТНАЯ СЕТКА НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ — сетка, образуемая на картах вертикальными и горизонтальными линиями, параллельными осям прямоугольных координат. В проекции Гаусса, применяемой на советских топографических картах, осями прямоугольных координат служат изображаемые прямолинейно осевой меридиан координатной зоны и экватор. Линиям сетки на карте соответствуют на земном шаре дуги больших кругов, перпендикулярных осевому меридиану, и дуги малых кругов, лежащих в плоскостях, параллельных плоскости осевого меридиана. Абсциссы x считаются по вертикальным линиям сетки от экватора, ординаты y — по горизонтальным линиям с положительным направлением к востоку от осевого меридиана зоны. Чтобы исключить отрицательные значения ординат, ординату осевого меридиана зоны условно принимают равной 500 км.

На топографических картах масштабов 1 : 50 000—1 : 500 000 координатные линии показывают через каждые 2 см. Значения координатных линий подписывают у их зарамочных выходов и у нескольких пересечений внутри листа. Для связи с соседними зонами на рамках листов карт, расположенных на протяжении 2° к востоку и западу от граничного меридиана зон, показывают выходы линий сеток прямоугольных координат смежной западной или восточной зоны.

КООРДИНАТНАЯ СЕТКА НА АЭРОСНИМКЕ. На карте К. с. печатается при ее издании. Аэроснимки печатают без сетки и при надобности ее наносят на снимок одним из способов, изложенных в статье «Перенос объектов с аэроснимка на карту», с той лишь

разницей, что в данном случае перенос производится с карты на аэроснимок, а за объекты принимаются точки пересечения линий координатной сетки карты. Для построения К. с. достаточно перенести четыре точки пересечения, составляющие четырехугольник, выбрав их так, чтобы стороны четырехугольника на аэроснимке были как можно длиннее. Стороны полученного четырехугольника следует разделить на равные части в соответствии с делениями К. с. на карте. Соединив противоположные точки делений, получим на аэроснимке К. с.

На аэроснимке подписывают номенклатуру карты, с которой перенесена сетка, и делают оцифровку на концах линий К. с. в полном соответствии с оцифровкой на карте. Назначение К. с. на аэроснимке то же, что и назначение ее на карте.

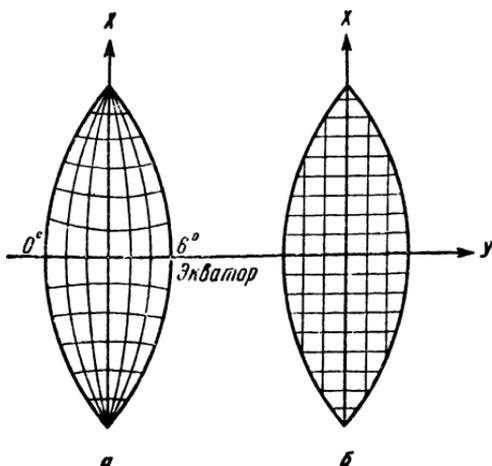


Рис. 46

КООДИНАТНЫЕ ЗОНЫ — ограниченные двумя меридианами части земной поверхности (сфероидические двуугольники), каждая из которых изображается на плоскости совершенно одинаковым образом в плоских прямоугольных координатах в принятой в СССР проекции Гаусса. Зоны имеют размеры в 6° и 3° по долготе. Средний меридиан зоны изображается на плоскости осью абсцисс X , а экватор — осью ординат Y .

На рис. 46, *а* и *б* показаны соответственно вид сетки меридианов и параллелей и сетки плоских прямоугольных координат в координатной зоне проекции Гаусса. Гринвичский меридиан принят западным меридианом шестиградусной зоны № 1. Номера зон возрастают с запада на восток. Долгота L_0 осевого меридиана шестиградусной зоны с номером N определяется по формуле $L_0 = 6^\circ N - 3^\circ$; например, для седьмой зоны $L_0 = 39^\circ$. Порядок счета абсцисс и ординат точек в зоне пояснен в статье «Координаты плоские прямоугольные».

Чтобы облегчить пользование геодезической сетью на стыках зон, координаты пунктов и все элементы сети, расположенные по

западному краю зоны в меридианной полосе $0^{\circ} 30'$ долготы, вычисляются и в системе соседней западной зоны, а пункты, расположенные в меридианной полосе $0^{\circ} 7',5$ по восточному краю зоны, вычисляются и в системе соседней восточной зоны. Эти меридианные полосы называются зонами перекрытия. Трехградусные зоны применяются при топографических съемках в масштабах $1:5000$ и крупнее.

Осевой меридианом первой трехградусной зоны приняты осевой меридиан первой шестиградусной зоны. Для карт более мелких масштабов в СССР применяются шестиградусные зоны.

КООРДИНАТНЫЕ МЕТКИ НА АЭРОСНИМКЕ — четыре специальные метки на краях аэроснимка, служащие для определения начала координат и направлений координатных осей (см. *Координаты фотограмметрические*). В процессе изготовления и юстировки фотокамеры К. м. стремятся установить так, чтобы точка, служащая началом координат, совпала с главной точкой аэроснимка.

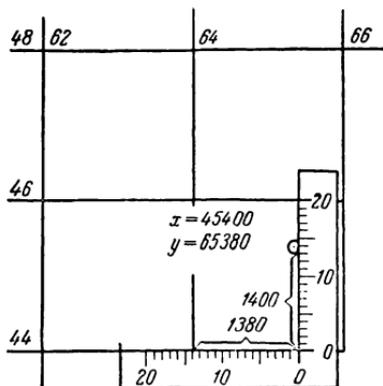


Рис. 47

КООРДИНАТОМЕР — прозрачная целлулоидная пластинка

с квадратным или прямоугольным вырезом, по краям которого нанесены шкалы — координатные метки, служащие для определения координат точек на картах масштабов $1:25\,000$, $1:50\,000$ и $1:100\,000$. Длина каждой шкалы равна длине стороны квадрата координатной сетки на карте соответствующего масштаба.

При определении координат какой-либо точки на карте горизонтальную шкалу совмещают с нижней стороной квадрата, в котором расположена данная точка, а вертикальную — с точкой. На рис. 47 показан К. для карты масштаба $1:100\,000$. При таком же расположении К. может наноситься на карту точка по ее координатам.

КООРДИНАТЫ БИПОЛЯРНЫЕ — линейные или угловые величины, определяющие положение точки M на плоскости, сфере или эллипсоиде относительно двух исходных точек A и B (рис. 48).

Этими величинами могут быть: расстояния s_1 и s_2 от точки M до точек A и B ; углы β_1 и β_2 , образуемые направлениями AM и BM с прямой AB ; дирекционные углы или азимуты направлений AM и BM .

КООРДИНАТЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ — угловые величины, называемые широтой и долготой, определяющие положение точки земной поверхности относительно экватора и начального меридиана. К. г. могут быть астрономическими и геодезическими.

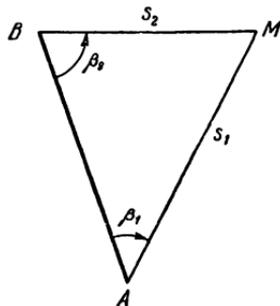


Рис. 48

Широты и долготы точек, определяемые из геодезических измерений и последующих вычислений на поверхности референц-эллипсоида, называются геодезическими и обозначаются обычно соответственно буквами B и L . Астрономические широты и долготы точек определяются по наблюдениям в этих точках небесных светил и обозначаются обычно буквами φ и λ .

К. г. геодезические связаны с проходящей через данную точку нормалью к поверхности референц-эллипсоида, а К. г. астрономические — с направлением отвесной линии в этой точке (см. еще *Широта географическая* и *Долгота географическая*).

На рис. 49: O — центр, P и P_1 — полюсы, QCQ_1 — экватор и PQP_1 — нулевой меридиан референц-эллипсоида; A — точка земной поверхности, AE — нормаль к поверхности эллипсоида, пересекающая эту поверхность в точке A_1 , плоскость экватора в точке D и малую ось эллипсоида в точке E ; qA_1q_1 — геодезическая параллель и PA_1CP_1 — геодезический меридиан точки A ;

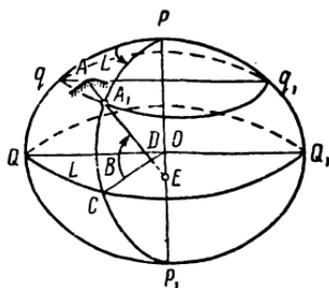


Рис. 49

угол ADC — геодезическая широта B и угол QOC — геодезическая долгота L точки A .

КООРДИНАТЫ ПЛОСКИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ — система координат, состоящая из двух взаимно перпендикулярных прямых: оси абсцисс X и оси ординат Y , делящих плоскость на четверти (рис. 50). Точка O — начало координат. Направлениям осей от начала координат приписываются знаки $+$ и $-$. Положение точки определяется абсциссой x и ординатой y , т. е. отрезками соответствующей оси от начала координат до основания перпендикуляра, опущенного из точки на ось, с припиской этим отрезкам знаков той четверти, в которой лежит точка.

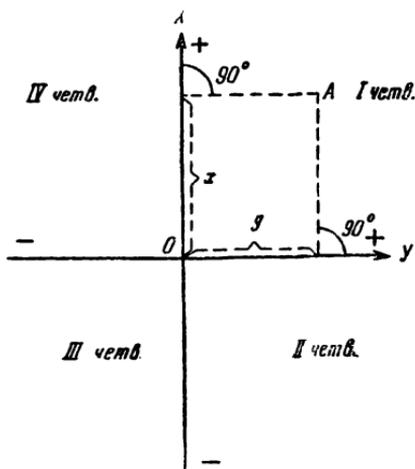


Рис. 50

В геодезических работах в СССР К. п. п. применяются при изображении поверхности эллипсоида на плоскости в *проекции Гаусса по координатным зонам*. Ось абсцисс X изображает средний меридиан зоны, а ось ординат Y — экватор эллипсоида. Абсцисса x точки является длиной дуги осевого меридиана от экватора, определяемой по закону проекции Гаусса, а ордината y указывает положение точки относительно осевого меридиана и для точек восточнее осевого меридиана считается положительной, а западнее — отрицательной. Ординаты точек обычно указываются

в условной записи: для шестиградусных зон ординаты точек осевого меридиана условно считаются равными 500 000 м, т. е. к значениям ординат всех точек зоны алгебраически прибавляется 500 000 м, чем устраняются в условной записи знаки ординат. Слева условной записи ординат приписывается номер зоны.

Пример:

Действительные значения ординат	Условная запись ординат
$y = +152\ 833,5$ м пятой зоны;	$y_{усл} = 5\ 652\ 833,5$ м,
$y = -127\ 893,6$ м седьмой зоны;	$y_{усл} = 7\ 372\ 106,4$ м.

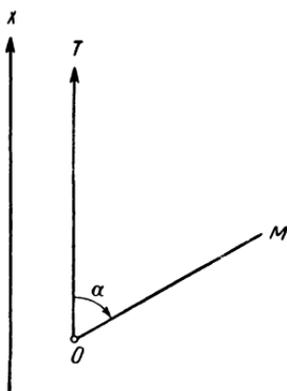


Рис. 51

Сокращенные координаты применяются при целеуказании по топографической карте, при этом записываются только десятки и единицы километров (показанные у линий километровой сетки, для абсцисс — у нижней, а для ординат — у левой линии километрового квадрата) и метры. Например, $x = 56\ 400$ и $y = 12\ 750$, эта запись означает, что цель расположена в квадрате 5612, на расстоянии 400 м от нижней и 750 м от левой стороны квадрата. Не рекомендуется пользоваться сокращенными координатами на стыках зон, так как из-за отсутствия указания в сокращенной записи номера зоны цель ошибочно может считаться расположенной не в той зоне, в которой она действительно находится.

КООРДИНАТЫ ПОЛЯРНЫЕ — система координат на плоскости, сфере или поверхности эллипсоида, состоящая из точки O — начала координат (рис. 51) и полярной оси, за которую обычно принимают: на плоскости — направление OT , параллельное оси абсцисс, а на сфере и эллипсоиде — северное направление меридиана точки O . Положение какой-либо точки M относительно точки O определяется дирекционным углом $\angle TOM = \alpha$ (на эллипсоиде — азимутом направления OM) и кратчайшим расстоянием OM , считаемым по поверхности.

КООРДИНАТЫ СОКРАЩЕННЫЕ — см. *Координаты плоские прямоугольные.*

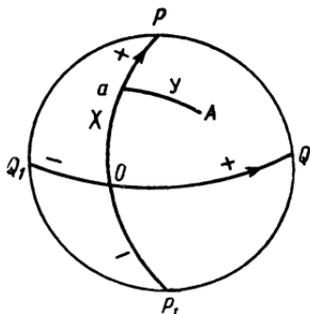


Рис. 52

КООРДИНАТЫ СФЕРИЧЕСКИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ — система координат на сфере, аналогичная прямоугольным координатам на плоскости, состоящая из большого круга POP_1 (рис. 52), принимаемого за ось сферических абсцисс, и перпендикулярного ему большого круга QQ_1 , принимаемого за ось сферических ординат. Для земной поверхности за ось сферических абсцисс

обычно принимают некоторый меридиан с положительным направлением на север, а за ось сферических ординат — экватор с положительным направлением на восток. Для определения положения точки A из нее опускают сферический перпендикуляр Aa на ось сферических абсцисс OP ; дуга Oa будет сферической абсциссой X , а дуга aA — сферической ординатой Y точки A .

КОординАТЫ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИЕ. Для определения положения точек местности посредством аэроснимков в фотограмметрии используются обычно прямоугольные системы координат: плоская и пространственная.

За начало плоской системы координат принимают точку пересечения прямых, соединяющих противоположные координатные метки; ось x совмещают с линией, направленной вдоль маршрута, ось y — перпендикулярно к ней. В частных случаях ось x совмещают с начальным направлением или с главной горизонталью аэроснимка.

Для анализа одиночного аэроснимка (рис. 53), где 1, 2, 3, 4 — координатные метки, за ось y принимают главную вертикаль vv , за ось x — главную горизонталь h_0h_0 . На местности начало координат совмещают с точкой O , соответствующей главной точке o аэроснимка, ось Y — с линией направления съемки OV , ось X — перпендикулярно к ней в горизонтальной плоскости Q (рис. 54). В этом случае координаты X и Y точки местности M и координаты x и y соответствующей точки снимка m связаны зависимостями

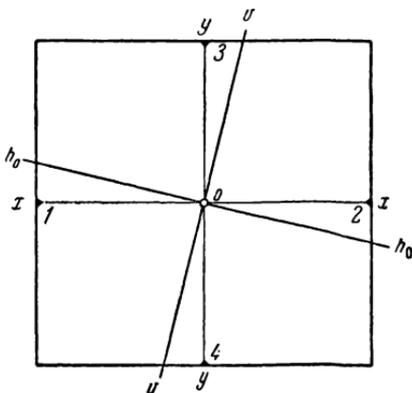


Рис. 53

$$X = H \frac{x}{f \cos \alpha - y \sin \alpha};$$

$$Y = H \frac{y}{(f \cos \alpha - y \sin \alpha) \cos \alpha},$$

где H — высота фотографирования;

α — угол наклона аэроснимка;

f — фокусное расстояние фотокамеры АФА.

Если аэроснимок горизонтальный ($\alpha = 0^\circ$), то

$$X = H \frac{x}{f}; \quad Y = H \frac{y}{f}.$$

Пространственная система координат применяется при определении положения точек местности по стереоскопической паре снимков. Начало системы координат совмещают с точкой фотографирования левого аэроснимка или с какой-либо опорной точкой.

В идеальном случае аэрофотосъемки, когда базис и аэроснимки горизонтальны и одноименные оси X и x , Y и y , Z и z взаимно параллельны, формулы связи имеют следующий вид:

$$X = B \frac{x}{p}; \quad Y = B \frac{y}{p}; \quad Z = -B \frac{f}{p},$$

где B — базис фотографирования;

f — фокусное расстояние фотокамеры АФА;

p — продольный параллакс.

Если аэроснимки плановые, т. е. имеют наклон до 3° , и стереопара, следовательно, не соответствует идеальному случаю аэрофотосъемки, то зависимости между координатами соответственных точек местности и снимка становятся более сложными. На прак-

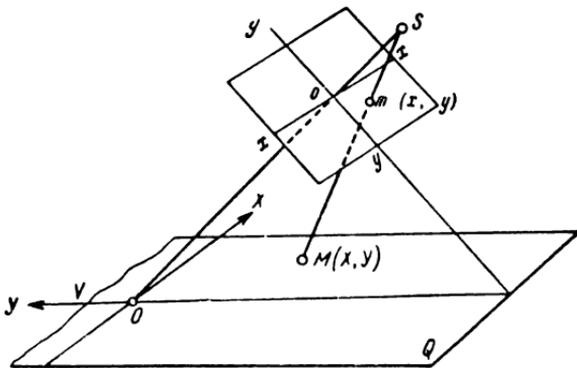


Рис. 54

тике результаты измерений плановых аэроснимков часто приводят к идеальному случаю аэрофотосъемки, а затем координаты точек местности вычисляют по приведенным выше формулам.

КОЭФФИЦИЕНТ ЗЕМНОЙ РЕФРАКЦИИ — коэффициент, на который нужно умножить угловую величину $\frac{s}{2R}$, чтобы получить величину угла земной рефракции (см. *Рефракция вертикальная*); s — расстояние между точками земной поверхности и R — земной радиус. Для приземного слоя воздуха при *температурном градиенте* $\gamma = -0,0098^\circ/\text{м}$ коэффициент рефракции может быть подсчитан по формуле

$$k = 16,31 \frac{p}{(273^\circ + t)^2},$$

где t — температура воздуха по шкале Цельсия; p — атмосферное давление, выраженное в миллиметрах ртутного столба.

Для горных районов, когда луч света проходит на больших высотах и температурном градиенте $\gamma = -0,0065^\circ/\text{м}$, нормальный стандартный коэффициент рефракции может быть вычислен по формуле

$$k = 18,56 \frac{p}{(273^\circ + t)^2}.$$

КОЭФФИЦИЕНТЫ a и b — коэффициенты при неизвестных поправках абсцисс ξ и поправках ординат η в уравнениях поправок для измеренных в геодезической сети направлений и углов, уравниваемых по способу поправок координат. Если уравнение поправок для направления с пункта 1 на пункт 2 имеет вид

$$-\Delta z_1 \mp a_{1.2} \xi_1 \mp b_{1.2} \eta_1 - a_{1.2} \xi_2 - b_{1.2} \eta_2 \mp l_{1.2} = v_{1.2}$$

и неизвестные ξ и η выражаются в дециметрах, расстояния — в километрах и поправки направлений v — в секундах, то коэффициенты a и b вычисляются по формулам

$$a_{1.2} = 20'',63 \frac{\sin \alpha_{1.2}}{s_{к.м.}}$$

$$b_{1.2} = -20'',63 \frac{\cos \alpha_{1.2}}{s_{к.м.}}$$

где $\alpha_{1.2}$ — дирекционный угол направления 1.2 и $s_{к.м.}$ — расстояние между пунктами, выраженное в километрах.

КРОКИ — глазомерная схема местности, на которой показываются элементы местности, специальные точки и ориентиры, важные для решения данной конкретной задачи. В нужных случаях К. сопровождаются описаниями с указанием расстояний, азимутов и зарисовкой ориентиров.

КРУГ СКЛОНЕНИЙ — см. Небесная сфера.

КРУТИЗНА СКАТА — угол, образуемый направлением ската с горизонтальной плоскостью. К. с. на топографической карте определяется по шкале заложений или вычислением по формуле

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

где α — крутизна ската, h — высота верха ската над его основанием, d — заложение ската.

К. с., не превышающую $20-25^\circ$, обычно вычисляют по приближенной формуле

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

КУЛЬМИНАЦИЯ СВЕТИЛА — см. Небесная сфера.

КУРВИМЕТР — прибор для измерения расстояний по карте (рис. 55). Внизу прибора имеется колесико, соединенное системой передач со стрелкой. При движении колесика по измеряемой линии

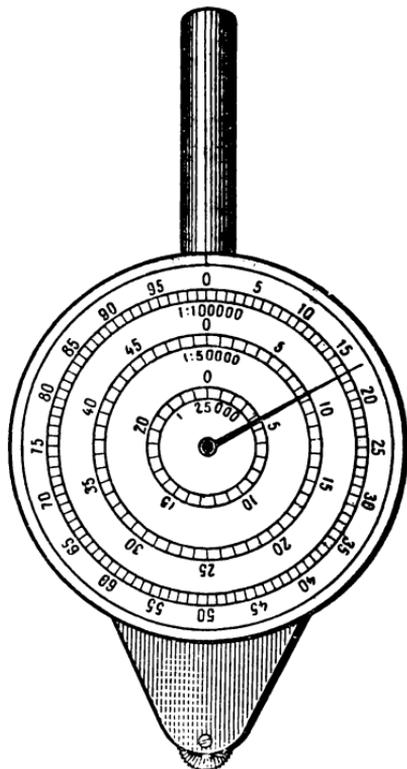


Рис. 55

стрелка передвигается и указывает по шкале на циферблате пройденное колесиком расстояние в масштабе карты; при этом стрелка перед началом измерений должна быть установлена на нулевой штрих шкалы. Перед применением К. следует проверить, измерив им на карте прямую линию известной длины. Точность измерений К. порядка 1—2% длины линии.

Л

ЛАПЛАСА АЗИМУТ — см. *Азимут геодезический*.

ЛАПЛАСА ПУНКТ — см. *Азимут геодезический*.

ЛЕГЕНДА в картографии — совокупность условных знаков, примененных на той или иной карте (листе карты), и пояснений к ним. Л. в военной топографии — текстовая пояснительная записка, в которую обычно включают такие сведения, которые не могут быть выражены графически, а также различного рода обобщенные характеристики и выводы. В обоих случаях Л., как правило, помещается на полях карты и, как исключение, на обороте.

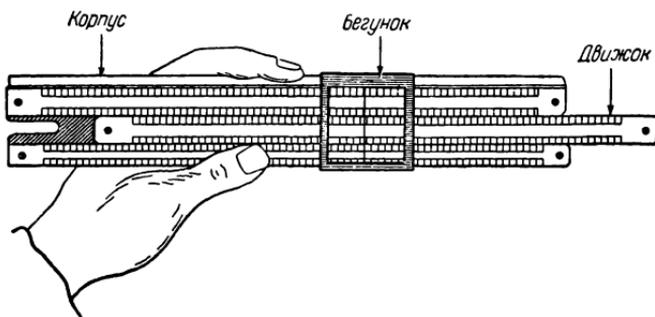


Рис. 56

ЛИНЕЙКА ЛОГАРИФИЧЕСКАЯ — портативный вычислительный прибор, которым широко пользуются, когда результат достаточно знать с двумя-тремя значащими цифрами. На Л. л. могут производиться все действия над числами, кроме сложения и вычитания.

Л. л. делятся на обыкновенные и специальные. Обыкновенная Л. л. состоит из трех частей: корпуса, подвижной рейки — «движка» и подвижного указателя — «бегунка» (рис. 56). На лицевой стороне корпуса и на обеих сторонах движка нанесены логарифмические шкалы. Движок можно вынуть и затем вставить в пазы корпуса так, чтобы на лицевой стороне оказались нужные шкалы. Шкалы обыкновенной Л. л. (рис. 57) имеют уравнения, показанные в таблице.

В уравнениях шкал коэффициенты M , $\frac{M}{2}$ и $\frac{M}{3}$ являются модулями и шкал, т. е. длиной прямолинейного отрезка, который на шкале соответствует логарифмической единице; например, модуль основной шкалы A обыкновенной 25-сантиметровой Л. л. равен $M = 25,000$ см. Малые буквы a, b, c, d, \dots, t обозначают подписи штрихов на шкалах; например, на основной шкале A

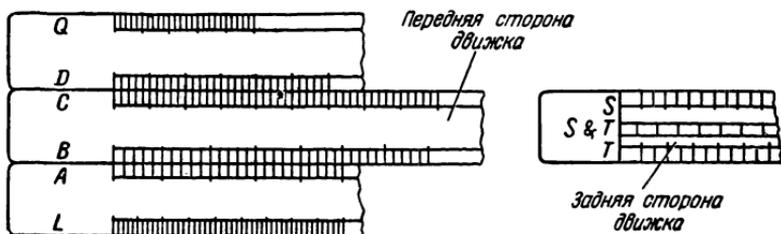


Рис. 57

Название шкал	Обозначения шкал	Уравнения шкал
Шкала кубов чисел	Q	$y = \frac{M}{3} \lg q$
» квадратов чисел	D	$y = \frac{M}{2} \lg d$
» квадратов »	C	$y = \frac{M}{2} \lg c$
» чисел	B	$y = M \lg b$
» чисел	A	$y = M \lg a$
» логарифмов чисел	L	$y = M l$
» синусов углов	S	$y = M \lg \sin s$
» синусов и тангенсов малых углов	ST	$y = M \lg \frac{1}{2} (\sin \alpha + \tg \alpha)$
» тангенсов углов	T	$y = M \lg \tg t$

начальный штрих подписан цифрой 1, а конец отрезка длиной $M \lg a = 25 \lg 2 = 25 \times 0,301 = 7,525$ см подписан цифрой 2.

Имеются также обыкновенные Л. л. с модулем основных шкал 50 см и 12,5 см (карманная).

Действие умножения чисел на Л. л. основывается на равенстве $\lg(ab) = \lg a + \lg b$ или после умножения обеих частей этого равенства на модуль $M \lg(ab) = M \lg a + M \lg b$ и выполняется путем сложения отрезков $M \lg a$ и $M \lg b$. Это сложение производится при помощи шкал чисел на корпусе и движке, имеющих одинаковый

модуль, т. е. шкалы A и B (рис. 58). Несколько с меньшей точностью умножение можно производить на шкалах C и D . Схематически действие умножения чисел a и b может быть записано в виде схемы (рис. 59, слева), которая может быть прочтена так: «Со штрихом a на шкале A совмещается передвижением движка начало (штрих 1) шкалы B , затем волосок бегунка устанавливается на штрих b шкалы B , и на шкале A прочитывается по волоску произведение ab ». Если произведение ab получается за концом шкалы A , то умножение выполняется по схеме, показанной на рис. 59, справа. Аналитически последнему приему умножения соответствует результат $\frac{ab}{10}$, что не изменяет значащих цифр результата.

Действия деления $\frac{a}{b}$, возведения числа a в квадрат и куб показано на рис. 60.

При прочтении чисел на шкалах необходимо учитывать, что первой значащей цифрой числа является та, которой подписан левый конец данного интервала шкалы; например, числа 101;

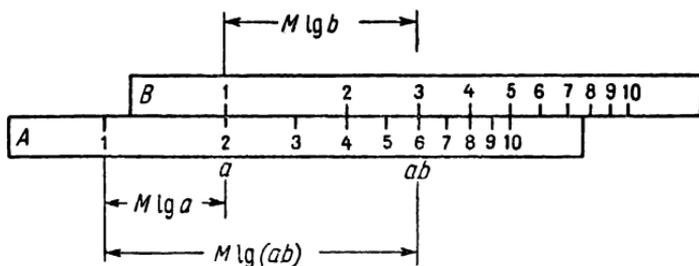


Рис. 58

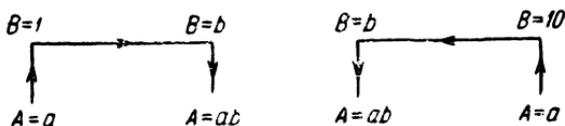


Рис. 59

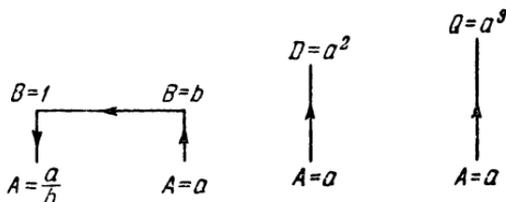


Рис. 60

0,0122; 19,9 читаются на отрезке, подписанном крупными цифрами 1 и 2, числа 0,250; 2,50 читаются на отрезке 2—3 и т. д.

Действия с тригонометрическими функциями синуса и тангенса выполняются совершенно аналогично действиям с числами. При

вычислениях со шкалой тангенсов (T) и углах, больших 45° , пользуются равенством

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} (90^\circ - \alpha)},$$

например,

$$\operatorname{tg} 80^\circ = \frac{1}{\operatorname{tg} 10^\circ}.$$

Логарифмы синусов и тангенсов углов от $0^\circ 34',4$ до $5^\circ 43',5$ изображены на шкале ST . Углы, меньшие $0^\circ 34',4$, увеличивают в нужное число раз: в 2, 10 или 100 раз, учитывая это увеличение при установлении окончательного результата.

В геодезических вычислениях применяются специальная линейка МГМ (конструкции военных геодезистов Максимова А. К., Герасимова И. М. и Митина А. И.) и линейка ВТС, разработанная военным геодезистом Гайдаевым П. А. Эти линейки имеют такое же устройство, как и обыкновенная 25-сантиметровая, но шкалы на них нанесены применительно к наиболее часто встречающимся действиям в геодезических вычислениях.

ЛИНЕЙКА СИНУСНАЯ (ПРОПОРЦИОНАЛЬНАЯ) — линейка со скошенным краем, служащая для измерения малых расстояний между двумя точками и проведения параллельных линий на больших расстояниях одна от другой. Один край Л. с. скошен под углом $5^\circ 44',4$, синус которого равен 0,1, поэтому сдвиг Л. с. вдоль края обычной линейки на 1 см соответствует сдвигу скошенного ее края параллельно самому себе на 1 мм. На рис. 61 Л. с., сдвинутая на 2 см, показана пунктиром. Небольшие отрезки при помощи Л. с. измеряются точнее, чем циркулем.

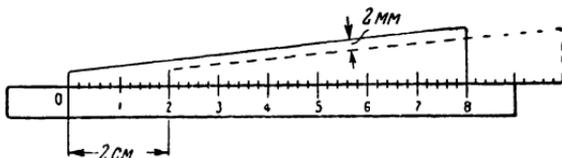


Рис. 61

ЛИНИИ ПОЛОЖЕНИЯ — применяемые в навигационных определениях линии, все точки которых характеризуются одним и тем же, только им присущим, свойством (параметром). Л. п. прокладываются на картах для определения местоположения корабля, самолета и т. п., при этом параметры Л. п. определяются из навигационных измерений. См. *ортодромия, локсодромия, равных азимутов линия, равных расстояний линия, равных разностей расстояний линия.*

ЛИЧНАЯ РАЗНОСТЬ, ИЛИ ЛИЧНОЕ УРАВНЕНИЕ, — разность между точным значением местного времени и значением его, полученным астрономом по наблюдениям небесных светил. Л. р. возникает в силу свойств наблюдателя упреждать или запаздывать в определении момента прохождения изображения звезды через визирную нить зрительной трубы. Величина Л. р. зависит также от метода наблюдений и качества инструмента. При определении момента прохождения звезды через нить со счетом ударов хроно-

метра по слуху, (метод «глаз — ухо») Л. р. обычно выражается в десятых долях секунды, а при применении для наблюдений астрономических способов уменьшается до 0,03—0,04.

При астрономических определениях Л. р. дважды определяется на основном астрономическом пункте: до и после полевых наблюдений на определяемых пунктах. Поправка за Л. р. обычно вводится как среднее из двух ее определений.

ЛОКСОДРОМИЯ — линия на поверхности земного шара или эллипсоида, пересекающая меридианы под одним и тем же углом. Различают «истинную локсодромию», связываемую с истинными (географическими) меридианами, и «магнитную локсодромию»,

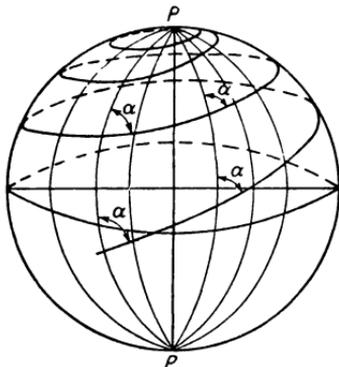


Рис. 62

пересекающую магнитные меридианы. В общем случае Л. представляет собой спираль (рис. 62), приближающуюся с каждым оборотом к полюсу, но не достигающую его. На карте в прямой равноугольной цилиндрической проекции (проекция Меркатора) Л. изображается прямой линией. Географические меридианы и параллели являются локсодромами.

Л. в навигации используется при расчете и прокладке пути на небольшие расстояния и при выдерживании заданного курса по магнитному компасу.

Уравнение Л. в географических координатах φ и λ , проходящей

через точку эллипсоида с координатами (φ_1, λ_1) и пересекающей меридианы под одним и тем же азимутом α , имеет вид

$$\lambda - \lambda_1 = \frac{\rho}{M} \operatorname{tg} \alpha (\lg U - \lg U_1),$$

где

$$\lg U = \lg \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) - M (e^2 \sin \varphi + \frac{1}{3} e^4 \sin^3 \varphi + \frac{1}{5} e^6 \sin^5 \varphi + \dots);$$

$$U = \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \left(\frac{1 - e \sin \varphi}{1 + e \sin \varphi} \right)^{\frac{e}{2}};$$

формулы для $\lg U_1$ и U_1 — точно такие же, но с аргументом φ_1 ; ρ — величина радиана, выраженного в той же мере, что и $(\lambda - \lambda_1)$; $M = 0,4342945$ — модуль перехода от натуральных логарифмов к десятичным ($\lg x = M \ln x$); e — эксцентриситет меридианного эллипса (для эллипсоида Красовского $e = 0,08181334$).

Приняв в приведенных формулах эксцентриситет $e = 0$, получим уравнение Л. на поверхности шара:

$$\lambda - \lambda_1 = \frac{\rho}{M} \operatorname{tg} \alpha \left[\lg \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) - \lg \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi_1}{2} \right) \right].$$

Величины

$$\frac{\rho}{M} \lg U = D$$

называются меридианными частями и даются в специальных таблицах. С величинами D уравнение Л. примет вид

$$\lambda = (D - D_1) \operatorname{tg} \alpha + \lambda_1.$$

Длина S дуги Л., заключенной между точками с координатами (φ_1, λ_1) и (φ_2, λ_2) , может быть найдена по формуле

$$S = R \frac{(\varphi_2 - \varphi_1)}{\rho} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} = R \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\rho} \cdot \frac{\cos \varphi_m}{\sin \alpha},$$

где ρ — величина радиана в той же мере, что и $(\varphi_2 - \varphi_1)$;

$$\varphi_m = \frac{1}{2} (\varphi_2 + \varphi_1);$$

величину R обычно принимают равной радиусу шара, поверхность которого равновелика поверхности земного эллипсоида (для эллипсоида Красовского $R = 6\,371\,116$ м). Сравнение элементов дуг Л. и ортодромии, проходящих через одни и те же две точки, см. в статье *Ортодромия*.

М

МАГНЕТИЗМ ЗЕМНОЙ — совокупность явлений, определяющих существование вокруг Земли магнитного поля. Под действием магнитного поля свободно подвешенная магнитная стрелка в каждой точке поверхности Земли устанавливается в направлении, совпадающем с направлением силовых линий этого поля (с направлением магнитного меридиана). Точки пересечения магнитных меридианов, называемые магнитными полюсами Земли, не совпадают с географическими полюсами и расположены в глубине Земли (на 1964 г. положение северного магнитного полюса — 75° с. ш. и $259^\circ, 2$ в. д., южного — $67^\circ, 8$ ю. ш. и 140° в. д.). Все элементы М. в. испытывают периодические колебания с суточным и годовым ходом, а также от года к году — вековые колебания (см. еще *Магнитная аномалия*). Наблюдения за изменениями магнитного поля Земли осуществляются службой земного магнетизма.

МАГНИТНАЯ АНОМАЛИЯ — резкое отклонение величин магнитного склонения и наклона в различных районах поверхности Земли от их средних значений, которые должны были бы быть в этих районах при отсутствии аномалий. Ряд М. а. объясняется залеганием пород, содержащих железные руды.

Различают местные (локальные) М. а., распространяющиеся на области протяжением менее 500 км, и региональные протяженностью более 500 км. На территории Советского Союза имеется ряд

локальных и региональных М. а.: Курская, Криворожская, Магнитогорская, Хибинская, аномальная зона между городами Псков — Вязьма — Москва — Владимир — Иваново, аномальная зона от Одессы на Винницу, а также в районе Хинганских гор и в других местах. Курская М. а. — самая значительная, где склонение меняется на $130-170^{\circ}$ на расстоянии одного-двух километров.

Пользование магнитным компасом в районах М. а. сопряжено с риском потери ориентировки.

Районы М. а. показываются на топографических картах, а также специальных картах и схемах.

МАГНИТНЫЕ БУРИ — значительные колебания магнитного поля Земли, вызывающие возмущения магнитной стрелки компаса.

М. б. одновременно могут наблюдаться на огромных пространствах, иногда на всей земной поверхности, но с особой напряженностью они протекают в Заполярье, где возмущения магнитной стрелки достигают 10° и более, и могут продолжаться несколько суток. Период наиболее сильных колебаний продолжается обычно несколько часов и чаще приходится на ночное время. М. б., как правило, совпадают с появлением полярных сияний, гроз, землетрясений и более часты и сильны в периоды усиления солнечной активности, наблюдающейся через каждые 11 лет.

МАКЕТ МЕСТНОСТИ — рельефная модель местности с основными неровностями и местными предметами, изображенными на крупномасштабной топографической карте, имеющейся в войсках.

Горизонтальные масштабы М. м. применяются от $1:5\,000$ до $1:50\,000$; вертикальные масштабы всегда крупнее горизонтальных от 10 — для равнинной до $5-2$ раз — для холмистой и горной местности.

М. м. изготавливают на ровной, обложенной досками площадке или в ящике с песком, ориентированном по сторонам горизонта. На карте очерчивают участок для М. м., поднимают основные формы рельефа и местные предметы, намеченные к изображению на макете. На высоте $15-20$ см над макетом натягивают из проволоки или шпагата нити и оцифровывают их в соответствии с линиями координатной сетки. Приняв плоскость сетки квадратов за ровную поверхность надлежаче выбранной абсолютной высоты, помечают колышками или кучками песка основные высоты и характерные линии рельефа, по которым создают макет рельефа. Местные предметы обозначают окрашенными деревянными макетами, растительность — окрашенными опилками, мхом, дороги — битым кирпичом, тесьмой, мосты — фанерными дощечками и т. д. Подписи выполняют на полосках сложенной вдвое плотной бумаге, с двух сторон, и укрепляют в расщелах колышков.

МАЛОТИРАЖНЫЕ СПОСОБЫ ПЕЧАТАНИЯ — способы печатания, позволяющие размножить какой-либо оригинал в количестве двух-трех сотен экземпляров. По технологическим особенностям такие способы могут быть разделены на две группы: *п о л и г р а ф и ч е с к и е* и *ф о т о г р а ф и ч е с к и е*. В полиграфических способах изображение передается на бумагу краской с печатной формы под давлением. При фотографических способах изображение получается с негативов или диапозитивов на бумагах, имеющих светочувствительный слой.

Выбор того или иного М. с. п. определяется конкретными условиями его применения. При наличии электроэнергии и возможности применить сложную аппаратуру, могут быть применены способы:

Фотомеханический, электрофотографический, офсетный и др. Простыми способами, не требующими сложного оборудования, являются гектография, трафаретная печать и др.

В настоящее время из полиграфических способов в картографической практике преимущественно применяется гектография, а из фотографических — печать на бромосеребряных и диазотипных бумагах. Возможно также использование и других М. с. п.: стеклографии, ротаторной печати, печати с форм, изготовленных на пластмассах и фотоматериалах (фотобумагах, фотопленках и фотоластинках). Перспективен сравнительно новый способ электрофотографии.

Используются М. с. п. обычно для издания в походных условиях в ограниченные сроки специальных карт и топографических документов со штриховых и полутоновых оригиналов.

МАРШРУТЫ КАРКАСНЫЕ — аэросъемочные маршруты, выполняемые с целью построения по ним сети опорных точек для маршрутов площадной аэрофотосъемки при создании карт масштаба 1 : 100 000, а в горных районах — и масштаба 1 : 50 000. Расстояния между М. к. устанавливаются в зависимости от масштаба создаваемой карты и физико-географической характеристики района съемки. М. к., параллельные маршрутам площадной аэрофотосъемки, прокладываются обычно по рамкам двойных съемочных трапеций, а в перпендикулярном направлении — по рамкам каждой трапеции.

Наличие М. к. существенно сокращает объем геодезических работ, так как полевыми опорными точками достаточно обеспечить только эти маршруты. Опорные точки для маршрутов площадной аэрофотосъемки получают камерально путем построения по М. к. пространственной фототриангуляционной сети на фотограмметрических приборах.



Рис. 63

МАСШТАБ. 1. Масштаб карты или плана — степень уменьшения горизонтальных расстояний на местности при изображении их на карте или плане. М. к. выражают линейным или численным масштабом (см. еще *Масштаб карты*).

2. Масштаб **линейный** — отрезок прямой, разделенный на равные части, концы которых подписаны значениями соответствующих расстояний на местности. Линейная мера основной доли М. л. называется **основанием масштаба**, а расстояние на местности, соответствующее основанию масштаба, — **величиной масштаба**. На рис. 63 показан линейный масштаб карты 1 : 50 000; основание масштаба — 1 см, величина масштаба — 500 м.

3. Масштаб **численный** — дробь с числителем единица и знаменателем, равным кратности уменьшения горизонтальных расстояний при изображении их на карте или плане.

4. Масштаб поперечный — график для точного измерения и откладывания расстояний на карте (рис. 64). М. п. обычно гравируют на металлических линейках, называемых масштабами. М. п. с основанием 2 см, на котором подписанные цифры означают целые, десятые и сотые доли основания, называется нормальным поперечным масштабом. На рис. 64

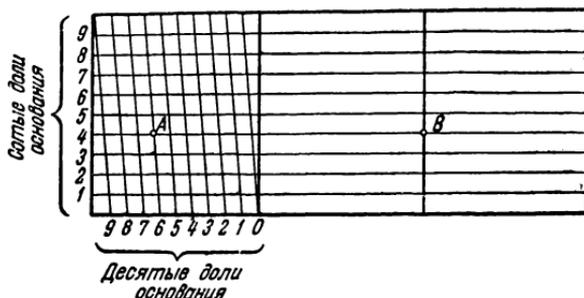


Рис. 64

отрезку AB нормального поперечного масштаба соответствует: для масштаба 1 : 100 000 — 3280 м, для масштаба 1 : 50 000 — 1640 м и для масштаба 1 : 25 000 — 820 м.

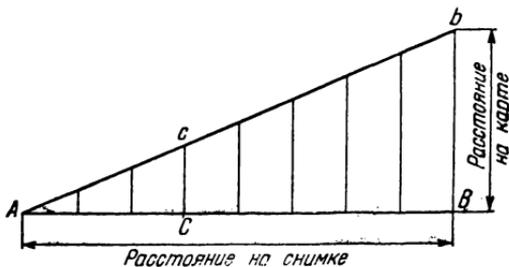


Рис. 65

5. Масштаб клиновой (пропорциональный) — график для перевода расстояний из одного масштаба в другой. М. к. обычно применяется при переносе расстояний с аэроснимка на карту. Для построения М. к. на прямой откладывают отрезок AB (рис. 65), взятый на аэроснимке между предметами, изображенными и на карте; отрезок Bb между этими же предметами на карте откладывают на прямой Bb , перпендикулярной к AB . Точки A и b соединяют прямой. Если отложить от точки A какой-либо отрезок AC , взятый на аэроснимке, то отрезок Cc , параллельный Bb и заключенный между точкой C и прямой Ab , будет искомым расстоянием в масштабе карты.

6. Масштаб времени (или шагов) — линейный масштаб, подписи делений которого даны не в километрах или метрах, а в промежутках времени (в шагах), которое затрачивается на проезд

или переход соответствующих расстояний. Основанием M . в. выбирается расстояние, проходимое в минуту или целое число минут, а для M . шагов — расстояние, соответствующее 100 или целому числу сотен шагов.

7. Масштаб частный и масштаб главный — см. *Картографические проекции и Масштаб карты*.

МАСШТАБ АЭРОСНИМКА — отношение длины линии на аэроснимке к длине соответствующей линии на местности. Аэроснимки подразделяются на горизонтальные; плановые и перспективные (см. *Аэроснимок*).

Масштаб горизонтального аэроснимка плоской без ската местности полностью соответствует определению, т. е.

$$\frac{1}{m} = \frac{\overline{ab}}{AB} = \frac{f}{H},$$

где m — знаменатель численного M . а.;
 \overline{ab} и AB — длина соответственных линий на аэроснимке и местности (рис. 66);

f — фокусное расстояние АФА;
 H — высота фотографирования.

Масштаб планового аэроснимка вследствие малости угла наклона практически незначительно отличается от масштаба горизонтального аэроснимка и принимается равным также $\frac{1}{m} = \frac{f}{H}$.

Ошибка значения масштаба планового аэроснимка, вычисленного по этой формуле, будет в среднем около 3% его величины. M . а. может быть также определен сравнением соответственных расстояний на аэроснимке и карте или на аэроснимке и местности. В первом случае знаменатель масштаба будет

$$m = \frac{l_k}{l_a} M,$$

во втором

$$m = \frac{l_m}{l_a},$$

где l_k , l_m и l_a — соответственные расстояния на карте, местности и аэроснимке, M — знаменатель численного масштаба карты.

Масштаб перспективного аэроснимка постоянен только по горизонталям и определяется по формуле

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H} \left(\cos \alpha - \frac{y}{f} \sin \alpha \right),$$

где α — угол наклона аэроснимка;
 y — ордината соответствующей горизонтали.

Поскольку ординаты y для разных горизонталей различны, то различны и масштабы по ним. По произвольному направлению

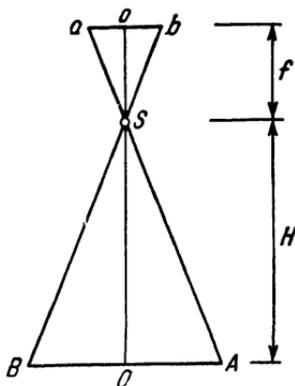


Рис. 66

М. п. а. различен в каждой точке. Наглядное представление об изменении М. п. а. может быть получено из рис. 34 (см. *Искажения изображений на аэроснимке*): равным отрезком ab и cd на аэроснимке соответствуют различные по величине линии AB и CD на местности, и только по горизонтали h_0, h_c , проходящей через точку нулевых искажений, М. п. а. равен масштабу планового.

МАСШТАБ АЭРОФОТОСЪЕМКИ — среднее значение масштаба аэроснимков сфотографированного района. Знаменатель m_ϕ М. а. рассчитывают по формуле

$$m_\phi = \frac{H_\phi}{f},$$

где H_ϕ — высота фотografiрования, f — фокусное расстояние фотокамеры.

Масштаб отдельных аэроснимков может отличаться от М. а. вследствие возможных колебаний высоты фотografiрования, а также из-за различия абсолютных высот в разных частях снимаемого района, но это различие обычно небольшое и не превышает 5% величины М. а.

МАСШТАБ КАРТЫ — отношение длины линии на карте к длине горизонтального проложения соответствующей ей линии на местности. М. к. постоянен только на *картах топографических*. На мелкомасштабных географических картах он различен в разных точках и изменяется, за исключением равноугольных проекций, в зависимости от направления. На таких картах подписывается обычно лишь главный масштаб, являющийся степенью общего уменьшения земного эллипсоида при изображении его на плоскости. На картах, охватывающих большие пространства и имеющих значительные отклонения частных масштабов от главного, указываются точки или линии картографической сетки, сохраняющие главный масштаб.

МЕЖЕНЬ — наиболее устойчивый уровень воды в реке, когда река питается главным образом грунтовыми водами. У равнинных рек межень — летом, у горных — зимой.

МЕНЗУЛА — чертежный столик, применяемый в комплекте с *кипрегелем* при топографической съемке. Состоит из квадратной доски (планшета), треноги и механизма, посредством которого планшет скрепляется с треногой (см. рис. 43). Для ориентирования по азимуту планшет можно вращать вокруг вертикальной оси треноги на 360° . К планшету прикрепляют бумагу, на которой соответствующими условными знаками изображают снимаемую местность. Топографическая съемка, выполняемая с помощью мензулы и кипрегеля, называется *мензальной съемкой*.

МЕНЗУЛЬНАЯ СЪЕМКА — вид топографической съемки, выполняемой непосредственно в поле при помощи мензулы и кипрегеля. Для этого на чистом листе бумаги сначала графическим способом строят *съемочную сеть*, затем с точек съемочной сети и с дополнительных точек, называемых *переходными*, производят съемку элементов местности. Расстояния до снимаемых объектов определяют дальномером кипрегеля, а превышения h вычисляют по формуле

$$h = D \operatorname{tg} \alpha + k - l + r,$$

где D — расстояние до определяемой точки; α — угол наклона направления визирования на рейку, измеряемый кипрегелем;

h — высота инструмента от земли до горизонтальной оси вращения трубы кипрегеля; l — длина рейки от основания до точки визирования на нее; g — поправка за кривизну Земли и рефракцию.

При углах наклона α более 3° в отсчетное по рейке расстояние вводится поправка δ за приведение к горизонту, определяемая по формуле $\delta = -D \sin^2 \alpha$ и выбираемая обычно из таблиц.

Результатом М. с. является оригинал карты, вычерченный в карандаше. В настоящее время М. с. для картографирования применяется редко, лишь в случаях, когда не представляется возможным произвести *аэрофотосъемку*. Однако она не утратила своего значения, поскольку при *аэрофотогеографической съемке* комбинированным методом рельеф снимается мензульным способом.

МЕНЗУЛЬНЫЙ ХОД — ход, прокладываемый для определения положения точек съемочной сети при *мензуральной съемке* на закрытых участках местности, где нет возможности развить *геометрическую сеть*. М. х. прокладывается между точками съемочной сети. Трасса хода выбирается с таким расчетом, чтобы точек поворота было возможно меньше, а расстояния между точками были возможно длиннее. Положение точек хода определяется графически на мензуральном планшете полярным способом последовательно, т. е. каждая нанесенная на планшет точка служит исходной для определения следующей. Расстояния и превышения между соседними точками хода определяются кипрегелем.

Длина М. х. допускается не свыше 10 см в масштабе съемки. Невязки хода, не превышающие установленных допусков, распределяются на все точки хода, линейная — пропорционально удалению точек от начала хода, высотная — пропорционально длинам сторон хода. После устранения невязок каждая точка М. х. служит точкой съемочной сети.

Если по условиям местности требуется проложить ход длиннее установленного допуска, то вместо М. х. прокладывается теодолитный ход (см. *Полигонометрия*).

МЕРИДИАН 1. Астрономический (истинный) — любая воображаемая линия на земной поверхности, все точки которой имеют одну и ту же *астрономическую долготу*. Плоскостью астрономического (истинного) М. точки земной поверхности называется плоскость, проходящая через направление отвесной линии в этой точке и в общем случае параллельная оси вращения Земли; если направление отвесной линии пересекает ось вращения Земли, то плоскость истинного меридиана проходит через ось вращения Земли.

2. М. небесный — большой круг *небесной сферы*, проходящий через полюсы мира и зенит данной точки земной поверхности. Если центр небесной сферы расположить в точке земной поверхности, то плоскости истинного и небесного меридианов этой точки совпадут.

3. М. геодезический — любая воображаемая линия на земной поверхности, все точки которой имеют одну и ту же *геодезическую долготу*. На поверхности *референц-эллипсоида* геодезический М. — линия сечения референц-эллипсоида плоскостью, проходящей через нормаль к его поверхности в данной точке и его малую ось.

4. М. географический (земной) — общее наименование астрономического (истинного) и геодезического меридианов, имеющих одну и ту же долготу. Линии астрономического и той же долготы геодезического меридианов не совпадают между собой по причине *уклонения отвесных линий* от нормалей к референц-эллипсоиду.

тели — параллельными прямыми, перпендикулярными линиям меридианов; при постоянной разности широт расстояния между линиями параллелей увеличиваются с удалением от экватора к полюсам (рис. 68). Оба полюса изображаются прямыми линиями. Частный масштаб M . п. не зависит от направления и является функцией только широты точки. В таблице показаны значения частного

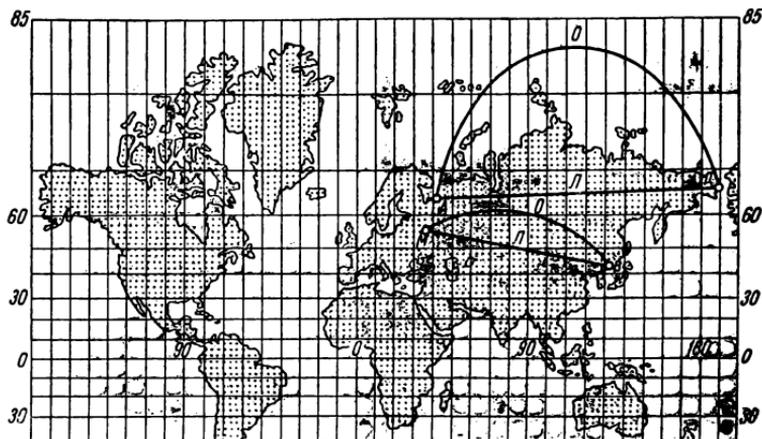


Рис. 68. Проекция Меркатора

Длины сохраняются на экваторе (касательный цилиндр) или на двух данных параллелях (секунций цилиндр). Кривые O — изображения ортодромий, прямые L — изображения локсодромий

масштаба μ (масштаба длин) и масштаба площадей p для проекции на касательном цилиндре.

Широта φ	Масштаб длин μ	Масштаб площадей p
0°	1,000	1,000
30	1,155	1,333
60	2,000	4,000
90	∞	∞

Если за ось абсцисс x принять изображение начального меридиана, а за ось ординат y — изображение экватора, то формулы М. п. для шара радиуса R будут:

$$x = \frac{R \cos \varphi_0}{M} \lg \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right);$$

$$y = R \cos \varphi_0 \frac{\lambda}{\rho}; \quad \mu = \frac{\cos \varphi_0}{\cos \varphi}; \quad p = \mu^2;$$

для эллипсоида

$$x = \frac{r_0}{M} \lg U; \quad y = r_0 \frac{\lambda}{\rho}; \quad \mu = \frac{r_0}{r}; \quad p = \mu^2.$$

В этих формулах

φ и λ — широта и долгота точки, плоские прямоугольные координаты изображения которой равны x и y ;

φ_0 и r_0 — широта и радиус параллели, по которой сохраняются длины, т. е. экватора или параллели сечения;

r — радиус параллели с широтой φ ;

$M = 0,43429448$ — модуль перехода от натуральных логарифмов к десятичным;

ρ — величина радиана, выраженного в той же мере, что и λ ;

$$\lg U = \lg \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) - M \left(e^2 \sin \varphi + \frac{1}{3} e^4 \sin^3 \varphi + \frac{1}{5} e^6 \sin^5 \varphi + \dots \right),$$

где e — эксцентриситет меридианного эллипса (для эллипсоида Красовского $e = 0,08181334$);

$$U = \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \left(\frac{1 - e \sin \varphi}{1 + e \sin \varphi} \right)^{\frac{e}{2}}.$$

Локсодромии в М. п. изображаются прямыми линиями (см. рис. 68), благодаря чему она нашла широкое применение в навигации.

МЕРНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ ПРИБОРЫ — приборы, используемые для непосредственного измерения длин линий на местности путем последовательного их откладывания. Существуют следующие виды М. л. п.

1. **Мерные стальные ленты** длиной 20 и 24 м, при этом и те и другие разделены на 20 частей; для перевода в метры результат измерения 24-метровой лентой умножается на 1,2. Реже применяются в практике стальные ленты длиной 50 и 48 м.

2. **Инварные проволоки** длиной 24 м, входящие в количестве 4 или 6 проволок в комплект базисного прибора.

Измерения производятся по целикам системы Ф. Н. Красовского, устанавливаемым на штативах (рис. 69). Проволока подвешивается на блочных станках системы Ф. Ф. Витрама или ЦНИИГАиК под натяжением 10-килограммовых гирь на обоих концах. Отсчеты производят по шкалам, одновременно по обоим концам проволоки, до 0,1 мм. Точность измерения инварными проволоками достигает 1 : 1 500 000 длины линии.

Длина инварных проволок определяется на 24-метровом компараторе, оборудованном в здании Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК). Компаратор состоит из 9 микроскопов-микрометров, укрепленных на каменных столбах и расположенных на одной горизонтальной прямой. Длина компаратора (расстояние между нульпунктами крайних микроскопов) определяется трехметровым инварным жезлом № 541, ежегодно сравниваемым с платиново-

придьевым метром-эталоном № 28, хранящимся во Всесоюзном научно-исследовательском институте метрологии (ВНИИМ) им. Д. И. Менделеева.

При полевом компарировании рабочей мерной ленты ее длина сравнивается с нормальной лентой, имеющей паспорт с уравнением ее длины.

МЕРЫ ДЛИНЫ. 1. Мера метрическая, единица — метр — расстояние между поперечными штрихами на метре-прототипе № 6 при 0°C , хранящемся в Международном бюро мер и весов в Севре, близ Парижа; в длине световой волны λ красной линии кадмия метр равен $1553164,13 \lambda$ (принято в 1927 г. Генеральной конференцией по мерам и весам). В 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам принято, что в длине волн в вакууме излучения,

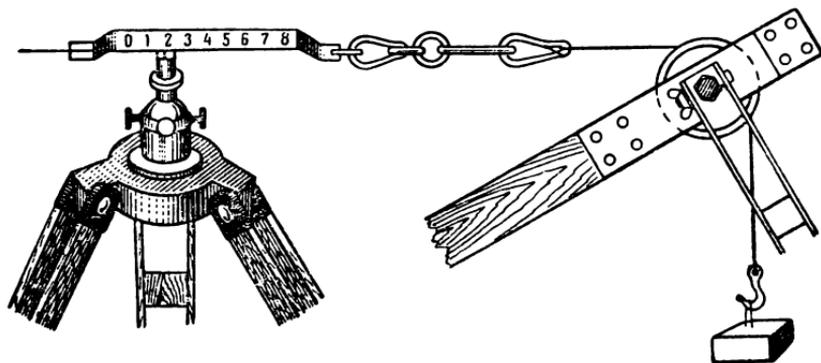


Рис. 69

соответствующего переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона-86 (оранжевая линия в спектре изотопа криптона-86), метр равен $1650763,73$. Государственным эталоном метра в СССР является платиново-иридиевый метр № 28, являющийся копией международного метра-прототипа № 6. Длина четверти земного меридиана с размерами для эллипсоида Красовского 1940 г. равна $10\,002\,137 \text{ м}$.

2. Меры английские, единица — ярд = 3 футам = 36 дюймам = $0,914398 \text{ м}$.

3. Меры астрономические: а) астрономическая единица — среднее расстояние от Земли до Солнца, равное $149,5$ млн. км; б) световой год — расстояние, которое свет проходит за один год, равное $9,46 \cdot 10^{12} \text{ км} = 0,32$ парсеков; в) парсек (параллакс-секунда) — расстояние, при котором наибольший радиус земной орбиты представляется под углом в $1''$; парсек равен $206\,265$ астрономическим единицам, или $3,1 \cdot 10^{13} \text{ км} = 3,3$ световых лет.

МЕРЫ УГЛОВЫЕ. 1. Градусная мера, единица — градус $= \frac{1}{90}$ прямого угла; обозначается значком $^{\circ}$; $1^{\circ} = 60' = 3600''$.

2. Десятичная, или градусная, мера, единица — градус $= \frac{1}{100}$ прямого угла; обозначается символом g ; $1g = 100^c = 10\ 000^{cc} = 0^{\circ},9$.

3. Радианная мера, единица — радиан — центральный угол, опирающийся на дугу, длина которой равна ее радиусу; обозначается буквой ρ ; $\rho = \frac{2}{\pi}$ прямого угла $= 57^{\circ}, 2957795131 = 3437', 7467708 = 206264'', 80625 = 63g, 6619772368$.

4. Часовая мера, единица — угловой час $= \frac{1}{6}$ прямого угла; обозначается буквой h ; $1h = 60^m = 3600^s = 15^{\circ}$.

5. Артиллерийская (деления угломера), единица — деление угломера, условно записываемое 0—01 и равное $3', 6$; прямой угол равен 15—00, т. е. 1500 делениям угломера.

МЕСТНОСТЬ — часть (участок, район) земной поверхности со всеми ее естественными и созданными человеком объектами. Основные топографические элементы М. — рельеф и местные предметы.

В топографии М. классифицируют по характеру рельефа, условиям проходимости, условиям наблюдения и маскировки и по особенностям природных условий.

По характеру рельефа деление М. показано в табл. 1.

Таблица 1

Виды местности по характеру рельефа	Основные характеристики рельефа		
	высоты над уровнем моря, м	относительные высоты на 2 км, м	преобладающая крутизна скатов в градусах
Равнинная	Признак нехарактерный	До 25	До 1
Холмистая	То же	25—200	2—3
Низкогорная	500—1000	200—500	5—10
Среднегорная	1000—2000	500—1000	10—25
Высокогорная	Свыше 2000	Свыше 1000	Круче 25

Кроме сказанного в табл. 1, горная М. характеризуется редкой сетью дорог, быстрым течением рек с резкими колебаниями уровня воды в летнюю пору, возможностью камнепадов, снежных лавин, селевых потоков. В горной М. наблюдаются значительные колебания температуры в течение суток, причем с увеличением высоты температура снижается на $0,5—0,6$ на каждые 100 м. Снеговая граница в средних широтах проходит на высоте 2500—3200 м. На больших высотах часты сильные ветры, туманы, снегопады при сухой и теплой погоде в долинах. С увеличением высоты существенно уменьшается атмосферное давление, причем на высотах 3—4 км возможно заболевание горной болезнью. Мощность моторов снижается примерно на 10% на каждые 1000 м подъема.

Пройодимость (пересеченность) М. — одна из основных тактических ее характеристик — оценивается по степени развития дорож-

ной сети, а вне дорог — по пересеченности М. препятствиями, затрудняющими движение гусеничных машин. По условиям проходимости разделение М. показано в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Характеристика местности	Площадь в процентах, занимаемая препятствиями
Легкопроходимая	10
Проходимая (средне-пересеченная)	20
Труднопроходимая	30
Непроходимая	Недоступна для движения гусеничных машин

По условиям наблюдения и маскировки М. разделяют на открытую, полузакрытую и закрытую и судят о ней по приближенным площадям, занятым естественными масками (лесами, кустарниками, садами, населенными пунктами и т. п.), и площадям, не просматриваемым с командующих высот (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Характеристика местности	Площадь под естественными масками в процентах	Площадь, не просматриваемая с командующих высот в процентах
Открытая	10	25
Полузакрытая	20	50
Закрытая	30	75

По особенностям природных условий различают М. северных районов (Арктика, Заполярье, равнинная и горная тундра), лесную, лесисто-болотистую, степную, пустыни.

М. северных районов характеризуется крайне редкой сетью дорог, обилием поверхностных вод, отсутствием лесов, вечной мерзлотой, большим (до 80—100 см) снежным покровом; обширные районы равнинной тундры летом превращаются в труднодоступные болота. В северных районах часты резкие колебания метеорологических условий и магнитные возмущения.

М. л е с н а я. По возрасту леса подразделяют на молодые, средневозрастные и спелые (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Возраст леса	Высота деревьев, м	Диаметр стволов на высоте груди, см
Молодой	До 4	5—15
Средний	8 и более	Около 20
Спелый	До 30—40	Более 25

По густоте древостоя различают леса густые (кроны сомкнуты), средние (расстояние между кронами порядка их диаметра) и редкие (расстояние между кронами до 5 их диаметров и более).

Грунт в лесу промерзает на меньшую глубину, чем в поле. Снег в густом лесу сходит на 2—3 недели позже, чем в открытом поле.

Пустыни разделяются на песчаные, каменистые, глинистые и солончаковые. Для пустынной М. характерны крайне бедная растительность, почти полное отсутствие наземных вод, малая заселенность, бездорожье, резкие колебания (до 30—40°) температуры в течение суток; движение обычно возможно без дорог, но барханные пески и солончаки труднопроходимы.

МЕСТНЫЕ ПРЕДМЕТЫ — все расположенные на местности географические объекты как естественного (леса, реки, болота и т. д., кроме элементов рельефа), так и искусственного (населенные пункты, отдельные постройки, дороги, каналы, сады и пр.) происхождения. М. п. изображаются на топографических картах соответствующими условными знаками.

МЕСТО ЗЕНИТА (М. з.) — отсчет по вертикальному кругу теодолита, если визирная ось зрительной трубы вертикальна и алидада вертикального круга установлена по ее уровню в положение, которое она занимает при измерении вертикальных углов; обычно пузырьки уровня алидады приводят в нульпункт.

МЕСТО НУЛЯ (М0) — отсчет по вертикальному кругу угломерного инструмента при положении зрительной трубы «круг лево» или «круг право», если визирная ось трубы горизонтальна и алидада вертикального круга установлена по ее уровню в положение, которое она занимает при измерении вертикальных углов; обычно пузырьки уровня алидады приводятся в нульпункт. М0 используется при вычислении углов наклона. По постоянству М0 во время измерений судят об исправности инструмента.

Если штрихи вертикального круга подписаны, например, по ходу или против хода часовой стрелки от 0° до 360° и первые отсчеты производятся по прибору, подписанному цифрой 1 или буквой А, то значение М0 при «круге лево» будет на 180° отличаться от значения М0 при «круге право». При вычислении углов наклона М0 принимается равным одному из его значений. Если диаметрально противоположные штрихи круга подписаны одинаково, то М0 будет одно и то же при «круге лево» и «круге право» (см. еще *Измерение вертикальных углов*).

МЕТР — см. *Меры длины*.

МИКРОСКОП-МИКРОМЕТР — прибор для производства отсчетов по угломерному кругу (рис. 70, а), состоящий из укрепленного на подставке микроскопа 1 и винтового микрометра 2. В фокальной плоскости объектива микроскопа (рис. 70, б) располагаются изображения штрихов лимба, одна или две пары (биссекторы) подвижных нитей 3, перемещающихся при вращении отчетного барабана 4, гребенка 5, служащая для счета полных оборотов барабана, и вырез в гребенке 6, приближенно указывающий нульпункт микрометра. Точным же положением нульпункта является положение оси биссектора, когда он находится в вырезе гребенки при отсчете по барабану, равном нулю делений. Отсчет по М.-м. состоит из прочтения младшего по отношению к нульпункту штриха лимба и измерения дуги лимба от нульпункта до прочтенного младшего штриха. Обычно деления на барабане подписываются так, что при

движении нитей от нуля пункта к младшему штриху лимба мимо индекса 7 проходят деления с возрастающими подписями. Поэтому для измерения доли деления лимба, заключенной между нуля-пунктом и младшим штрихом, достаточно совместить ось биссектора

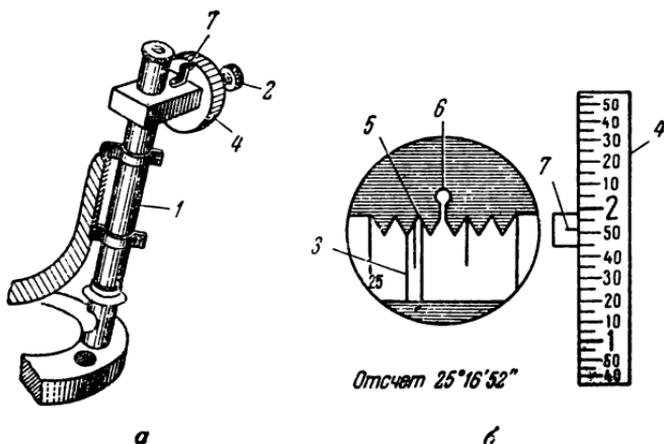


Рис. 70

нитей с младшим штрихом и прочесть отсчет по барабану. При двух биссекторах левый считается основным, а правый — вспомога-тельным, служащим для уточнения отсчета по старшему штриху. На рис. 70 показан отсчет по М.-м. с ценой деления барабана $5''$ и деления лимба $10'$, равный $25^\circ \div 10' \div 1$ оборот барабана $+ 1' 52'' = 25^\circ 16' 52''$.

МИКРОСКОП ШКАЛОВОЙ — прибор для отсчетов по угломерному кругу, состоящий из микроскопа и расположенной в фокальной плоскости его объектива отсчетной шкалы, штрихи которой нарезаны на стеклянной пластинке (рис. 71). Конструктивно длина отсчетной шкалы берется равной величине изображения одного деления лимба и содержит 10 делений. Правый удлиненный штрих шкалы является нуляпунктом, и счет ее делений ведется навстречу возрастанию подписей штрихов на лимбе. На рис. 71 десятиделенная шкала соответствует десятиминутному делению лимба; отсчет равен $30^\circ 16', 5$.

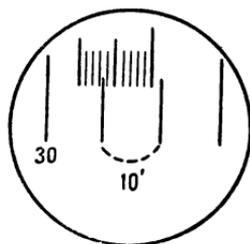


Рис. 71

МИЛЯ — путевая мера расстояний, имеет различные определения: 1) морская миля приближенно равна средней длине дуги в $1'$ земного меридиана, принята равной 1852 м; 2) английская миля (уставная) равна $1609,34$ м; 3) географическая миля равна $7420,439$ м.

МИНУТА (от латинского minutus — малый):

1) $1/60$ доля звездного часа (звездная минута); обозначается $m_{зв}$;

- 2) $1/60$ доля среднего солнечного часа (средняя минута); обозначается $m_{\text{ср}}$;
 3) $1/60$ доля градуса в градусной мере углов; обозначается $'$;
 4) $1/60$ доля углового часа в часовой мере углов; обозначается m ;
 $1^m = 15'$.

МОДЕЛЬ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ — см. *Стереоскопический эффект*.

МОНТАЖ АЭРОСНИМКОВ — соединение смежных аэроснимков в таком порядке, чтобы получился как бы один общий аэроснимок на всю съемочную трапецию или на заданный участок. Если при соединении смежных аэроснимков их к основе не приклеивают и перекрывающиеся части не обрезают, то такой монтаж называется **н а к и д н ы м**.

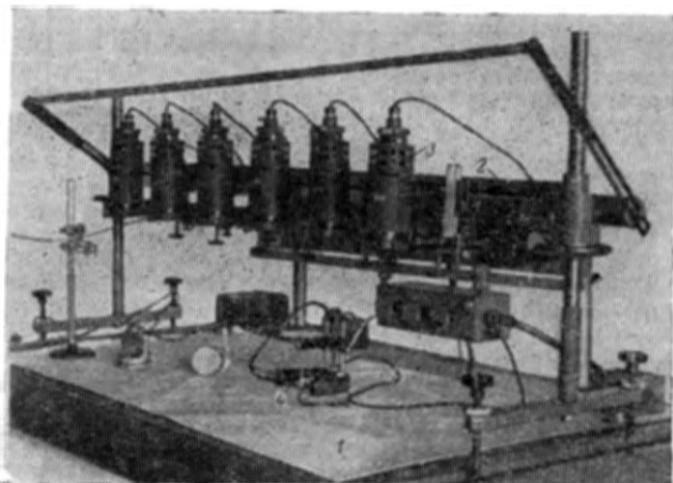


Рис. 72. Мультиплекс шестипроекторный

МОРСКИЕ ПАЛУБНЫЕ ЧАСЫ — точные часы, идущие по среднему времени и сохраняющие постоянство суточного хода при температуре от $+4$ до $+36^\circ \text{C}$. Часы хранят в специальном деревянном футляре и всегда с горизонтально расположенным циферблатом.

М. п. ч. используют при определении астрономических азимутов и проверяют по обычным сигналам точного времени, подаваемым широкоэвещательными радиостанциями. Поправку и ход часов определяют так же, как у хронометра (см. *Хронометр*).

МУЛЬТИПЛЕКС — универсальный фотограмметрический прибор, предназначенный для построения пространственной фототриангуляционной сети по аэроснимкам и рисовки контуров и рельефа (рис. 72). Основными частями М. являются стол с экраном 1, служащим координатной плоскостью XU прибора; станна 2, на которой размещаются проекторы 3, с помощью которых проектируются аэроснимки, и измерительный стол 4, служащий для измерения модели и рисовки контуров

и рельефа. Число проекторов в М. различно — имеются 3-, 6-, 9-, 12-, 18- и 24-проекторные М. Стереоскопическая модель строится при помощи М. способом анаглифии (см. *Анаглифия*).

Основной частью проектора является проектирующая камера. В целях уменьшения габаритов М. размеры проектирующих камер значительно уменьшены по сравнению с размерами камер аэрофотоаппарата, поэтому в них вкладывают не сами аэроснимки, а уменьшенные диапозитивы с них; коэффициент уменьшения k определяется отношением $k = \frac{f_n}{f_k}$, где f_n и f_k — фокусные расстояния проектирующей камеры и камеры аэрофотоаппарата, которым производилась аэрофотосъемка.

Конструкция М. позволяет перемещать камеры в направлении координатных осей X , Y и Z прибора, поворачивать их вокруг главного луча и придавать им наклон в продольном и поперечном направлениях в диапазоне $\pm 7^\circ$. Пользуясь этими движениями, каждую проектирующую камеру можно установить в такое положение, какое занимала камера аэрофотоаппарата в соответствующие моменты фотографирования, т. е. осуществить взаимное ориентирование всех проектируемых аэроснимков.

Взаимно ориентированные аэроснимки проектируются на общий экран, в результате чего получается стереомодель местности всего маршрута, состоящая из одиночных моделей каждой стереопары, составляющих маршрут; по общим точкам они приводятся к одному масштабу. Ориентирование модели относительно системы геодезических координат и определение ее масштаба производится по полевым опорным точкам. Нанесение на планшет точек, включенных в фототриангуляционную сеть, измерение их высот и съемка контуров и рельефа выполняются при помощи измерительного столика, который имеет для этого светящуюся марку, устройство для отсчета фотограмметрических высот точек и карандаш, острие которого находится на одной вертикали с маркой; при наведении марки на точку модели карандаш отмечает ее положение на планшете.

Результатом построения сети на М. является планшет с нанесенными на нем точками фототриангуляционной сети и список их высот. При использовании М. для создания карты на планшете получается вычерченный в карандаше оригинал карты в масштабе модели, а если к измерительному столику присоединен пантограф, то — в заданном масштабе.

М. применяется при создании карты масштабов 1 : 100 000 и 1 : 50 000. Благодаря хорошей транспортабельности 3- и 6-проекторные М. могут быть установлены в походных комплектах фотограмметрических подразделений. Многопроекторные М. используются для построения пространственной фототриангуляционной сети в стационарных условиях.

И

НАВИГАЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ НАЗЕМНЫХ МАШИН — приборы ориентирования, устанавливаемые на боевых, специальных и транспортные машины (гусеничных и колесных).

Комплект Н. п. н. м. обычно включает:

— курсоуказатель — регистрирует направление движения и углы поворота машины;

— датчик пути — регистрирует расстояние, проходимое машиной;

— счетно-решающее устройство — непрерывно (автоматически) преобразовывает курс и расстояние, регистрируемые курсоуказателем и датчиком пути, в прямоугольные координаты;

— курсопрокладчик — планшет с механизмом автоматического вычерчивания на карте пути, проходимого машиной;

— средства исходного (начального) ориентирования машины — угломер, буссоль, хордоугломер и другие инструменты, необходимые для определения курса машины (дирекционного угла продольной оси машины) до начала движения и прямоугольных координат исходного пункта.

Н. п. н. м. оборудованы системой отсчетных устройств, позволяющих в любой момент движения знать курс (дирекционный угол направления движения), угол отклонения от требуемого курса, пройденное расстояние от исходного пункта, расстояние до конечного пункта и текущие прямоугольные координаты места машины.

Отдельные машины в зависимости от их назначения оборудуются частью навигационных приборов (неполным комплектом).

Н. п. н. м. в значительной мере облегчают ориентирование и позволяют в любых условиях местности и видимости выдержать заданное направление и точно выйти в требуемый район.

НАЗЕМНАЯ СТЕРЕОФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА — см. *Фототеодолитная съемка*.

НАКЛОНЕНИЕ МАГНИТНОЙ СТРЕЛКИ — вертикальный угол, образуемый осью магнитной стрелки с горизонтальной плоскостью.

Н. м. с. обусловлено расположением магнитных полюсов в глубине Земли. В Северном полушарии вниз наклоняется северный конец стрелки, а в Южном — южный. По мере приближения к магнитным полюсам Н. м. с. увеличивается, достигая в полюсах 90° . Влияние Н. м. с. на работу компаса устраняется передвижением специального грузика на стрелке.

Характер распределения Н. м. с. по поверхности земного шара изображается на изоклинических картах. **Изоκлина** — линия одинаковых значений Н. м. с. Изоклина, соответствующая Н. м. с. 0° , называется **магнитным экватором**.

НАПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕРЕННОЕ И УРАВНЕННОЕ. 1. **Направление измеренное** — среднее из отсчетов по неподвижному угломерному кругу теодолита при положениях зрительной трубы при круге лево и круге право. В геометрическом отношении измеренное направление — дуга лимба (или соответствующий ей угол), заключенная между его нулевым штрихом и тем местом, которое соот-

ветствует среднему из отсчетов. Если при неподвижном лимбе измерено несколько направлений, то они могут быть приведены к общему нулю вычитанием из каждого направления значения одного из них, принятого за начальное. При этом вычитаемое направление считается безошибочным (из каждого измеренного направления можно отнять любое одно и то же число). Если же вычитаемое направление считать содержащим ошибку измерения, то будем иметь измеренные значения углов, заключенных между начальным и остальными направлениями. Измеренное направление, имеющее в результате обработки (уравнивания) станции значение $0^{\circ} 0' 0''$, называют начальным направлением на станции.

2. **Направление уравненное** — значение направления, полученное в результате уравнивания геодезической сети. Направление уравненное, имеющее значение $0^{\circ} 0' 0''$, называют нулевым направлением на пункте.

НАСЕЛЕННЫЕ ПУНКТЫ (изображение на картах) — обязательный элемент содержания всех общегеографических и большей части специальных карт. На картах топографических изображаются все Н. п., но, начиная с карт обзорно-топографических, производится отбор, определяемый величиной по числу жителей, а при равной величине — значением Н. п. Нормы отбора для различных по характеру заселения типов местности определяются эмпирическим путем с учетом назначения карты. Изображаются Н. п. или в масштабе карты с отражением внешнего контура и планами или внемасштабными условными знаками (обычно пунсоном различной конфигурации). Применение того или иного способа зависит от размеров Н. п., масштаба карты и ее назначения.

Как правило, изображаемые на картах Н. п. сопровождаются подписями названий. Путем применения установленного для каждой карты набора шрифтов различных рисунков и размеров передаются сведения о типе Н. п., количестве жителей в нем и его политико-административном значении. Обычно рисунок шрифта передает качественные, а размер — количественные характеристики Н. п.

НАЧАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ НА АЭРОСНИМКЕ — направление, проведенное из главной точки одного аэроснимка на главную точку другого, смежного с ним. При перекрытии между аэроснимками более 50% на каждом снимке будет находиться изображение места главной точки и смежного аэроснимка.

НЕБЕСНАЯ СФЕРА — вспомогательная математическая сфера, используемая в сферической астрономии при изучении видимого движения и взаимного расположения небесных светил. При построении Н. с. центр располагают в месте наблюдений или в произвольной точке и пользуются плоскостями и направлениями, параллельными плоскостям и направлениям в натуре. При использовании Н. с. имеют дело только с угловыми величинами, поэтому ее радиус значения не имеет и его принимают равным произвольной единице. На рис. 73 O — центр Н. с. Прямые PP_1 и ZZ_1 проходят через центр O и параллельны соответственно оси вращения Земли и отвесной линии в месте наблюдений. Прямая PP_1 называется осью мира. Точки пересечения прямых PP_1 и ZZ_1 с Н. с. называются: P — северным и P_1 — южным полюсом мира, Z — зенитом и Z_1 — надиром для места наблюдений. $O\sigma$ — направление на небесное светило, а точка σ — видимое положение светила на Н. с.

Плоскость, проходящая через ось мира PP_1 и отвесную линию OZ , — плоскость небесного меридиана, а соответствующий большой круг PZP_1 — небесный меридиан места наблюдений. Пересечение Н. с. плоскостью $OSBN$, перпендикулярной к OZ , — небесный горизонт, а точки S и N пересечения его с небесным меридианом — точки юга и севера. Большой круг $Z\sigma Z_1$ — круг высот; $\cup Z\sigma = z$ — зенитное расстояние светила σ ; $\cup B\sigma = h$ — высота светила; $h = 90^\circ - z$. Угол $PZ\sigma = A$ — истинный (астрономический) азимут светила, отсчитываемый от $\cup ZP$ через восток — юг — запад, от 0 до 360° . Величины A и z — координаты светила в горизонтальной системе сферических координат. В теорети-

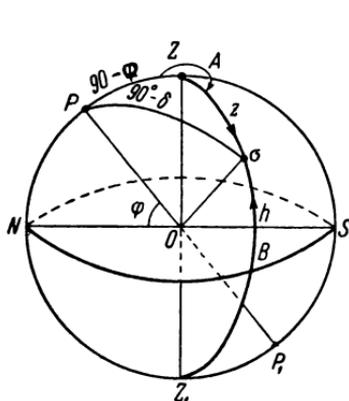


Рис. 73

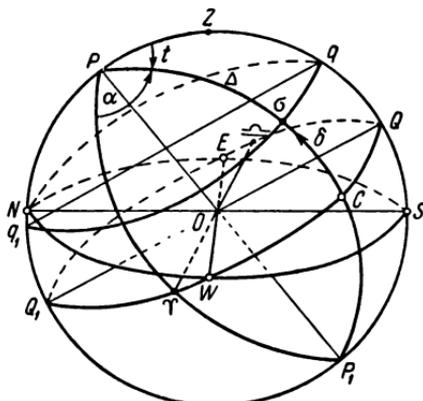


Рис. 74

ческих вопросах сферической астрономии координата A обычно отсчитывается от юга.

На рис. 74 большой круг $QCWQ_1E$ — небесный экватор — сечение Н. с. плоскостью, перпендикулярной оси мира PP_1 . Точки W и E пересечения небесного горизонта с небесным экватором — соответственно точки запада и востока. Большой круг $P\sigma CP_1$ — круг склонений, или часовой круг светила; $\cup P\sigma = \Delta$ — полярное расстояние, а $\cup C\sigma = \delta$ — склонение светила, считаемое от небесного экватора, к северному полюсу мира P от 0 до $+90^\circ$ и к южному P_1 от 0 до -90° . Сферический угол $ZP\sigma = t$ — часовой угол светила, отсчитываемый от $\cup PZ$, по ходу движения часовой стрелки, от 0 до 24^h .

Точка Υ (знак созвездия Овен) — точка весеннего равноденствия — точка небесного экватора, в которой Солнце в своем видимом годичном движении бывает около 21 марта при переходе из южной полушеры в северную. Точка \sphericalangle (знак созвездия Весы) — точка осеннего равноденствия, в которой Солнце бывает около 23 сентября при переходе из северной полушеры в южную.

Малый круг $q\sigma q_1$ — небесная параллель — сечение Н. с. плоскостью, параллельной плоскости небесного экватора, — видимый суточный путь светила, совершаемый по причине суточного вращения Земли. Точки q и q_1 пересечения небесной параллели с небесным меридианом называются: q — верхней и q_1 — нижней кульминационными точками светила σ .

Угол $\sigma P \Upsilon = \alpha$, образуемый часовым кругом точки весеннего равноденствия и часовым кругом светила σ — прямое восхождение светила, отсчитываемое от точки Υ навстречу суточному движению светил от 0 до 24^h . Прямое восхождение α и склонение δ являются координатами светила, не изменяющимися по причине суточного вращения Земли и помещаемыми в каталогах координат небесных светил.

НЕВЯЗКА — ошибка функции измеренных значений величин. Знак невязки определяется по правилу: «Есть, т. е. вычислено по результатам измерений, минус должно быть».

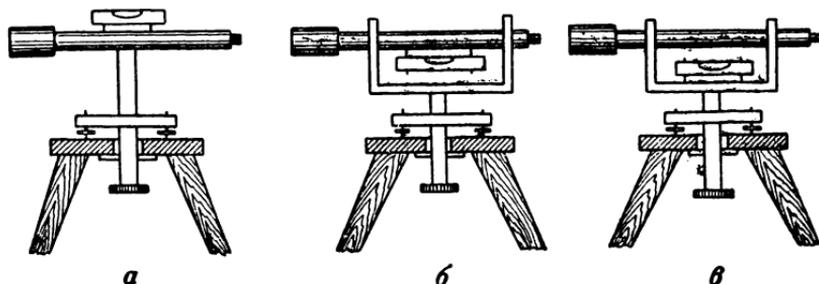


Рис. 75

НИВЕЛИР — геодезический инструмент, предназначенный для определения разности высот двух точек горизонтальным визирным лучом по вертикально установленным в этих точках рейкам. Различают следующие три основных типа нивелиров:

1. Глухой Н. (рис. 75, а); зрительная труба, уровень и подставка инструмента соединены так, что изменение их взаимного положения возможно лишь при помощи исправительных винтов, предназначенных для регулировки инструмента.

2. Н. с перекладной трубой и уровнем при трубе (рис. 75, б).

3. Н. с перекладной трубой и уровнем при подставке трубы (рис. 75, в).

По точности нивелиры можно разделить на четыре группы в соответствии с применением их в геометрическом нивелировании I, II, III и IV классов. Отечественной промышленностью изготовляются нивелиры всех четырех групп.

Инструменты, применяемые при нивелировании I класса

Глухой нивелир НБ конструкции В. А. Беллицына имеет внутри трубы оптический микрометр с плоскопараллельной пластинкой. Уровень контактный компенсированный;

изображение его передано в поле зрения трубы. Средняя пить сетки зрительной трубы имеет угловой биссектор, позволяющий с высокой точностью производить по методу совмещения отсчеты по шкалам штриховой рейки с ценой деления 5 мм (рис. 76, а). Основная шкала рейки имеет подписи полудециметров от 0 до 60, а вторая (дополнительная) — от 60 до 119. Деления нанесены на инварную полосу, вделанную в паз рейки. При отсчете по рейке вращением элевационного винта совмещают изображения концов пузырька уровня, а затем, изменяя наклон плоскопараллельной

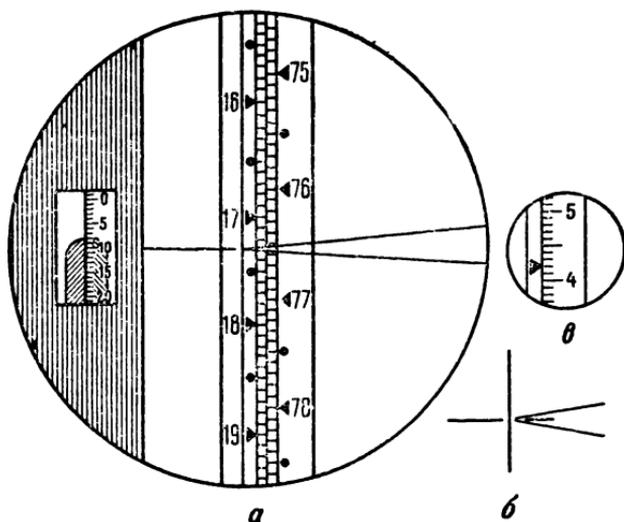


Рис. 76

пластинки вращением отсчетного барабана, совмещают с биссектором ближайший штрих основной шкалы (рис. 76, б). На рис. 76, а этот отсчет равен 17,342 полудециметра (первые три цифры означают номер штриха шкалы, а две последние — отсчет по барабану оптического микрометра, показанный на рис. 76, в). Отсчет по дополнительной шкале делают точно так же, как и по основной, но вертикальную нить сдвигают для удобства несколько вправо. При дальномерном определении расстояния барабан микрометра ставят на отсчет «50», чтобы плоскопараллельная пластина заняла перпендикулярное положение к визирной оси.

Инструменты, применяемые при нивелировании II класса

1. Нивелир НА — глухой, сходный по устройству с нивелиром НБ и отличающийся от него тем, что оптический микрометр помещен в насадке на объективную часть трубы.

2. Нивелир НИГ — глухой, сходный по устройству с нивелиром НА.

Инструменты, применяемые при нивелировании III класса

1. **Нивелир НВ-1** — глухой, с контактным компенсированным уровнем, изображение которого передано в поле зрения трубы (рис. 77). Уровень расположен в кожухе сбоку зрительной трубы; для его осуровнения имеется откидное зеркало. Сетка нитей нарезана на стекле.

2. **Нивелир НС** (конструкции Г. Ю. Стодолкевича) — глухой, с самоустанавливающейся линией визирования. Переданные в поле зрения трубы изображения концов пузырька контактного уровня имеют после их совмещения вид отрезка прямой,

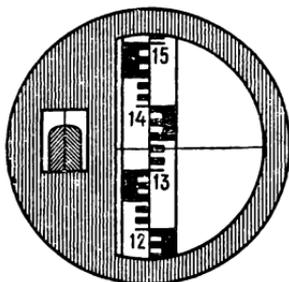


Рис. 77

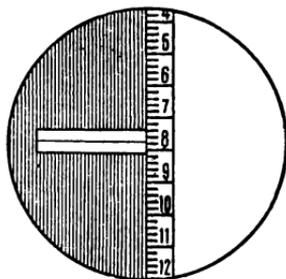


Рис. 78

служащей отсчетным индексом (рис. 78). Это достигается оптической системой передачи изображения, в которой имеется цилиндрическая линза, вытягивающая изображение совмещенных концов пузырька в прямую линию. Линией визирования служит прямая, проходящая через индекс и оптический центр объектива и сохраняющая горизонтальное положение при наклонах трубы до $\pm 90^\circ$. При изменениях наклона трубы в этих пределах индекс перемещается, и в том же направлении на такую же величину перемещается изображение рейки; поэтому отсчет по рейке остается неизменным.

3. **Нивелир НГ** — глухой, с контактным уровнем, имеющим запасную камеру, изображение которого рассматривается через лупу, расположенную рядом с окуляром трубы. Сетка нитей нарезана на стекле.

Инструменты, применяемые при нивелировании IV класса

Нивелир НТ с переключаемой трубой и уровнем при трубе, помещенным сбоку. Уровень имеет запасную камеру, и наблюдается в расположенное над ним зеркало. Нивелиром рекомендуется пользоваться как глухим, т. е. без переключки трубы.

Государственным комитетом стандартных мер и измерительных приборов 1/VI 1963 г. был утвержден стандарт (ГОСТ) 10528 — 63 «Нивелиры. Типы. Основные параметры и технические требования» со сроком введения в действие 1 января 1965 г.

Стандарт имеет целью упорядочить типы и назначение изготавливаемых разными заводами нивелиров, повысить их точность и удобство работы с ними, привести изготавливаемые нивелиры в соответствие с современными достижениями геодезической техники.

ГОСТом предусмотрено изготовление трех групп нивелиров: высокоточных, точных и технических. По конструктивным особенностям нивелиры подразделены на глухие с уровнем при трубе, с самоустанавливающейся линией визирования и с наклонным лучом визирования. Всего предусмотрено изготовить нивелиры восьми типов, краткие характеристики которых приведены в таблице.

Типы нивелиров по ГОСТ 10528—63

Тип нивелира	Основное назначение	Средняя квадратическая ошибка нивелирования	Существующий прототип	Примечание
1	2	3	4	5
Высокоточные нивелиры				
Н1	Нивелирование I класса	Не более 0,5 мм на 1 км двойного хода	Нивелир НБ-4 с теплозащитным кожухом	—
Н2	Нивелирование II класса	Не более 1 мм на 1 км двойного хода	НА-1	Новый нивелир должен иметь теплозащитный кожух
НС2	То же	То же	—	Нивелир должен иметь самоустанавливающуюся линию визирования
Точные нивелиры				
Н3	Нивелирование III класса	Не более 4 мм на 1 км двойного хода	НВ-1	—
НС3	То же	То же	—	Нивелир с самоустанавливающейся линией визирования
НС4	Нивелирование IV класса	Не более 8 мм на 1 км одинарного хода	—	То же
Технические нивелиры				
НТ	Дорожные изыскания, строительные площадки	Не более 6 мм при расстоянии до рейки 150 м	—	Нивелир должен иметь горизонтальный круг и может выпускаться с цилиндрическим уровнем и с самоустанавливающейся линией визирования

Тип нивелира	Основное назначение	Средняя квадратическая ошибка нивелирования	Существующий прототип	Примечание
1	2	3	4	5
НЛС	Построение съемочного обоснования	Не более 15 мм при расстоянии до рейки 150 м	НЛ-3	Нивелир с возможностью наклона визирного луча до $\pm 6^\circ$. Нивелир должен иметь самоустанавливающийся в горизонтальное положение положение высотный штрих

15 февраля 1965 г. утвержден ГОСТ 11158 — 65 «Рейки нивелирные. Типы. Основные параметры и технические требования». Стандартом установлено пять типов нивелирных реек. Рейки под шифрами РН1 и РН2 со штриховыми делениями предназначаются соответственно для нивелирования I и II классов. Для нивелирования III и IV классов предусмотрены рейки РН3 и РН4 с шашечными делениями. Рейка под шифром РНТ — складная шашечная длиной 4 м; рейка предназначена для технического нивелирования

НИВЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ — метод определения разностей высот точек посредством горизонтального визирного луча, получаемого при помощи нивелира. На рис. 79 A и B — точки местности, J — нивелир, Ja и Jb — горизонтальные визирные лучи, $Aa = 3$ и $Bb = \Pi$ — отрезки вертикально установленных задней и передней реек, отсчитываемые при визировании по делениям, подписи которых возрастают снизу вверх, а в поле зрения трубы — сверху вниз. Разность $H_B - H_A$ высот передней и задней точек можно найти из равенства

$$H_B - H_A = 3 - \Pi,$$

откуда

$$H_B = H_A + (3 - \Pi).$$

В целях ослабления влияния инструментальных и рефракционных источников ошибок нивелир устанавливают посередине между точками A и B .

Разности высот точек, удаленных одна от другой, определяют из нивелирных ходов путем последовательной перестановки нивелира и реек, причем связь между смежными пролетами осуществляется через переднюю точку, в которой рейка при переходе остается на месте, а задняя рейка переставляется вперед. Разность

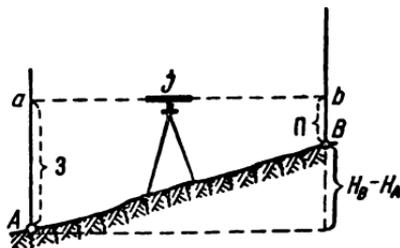


Рис. 79

высот $H_N - H_A$ конечной и начальной точек хода находится как разность сумм всех отсчетов по задним и всех отсчетов по передним рейкам, т. е.

$$H_N - H_A = \sum Z - \sum П.$$

Государственная нивелирная сеть СССР разделяется на сети I, II, III и IV классов, последовательно развиваемые по научно разработанной программе. Сети I и II классов являются главной высотной основой, устанавливающей единую систему высот на всей территории СССР и используемой в научных целях. Сети III и IV классов служат для обеспечения топографических съемок и инженерных работ. Расстояния между нивелирными пунктами, закрепляемыми на местности марками и реперами, в сетях всех классов установлены в 5—7 км.

В нижеследующей таблице приведены некоторые характеристики ходов нивелирования разных классов.

Класс нивелирования	Применяемые нивелиры	Применяемые рейки	Проложение ходов	Длина визирного луча, м	Допустимая высота визирного луча над землей, м	Точность нивелирования
I	НБ	Трехметровые штриховые с инварной полосой и двумя шкалами	В прямом и обратном направлениях, по двум парам костылей в каждом направлении	50	0,8 и $\Delta 0,5$	На 1 км хода ср. кв. случайная ошибка $\mu \leq \pm 0,5$ мм и систематическая $\sigma \leq \pm 0,05$ мм
II	НБ, НА и НПГ	Те же, что и в I кл.	В прямом и обратном направлениях, по одной паре костылей	65 и ≥ 75	0,5 и $\Delta 0,3$	Невязки в ходах и полигонах не более $5 \text{ мм} \sqrt{L (\text{км})}$ (L — длина хода)
III	Те же, что и во II кл., и НВ, НС, НГ	Трехметровые пашечные двусторонние	В прямом и обратном направлениях	75 и ≥ 100	0,3	Невязки не более $10 \text{ мм} \sqrt{L (\text{км})}$
IV	Те же, что в III кл., и НТ	Те же, что в III кл., и четырехметровые	В одном направлении	100 и ≥ 150	—	Невязки не более $20 \text{ мм} \sqrt{L (\text{км})}$

НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОЕ — метод определения разностей высот точек земной поверхности по измеренному углу наклона линии визирования с одной точки на другую и измеренному или известному из геодезической сети расстоянию между этими точками.

Превышение $H_B - H_A$ центра пункта B над центром пункта A , определяемое из Н. т., находят по формуле

$$H_B - H_A = s \operatorname{tg} \alpha + i_A - l_B \mp v,$$

где s — горизонтальное расстояние между пунктами, т. е. дуга на средней сфероидической поверхности, заключенная между нормальми к геоиду в пунктах A и B ;

α — угол наклона линии визирования с пункта A на пункт B ;

i_A — высота инструмента (пересечения горизонтальной и вертикальной осей инструмента) над центром пункта A ;

l_B — высота знака на пункте B (от центра до верха визирного цилиндра);

$$v = \frac{1-k}{2R} s^2 \text{ — поправка за кривизну Земли и рефракцию;}$$

k — коэффициент рефракции и $R = 6380$ км.

Если расстояние D между пунктами известно на плоскости проекции Гаусса, то в него должны быть внесены редукции за обратный переход с плоскости проекции на поверхность референц-эллипсоида и с эллипсоида на среднюю сфероидическую поверхность:

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

где $\Delta s = D \frac{y_m^2}{2R^2} \mp D \frac{(y_2 - y_1)^2}{2R^2}$ (см. Редукция расстояния в проекции Гаусса);

$\delta_s = D \frac{H+h}{R+H+h}$ (см. Приведение расстояния на поверхность референц-эллипсоида; величину R можно принять равной 6380 км).

Вертикальные углы при Н. т. измеряются в периоды спокойных изображений в течение дня, когда Солнце не ниже 15° над горизонтом.

Точность Н. т. при взаимных наблюдениях по сторонам триангуляции характеризуется ошибкой порядка 0,02 м на 1 км расстояния.

НОМЕНКЛАТУРА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ В СССР — см. Разграфка и номенклатура топографических карт в СССР.

НОРМАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ — линия пересечения поверхности плоскостью, проходящей через нормаль к этой поверхности в какой-либо ее точке.

На рис. 80 A и B — точки на поверхности эллипсоида; AC_1 и BC_2 — нормали к поверхности эллипсоида соответственно

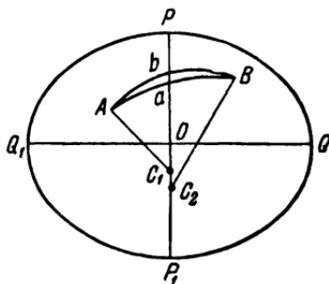


Рис. 80

в точках A и B ; $\cup AaB$ — нормальное в точке A сечение, проходящее через точку B ; $\cup BbA$ — нормальное в точке B сечение, проходящее через точку A . Совместно дуги AaB и BbA называются взаимными нормальными сечениями. Для точки A $\cup AaB$ называется прямым, а $\cup BbA$ — обратным нормальным сечением. Для точки B $\cup BbA$ будет прямым, а $\cup AaB$ — обратным нормальным сечением.

O

ОБНОВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ — приведение содержания устаревших топографических карт в соответствие с современным состоянием местности. О. т. к. производится с использованием аэроснимков, причем объекты, возникшие на местности после издания обновляемой карты, наносят на нее, а исчезнувшие — удаляют. С обновленных оригиналов печатается новый тираж карт; карты прежних изданий из обращения изымаются.

ОБЩИЙ ЗЕМНОЙ ЭЛЛИпсоИД — земной эллипсоид, поверхность которого наиболее близка к поверхности геоида в целом.

О. з. э. определяется тремя условиями:

- 1) равенством объемов геоида и эллипсоида;
- 2) совпадением плоскостей их экваторов и центров тяжести;
- 3) минимумом суммы квадратов превышений геоида над эллипсоидом.

Параметры общего земного эллипсоида (длина большой полуоси, сжатие) уточняются из градусных измерений, гравиметрических определений, астрономических наблюдений и по данным измерений траекторий искусственных спутников Земли.

О. з. э. используется как математическая поверхность при решении геодезических задач на большие расстояния, связанных с расчетами дальности и азимутов направлений, достигающих нескольких тысяч километров. Обработка геодезических сетей на О. з. э., как правило, не производится, а выполняется на поверхности *референц-эллипсоида*, принятого для данной страны.

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С КАРТОЙ И ПОДГОТОВКА ЕЕ К РАБОТЕ.

При ознакомлении с топографической картой обращается внимание на:

- масштаб и номенклатуру листа карты;
- год и номер издания карты, указываемые обычно под номенклатурой листа или в левом верхнем углу; эти данные приводятся обычно в документах, имеющих ссылку на карту;
- год составления (съемки или составления) листа карты, указываемый в его правом нижнем углу; год создания характеризует свежесть карты, что важно учитывать при пользовании ею;
- систему координат пунктов (референц-эллипсоид), служивших основой при создании карты;
- высоту сечения рельефа для основных горизонталей;
- схему взаимного положения направлений истинного меридиана, магнитного меридиана и вертикальных линий сетки прямо-

угольных координат, помещаемую обычно в левом нижнем углу листа карты.

Подготовка карты. Для склеивания нескольких листов карты обычно обрезают восточные и южные поля соответствующих листов. При большом числе листов рекомендуется предварительно составить схему их расположения и соответственно разложить их. Сначала листы склеивают в полосы в порядке снизу вверх или справа налево, после чего склеивают полосы. При склеивании верхний (или левый) лист накладывают лицевой стороной на нижний (или правый) и смазывают клеем края обоих листов; затем, перевернув верхний (или левый) лист, накладывают его точно по рамке на нижний (или правый), следя при этом за совмещением линий координатной сетки и контуров, и протирают место склейки через лист бумаги.

Так называемый подъем карты выполняют с целью улучшения ее наглядности и выделения тех элементов местности и отдельных местных предметов, которые имеют существенное значение для выполнения предстоящей задачи. Подъем производится путем усиления цветов, которыми напечатаны элементы местности на карте. Подъем карты обычно выполняют следующим образом:

- линии дорог утолщают;
- населенные пункты выделяют подчеркиванием черным карандашом их названий и реже — обводом контура и надписью названий более крупным шрифтом;
- ориентиры обводят кружком или (реже) увеличивают их условные знаки;
- линии рек и ручьев утолщают синим цветом; большие водоемы и двойные реки закрасивают дополнительно синим цветом; болота усиливают горизонтальными штрихами синего цвета;
- леса растушевывают карандашом зеленого цвета;
- рельеф поднимают растушевкой высот или утолщением некоторых горизонталей карандашом светло-коричневого цвета.

Складывают карту в виде брошюры по размеру папки или полевой сумки. Сначала карту складывают в виде полосы на район предстоящего ее использования, а затем полосу складывают «гармошкой», последовательно перегибая карту в равные стороны попереक полосы, избегая сгибов на склейках листов.

ОКУЛЯРНЫЙ МИКРОМЕТР — приспособление при окуляре зрительной трубы для многократного визирования с целью повышения его точности. В фокальной плоскости объектива зрительной трубы располагаются (рис. 81): пара подвижных нитей (биссектор) 1, перемещающихся при вращении барабана винтового микрометра 2, гребенка 3, служащая для счета полных оборотов барабана, и вырез в гребенке 4. Нульпунктом микрометра является положение оси биссектора, когда он находится в вырезе гребенки, при отсчете по барабану, равному нулю. Чтобы не иметь дела со знаками отсчетов, число оборотов барабана, когда биссектор находится в вырезе гребенки, считается равным десяти (10^{00}). Счет оборотов принимается возрастающим при движении биссектора к барабану,

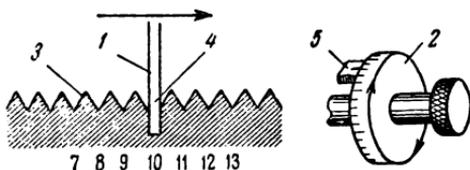


Рис. 81

при этом мимо индекса микрометра δ проходят деления с возрастающими подписями. Поправка δ в отсчет по лимбу за $O. m.$ вычисляется по формуле $\delta = \pm \mu \frac{M - 10^{06}}{\sin z}$, где μ — цена деления барабана, M — отсчет по микрометру, z — зенитное расстояние наблюдаемого предмета. Знак, который следует взять перед дробью показан в табличке; он зависит от формы трубы и расположения микрометра справа или слева от трубы.

Форма трубы	Расположение барабана	Знак
Прямая	Справа	→
»	Слева	←
Ломаная	Справа	—
»	Слева	—
Поверительная труба	Всегда справа	→

ОПОРНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЕТЬ (В ВОЕННОМ ДЕЛЕ) — геодезическая сеть, развитая на основе государственной астрономо-геодезической сети с заданной плотностью пунктов и точностью ее элементов, служащая для геодезической привязки позиций боевой техники.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ МАРШРУТА ПО КАРТЕ выполняется преимущественно по картам масштаба $1 : 100\ 000$ и $1 : 200\ 000$. В зависимости от характера (пересеченности) местности и масштаба карты найденную на ней длину маршрута увеличивают в соответствии со следующей таблицей.

Характер местности	Поправки в процентах в длину маршрута, измеренную по карте масштаба		
	$1 : 200\ 000$	$1 : 100\ 000$	$1 : 50\ 000$
Горная (сильнопересеченная)	25	20	15
Холмистая (среднепересеченная)	15	10	5

ОПТИЧЕСКИЙ МИКРОМЕТР в угломерных инструментах — приспособление для измерения долей делений лимба путем перемещения изображений его штрихов. Это перемещение осуществляется оптической системой, имеющей подвижные оптические детали,

связанные с измерительной шкалой микрометра. Подвижными оптическими деталями в О. м. теодолитов служат обычно плоскопараллельные пластинки или оптические клинья с малыми преломляющими углами.

В поле зрения отсчетного микроскопа малого оптического теодолита ТТ-3 в одном окне видны деления горизонтального круга, в другом — вертикального, пересекаемые биссектором неподвижных нитей. Над окнами расположена шкала микрометра, соединенная с плоскопараллельной пластинкой. Отсчеты по обоим кругам производятся одинаково. Нульпунктом микрометра является ось биссектора нитей. Микрометром измеряется интервал между изображением младшего штриха лимба и нульпунктом при таком положении изображения младшего штриха, которое оно занимает при отсчете по микрометру, равном нулю. Если шкалу микрометра установить на нулевой отсчет, то интервал между младшим штрихом лимба и нульпунктом можно приближенно

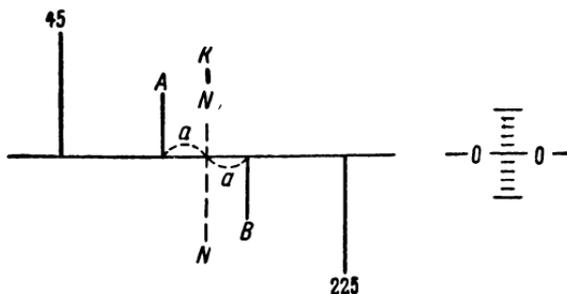


Рис. 82

оценивать на глаз. Для точного отсчета поворотом плоскопараллельной пластинки при помощи барабана микрометра изображение младшего штриха совмещают с осью биссектора и на шкале микрометра по индексу читают величину измеряемого интервала.

В теодолите ОТ-0, "2 применяется О. м. с двумя подвижными плоскопараллельными пластинками, а в теодолитах ОТВ, ОТ-58, ТБ-1, ОТС — с двумя парами оптических клиньев, из которых верхние клинья каждой пары, заключенные в общую оправу, — подвижные. В поле зрения отсчетных микроскопов этих теодолитов в одном окне видны изображения штрихов диаметрально противоположных частей лимба, а в другом (малом) окне — деления шкалы микрометра, пересекаемой отсчетным индексом. При вращении отсчетного барабана штрихи диаметрально противоположных частей лимба, видимые один под другим, перемещаются в противоположные стороны (сближаются или расходятся), но всегда на равные между собой интервалы. Нульпунктом О. м. является воображаемая линия NN (рис. 82), относительно которой изображения диаметрально противоположных штрихов лимба расположены симметрично. Положение нульпункта приближенно отмечено неподвижным индексом K . При вращении отсчетного барабана нульпункт остается на месте.

При отсчете измеряется интервал a (см. рис. 82) между нульпунктом NN и тем положением A изображения младшего штриха

которое оно занимает при отсчете по микрометру, равно нулю. Буквой *B* на рис. 82 показано изображение штриха, диаметрально противоположного штриху *A*. Для измерения интервала *a* вращением отсчетного барабана совмещают изображения штрихов *A* и *B*, и на шкале микрометра прочтывают по индексу величину измеряемого интервала. Совмещение штрихов *A* и *B* происходит в нульпункте. Отсчет по *O. м.* дает сразу среднее из отсчетов по диаметрально противоположным штрихам лимба.

Целые градусы (или градусы) при отсчете прочтывают по ближайшему к нульпункту подписанному младшему штриху (на рис. 82 — штрих 45°). Затем считают число *n* делений лимба между подписанными младшим штрихом (45°) и диаметрально противоположным ему (225°). Число целых делений лимба между нуль-

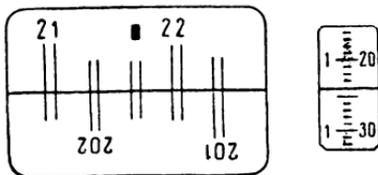


Рис. 83

пунктом и подписанным младшим штрихом будет равно $\frac{n}{2}$, а соответствующий интервал будет равен $i \frac{n}{2}$, где *i* — цена деления лимба. Так как $i \frac{n}{2} = \frac{i}{2} n$, то при отсчете этого интервала обычно умножают половину цены деления лимба на сосчитанное число *n*. На рис. 83 показан отсчет по *O. м.* теодолита ТБ-1, равный $21^\circ 41' 24''$.

На шкале *O. м.* теодолита ОТ-0,² двухсекундные интервалы ($0,2 \times 10 = 2''$) подписаны через $1''$; совмещения штрихов и отсчеты по микрометру производят дважды и для получения среднего значения записанные два отсчета складывают.

ОРИГИНАЛЫ КАРТ. В процессе создания карты изготовляют составительский оригинал и один или несколько издательских. Составительский оригинал — это рукописный подлинник карты, создаваемый в масштабе издания, чтобы иметь полное представление о нагрузке, наглядности и читаемости будущей карты. Его изготовление включает: построение математической основы карты, перенос изображения с исходных материалов и его генерализацию. Для издания карты подготавливают специальные издательские оригиналы, являющиеся копиями составительского, но выполненными с особой тщательностью графического оформления. Их готовят путем вычерчивания на непрозрачных или прозрачных основах или методом гравирования по лаковому слою на прозрачных пластических основах. Издательские оригиналы могут быть совмещенными, когда все элементы карты вычерчены на одном оригинале, или расчлененными, когда различные элементы содержания карты вычерчены (награвированы) на разных оригиналах.

ОРИЕНТИРОВАНИЕ АЭРОСНИМКОВ ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ заключается в нанесении на аэроснимок направления магнитного меридиана. Выполняется одним из следующих способов:

а) по компасу. На местности, в точке стояния, аэроснимку придают такое положение, чтобы все направления на нем совпадали с соответствующими направлениями на местности (или были им параллельны). Затем на аэроснимок устанавливают компас и, дав стрелке компаса успокоиться, прочерчивают на аэроснимке

линию, совпадающую с направлением магнитной стрелки или параллельную ей. Концы линии подписывают соответственно буквами С и Ю;

б) по карте. На аэроснимке и на карте опознают по две одноименные точки и прочерчивают через них соответственные линии. Затем аэроснимок накладывают на карту так, чтобы эти линии совместились. Удерживая в таком положении аэроснимок, прочерчивают на нем одну из пересекающих его вертикальных линий координатной сетки карты. Чтобы нанести на аэроснимок магнитный меридиан, следует учесть сближение меридианов и склонение магнитной стрелки, величины которых напечатаны под южной рамкой каждого листа карты.

ОРИЕНТИРОВАНИЕ АЭРОСНИМКОВ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЕ. В фотограмметрии рассматривается три вида ориентирования аэроснимков: внутреннее, внешнее и взаимное.

Внутренним ориентированием называется восстановление связки проектирующих лучей в том виде, в каком они существовали в аэрофото съемочной камере в момент фотографирования. Внутреннее ориентирование осуществляется при помощи проектирующих камер с таким же фокусным расстоянием, как и в аэрофото съемочной.

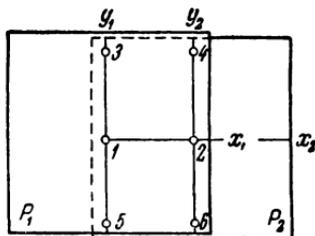


Рис. 84

Внешним ориентированием называется определение положения аэроснимка в пространстве, существовавшего в момент фотографирования. Элементы внешнего ориентирования определяются в камеральных условиях при помощи фотограмметрических приборов, а некоторые из них могут быть зафиксированы в полете в процессе аэрофото съемки (см. *Элементы ориентирования аэроснимков*).

Взаимным ориентированием называется установка в фотограмметрическом приборе двух аэроснимков, составляющих *стереопару*, в такое взаимное положение, какое они занимали в воздухе в моменты фотографирования. Для взаимного ориентирования снимки в приборе устанавливают таким образом, чтобы получить *стереоскопическую модель* местности, что достигается путем наблюдения пяти точек местности, плановое и высотное положение которых было ранее определено. В практике для контроля наблюдают шесть точек, расположенных по стандартной схеме (рис. 84, точки 1—6). Ориентирование модели относительно геодезической системы координат производится по опорным точкам.

ОРИЕНТИРОВАНИЕ ПО КАРТЕ. Ориентироваться на местности по карте — значит опознать окружающие местные предметы и рельеф, отображенные на карте, и определить на ней свое местоположение.

Для ориентирования нужно установить карту по компасу так, чтобы стрелка компаса была перпендикулярна подписям и своим северным концом обращена к верху карты. При более точном ориентировании следует воспользоваться координатными линиями и учесть склонение магнитной стрелки. После этого

визируют линейкой на хорошо опознанные ориентиры, прикладывая линейку к положению этих ориентиров на карте, и прочерчивают карандашом прямые «на себя». При правильном ориентировании карты и безошибочном опознании ориентиров пересечение этих прямых укажет на карте точку стояния. Чтобы иметь контроль правильности определения своего местоположения, число ориентиров должно быть не менее трех, а углы, под которыми взаимно пересекаются прямые, — возможно более надежными. При отсутствии компаса, а также для приближенного ориентирования карту устанавливают по хорошо опознанным линиям на местности так, чтобы линии на карте были параллельны соответствующим линиям на местности и одинаково с ними направлены.

При движении на автомашине обязательным условием правильности ориентирования является его непрерывность. Перед началом движения предстоящий маршрут на карте рекомендуется поднять (выделить), наметить контрольные ориентиры через 5—10 миль движения, определить расстояния между ними и выписать на карту или схему нарастающим итогом у соответствующих ориентиров. На участках, бедных ориентирами, определяют и подписывают азимуты направлений движения. В случае потери ориентировки рекомендуется возвратиться по следу к хорошо опознанному ориентиру и отсюда продолжить движение по маршруту.

ОРТОДРОМИЯ — линия кратчайшего расстояния между двумя точками на поверхности земного шара или эллипсоида. Название «ортодромия» принято в навигации и картографии; в математике и геодезии линии кратчайшего расстояния называются «геодезическими». На шаре O . — большие круги.

В навигационных расчетах O . используется при прокладке пути на большие расстояния и при выдерживании курса, идущего вдоль меридиана. На карте O . изображаются прямыми линиями, если карта составлена в центральной перспективной (гномонической) проекции.

Уравнение O . и формулы для вычисления длины дуги O ., проходящей через две заданные точки на сфере, а также ее азимутов в конечных точках дуги см. в статье *Геодезическая линия и Геодезическая задача обратная, решение на сфере*.

В навигационных расчетах нередко пользуются следующим уравнением O . в географических координатах φ и λ , в котором в качестве параметров используются долгота λ_0 и азимут α_0 в точке пересечения O . с экватором:

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{ctg} \alpha_0 \sin (\lambda - \lambda_0).$$

Азимут α O . в любой ее точке с широтой φ может быть найден по формуле

$$\sin \alpha = \frac{\sin \alpha_0}{\cos \varphi}.$$

При расчетах O ., проходящей через точки с координатами φ_1, λ_1 и φ_2, λ_2 , обычно задаются долготой текущей точки λ и вычисляют широту φ этой точки по формуле

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\sin (\lambda_2 - \lambda_1)} \sin (\lambda_2 - \lambda) \mp \frac{\operatorname{tg} \varphi_2}{\sin (\lambda_2 - \lambda_1)} \sin (\lambda - \lambda_1).$$

Сравнение элементов дуг O . и локсодромии, проходящих через одни и те же точки 1 (φ_1, λ_1) и 2 (φ_2, λ_2)

1. Угол δ между O . и локсодромией в их общих точках, т. е. разность азимутов локсодромии и O ., называемая также ортодромической поправкой, или поправкой \mathcal{H} и в р и, может быть найден по формулам: в точке 1

$$\delta_1 = \frac{l}{2} \sin \varphi_m - \frac{l^2}{12} \operatorname{ctg} \alpha + \frac{l^3}{48} \sin \varphi_m \cos^2 \varphi_m (2 + 3 \operatorname{ctg}^2 \alpha);$$

в точке 2

$$\delta_2 = \frac{l}{2} \sin \varphi_m + \frac{l^2}{12} \operatorname{ctg} \alpha + \frac{l^3}{48} \sin \varphi_m \cos^2 \varphi_m (2 + 3 \operatorname{ctg}^2 \alpha),$$

где $l = (\lambda_2 - \lambda_1)$; $\varphi_m = \frac{1}{2} (\varphi_1 + \varphi_2)$; α — азимут локсодромии.

В практике морской навигации принимают $\delta_1 = \delta_2 = \delta$ и пользуются следующими приближенными формулами:

$$\delta = \frac{l}{2} \sin \varphi_m = \frac{s}{2} \sin \alpha \operatorname{tg} \varphi_m,$$

где s — величина дуги O ., выраженная в угловой мере.

2. Разность ΔS длин дуг локсодромии и O . на поверхности шара можно подсчитать по формуле

$$\Delta S = \frac{S^3}{24R^2} \sin^2 \alpha \operatorname{tg}^2 \varphi_m,$$

где S — длина дуги локсодромии;

R — радиус земного шара;

α — локсодромический азимут;

$$\varphi_m = \frac{1}{2} (\varphi_1 + \varphi_2).$$

3. Наибольшее расстояние Δ между дугами O . и локсодромии может быть получено по формуле

$$\Delta = \frac{S \cdot \delta}{4\rho},$$

где S — длина дуги локсодромии или O . между точками 1 и 2;

δ — приближенное значение угла между O . и локсодромией;

ρ — величина радиана, выраженного в той же мере, что и δ .

ОСЬ МИРА — см. *Небесная сфера*.

ОТБЕЛИВАНИЕ ФОТОИЗОБРАЖЕНИЯ — удаление фотоизображения с аэроснимка, на котором элементы местности вычерчены тушью в топографических условных знаках. Для отбеливания аэроснимок погружают в раствор:

Красная кровяная соль	10 г
Вода	100 см ³

После исчезновения фотоизображения аэроснимок переключают на 10—15 мин в раствор:

Гипосульфит	80 г
Вода	100 см ³

Затем аэроснимок промывают в воде и сушат. В результате на бумаге останется только то, что было вычерчено тушью.

ОТВЕС ОПТИЧЕСКИЙ имеют некоторые устанавливающиеся на штативе теодолиты для точного центрирования инструмента над заданной точкой. О. о. представляет собой небольшую ломаную зрительную трубу, вертикальное колено визирной оси которой совпадает с вертикальной осью теодолита. При центрировании по О. о. теодолит предварительно нивелируют и затем перемещают на штативе так, чтобы крест сетки нитей О. о. совпал с изображением центра пункта.

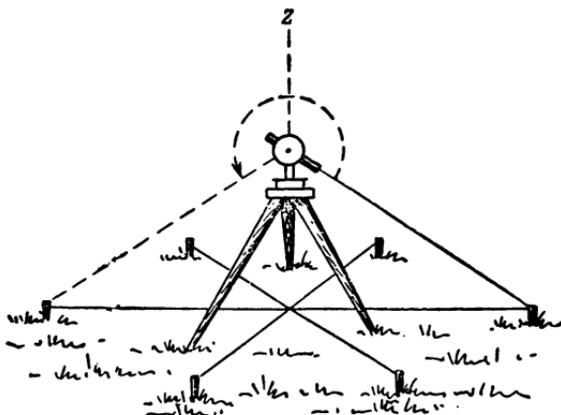


Рис. 85

Проверка О. о.: отнивелированным теодолитом проектируют на землю его вертикальную ось, для чего выставляют вблизи штатива три пары колышков; каждую пару устанавливают путем перевода зрительной трубы теодолита через зенит (рис. 85). По парам колец натягивают на одном уровне три нити (третья нить — контрольная), в пересечении которых будет находиться проекция вертикальной оси теодолита. Для исправления О. о. перекрестье его нитей совмещают с изображением проекции вертикальной оси при помощи исправительных винтов сетки нитей.

ОТВЕСНАЯ ЛИНИЯ — направление силы тяжести в данной точке земной поверхности. Отвесная линия не сохраняет абсолютно неизменного направления по отношению к неподвижным предметам и вследствие возмущений от Луны и Солнца совершает суточные колебания порядка $0'',02$.

ОТКЛОНЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ — разность δg между измеренным значением g ускорения силы тяжести и физической поверхности Земли и нормальным значением \bar{g}_0 ускорения силы тяжести, вычисленным для широты данной точки на общем земном эллипсоиде:

$$\delta g = g - \bar{g}_0.$$

ОШИБКА АБСОЛЮТНАЯ — разность Δ между измеренным l и точным значением X какой-либо величины, $\Delta = l - X$. О. а. —

величина алгебраическая, ее не следует смешивать с «абсолютным (арифметическим) значением ошибки».

ОШИБКА ВЕРОЯТНАЯ — значение случайной ошибки, по отношению к которому ошибки, меньше этого значения по абсолютной величине, встречаются так же часто, как и ошибки, большие его. Значение вероятной ошибки r получают посредством средней квадратической ошибки m по формуле $r = 0,675 m$.

ОШИБКА ВЕРОЯТНЕЙШАЯ — разность между результатом измерения и окончательным значением величины, найденным по принципу наименьших квадратов. При обработке ряда равноточных измерений вероятнейшие ошибки отдельных результатов находят как разности между этими результатами и средним арифметическим из них.

ОШИБКА ЕДИНИЦЫ ВЕСА — краткое название средней квадратической ошибки результата, вес которого принят равным единице. Если p — вес результата, установленный независимо от средней квадратической ошибки m этого результата, то средняя квадратическая ошибка единицы веса μ может быть найдена по формуле $\mu = m \sqrt{p}$ (см. еще *Весы измерений*).

ОШИБКА НОРМИРОВАННАЯ — отношение t_i величины случайной ошибки Δ_i к средней квадратической ошибке m ; $t_i = \frac{\Delta_i}{m}$.

О. н. используется в теории вероятностей.

ОШИБКА ОКРУГЛЕНИЯ — случайная ошибка, возникающая вследствие округления чисел при вычислениях или измерениях. Например, число 1,2, полученное в результате округления числа 1,24, будет содержать ошибку округления, равную 1,2 — 1,24 = -0,04. Отсчеты по шкалам сопровождаются ошибкой округления лишь в том случае, если они округляются до ближайшего целого деления. Если же доля целого деления определяется глазомерно, то ошибка такого отсчета будет случайной ошибкой измерения. Предельная ошибка округления обычно равна 0,5 наименьшего деления шкалы, а для табличных величин равна 0,5 единицы последнего (округленного) десятичного знака. Зависимость между средней квадратической m и предельной ошибкой округления α выражается формулой $m = \frac{\alpha}{\sqrt{3}}$. Ошибки округления характеризуются свойством компенсации и распределением по равновероятному закону.

ОШИБКА ОТНОСИТЕЛЬНАЯ — отношение ошибки Δ какой-либо величины l к самой величине; $\frac{\Delta}{l} = \frac{1}{l : \Delta} = \frac{100}{l : \Delta} \%$.

О. о. применяется в случаях, когда величина ошибки зависит от размеров измеряемой величины.

ОШИБКА ПРЕДЕЛЬНАЯ — наибольшее значение случайной ошибки, которого она может достигать при данных условиях равноточных измерений. Вопрос о величине предельной ошибки не имеет определенного теоретического решения. Практически предельную ошибку $\Delta_{пр}$ принимают равной утроенному значению средней квадратической ошибки, $\Delta_{пр} = 3m$, так как теоретически только в трех случаях на тысячу вероятно ожидать ошибку, превосходящую $3m$. Иногда в качестве предельной принимают $2,5 m$; ошибка, превосходящая $2,5 m$, вероятна в одном случае на 100 (см. еще *Закон нормального распределения ошибок*).

ОШИБКА СРЕДИННАЯ — значение вероятной ошибки, найденное путем расположения ошибок в ряд в порядке возрастания их абсолютных величин. При нечетном числе измерений срединную ошибку принимают равной ошибке, расположенной в середине ряда, а при четном — среднему из абсолютных значений двух ошибок, расположенных посередине ряда.

ОШИБКА СРЕДНЯЯ — значение ошибки, равное среднему арифметическому из абсолютных величин случайных ошибок Δ_i ряда равнозначных измерений

$$\Delta_{\text{ср}} = \frac{|\Delta_1| + |\Delta_2| + \dots + |\Delta_n|}{n} = \frac{[|\Delta|]}{n}.$$

Соотношение между средней $\Delta_{\text{ср}}$ и средней квадратической ошибкой m выражается формулой

$$m = 1,25\Delta_{\text{ср}}.$$

ОШИБКА СРЕДНЯЯ КВАДРАТИЧЕСКАЯ — основной критерий *точности измерений*. Для ряда равнозначных измерений с истинными ошибками $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ средняя квадратическая ошибка m одного измерения вычисляется по формуле

$$m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}}.$$

По вероятнейшим ошибкам v_1, v_2, \dots, v_n ряда равнозначных измерений средняя квадратическая ошибка m отдельного измерения находится по формуле Бесселя

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}.$$

Среднее квадратическое значение v_m погрешности самой средней квадратической ошибки зависит от числа измерений n :

$$v_m = \frac{m}{\sqrt{2n}}.$$

Величина v_m характеризует надежность суждения о точности измерений.

Средняя квадратическая ошибка среднего арифметического из n равнозначных измерений

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{[v^2]}{n(n-1)}}.$$

Средняя квадратическая ошибка m_y функции общего вида $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ от многих независимых величин x_i вычисляется по формуле

$$m_y = \sqrt{\left(\frac{\partial y}{\partial x_1}\right)^2 m_1^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2}\right)^2 m_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial y}{\partial x_n}\right)^2 m_n^2},$$

где $\frac{\partial y}{\partial x_i}$ — частная производная функции f по аргументу x_i ;

m_i — средняя квадратическая ошибка величины x_i .

ОШИБКИ СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ — ошибки, возникающие в случаях, когда некоторые слагаемые, образующие в сумме общую ошибку измерения, имеют не случайный, а определенный знак и определенную абсолютную величину. Вид функции, по которой та или иная систематическая ошибка входит в результат измерения, зависит от источника ее возникновения. При повторении измерения одинаковым образом и в одних и тех же условиях величина систематической ошибки, в существенной ее части, остается постоянной и обнаруживается в среднем арифметическом из ошибок ряда измерений, так как среднее арифметическое из случайных частей ошибок по свойству их компенсации — малая величина. О. с. подлежат обнаружению и исключению из результатов измерений путем введения поправок или соответственно разработанными способами измерений.

ОШИБКИ СЛУЧАЙНЫЕ — ошибки, возникающие вследствие малых изменений (колебаний) частей инструмента, среды и т. д., разнозначно и независимо друг от друга влияющих на результаты измерений. Величина и знак ошибки каждого измерения случайны, так как эти изменения суммируются случайно, но с различной вероятностью той или иной их комбинации. Исключить или учесть влияние этих малых изменений можно лишь до некоторого предела в каждых данных измерениях, и так как та или иная их комбинация всегда будет иметь место, то случайные по абсолютной величине и знаку ошибки оказываются неизбежными во всяких измерениях. Предельные величины ошибок зависят от точности инструментов, качества внешних условий и опытности измеряющих. Чем точнее инструмент, благоприятней условия и опытней наблюдатель, тем меньшие по величине колебания результатов измерений остаются незамеченными. Ряды случайных ошибок равноточных измерений подчиняются *закону нормального распределения ошибок* и обладают свойством компенсации: среднее арифметическое из них при возрастании числа измерений стремится к нулю.

II

ПАНОРАМА — 1. Картинная фотография или перспективная зарисовка широкого по горизонту пространства местности. П. с отмеченными на ней ориентирами составляется при разведке местности и используется при управлении огнем наземной артиллерии.

2. Артиллерийский оптический угломерный прибор с вращающейся головной частью, являющийся составной частью прицела орудия и позволяющий производить круговой обзор при неизменном положении окуляра.

ПАНОГРАФ — прибор для перерисовки чертежей, планов, карт или аэроснимков в другом, обычно более мелком масштабе. В современной практике составления топографических карт П. применяется редко, так как для этих целей используются оптические приборы, но в некоторых фотограмметрических приборах П.

является составной их частью и воспроизводит на бумаге все то, что исполнитель обводит маркой по стереомодели

ПАРАЛЛАКС. В фотограмметрии рассматриваются параллаксы продольный и поперечный. Продольным П. называется разность абсцисс одноименных точек на левом и правом аэроснимках стереопары и обозначается буквой p ; разность ординат этих точек называется поперечным П., обозначается буквой q . В соответствии с этим имеем (рис. 86).

Продольные П.

$$p_a = x_{a_1} - x_{a_2};$$

$$p_b = x_{b_1} - x_{b_2};$$

Поперечные П.

$$q_a = y_{a_1} - y_{a_2};$$

$$q_b = y_{b_1} - y_{b_2}.$$

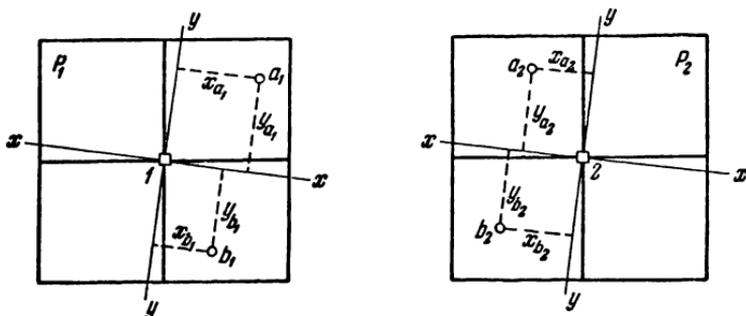


Рис. 86

Зная разность продольных П. $\Delta p_b = p_b - p_a$, можно определить взаимное превышение точек местности по формуле

$$h_b = H_a \frac{\Delta p_b^0}{p_b^0},$$

где h_b — превышение точки b над точкой a , H_a — высота фотографирования точки a , индекс 0 обозначает, что параллаксы и их разности измерены по горизонтальным (трансформированным) аэроснимкам. Для аэроснимков, имеющих наклон, эта формула является приближенной. Поперечные П. измеряются в целях определения элементов взаимного ориентирования аэроснимков.

ПАРАЛЛАКС НИТЕЙ — несовпадение изображения предмета с плоскостью сетки нитей зрительной трубы. Если изменять положение глаза наблюдателя, то при П. н. будет казаться, что изображение предмета перемещается относительно сетки нитей. Наличие или отсутствие П. н. можно установить, если рассматривать изображение предмета, слегка покачивая головой. П. н. устраняется более точной фокусировкой зрительной трубы.

ПАРАЛЛАКТИЧЕСКИЕ ПЛАСТИНЫ — приспособление для измерения разностей продольных параллакс. Состоит из двух прозрачных пластин, у которых один край скошен под некоторым углом, одинаковым для обеих пластин; на скошенном крае одной из пластин нанесена шкала с делениями, на другой — индекс для от-

счета. Измерения при помощи П. п. аналогичны измерениям *синусной линейкой*.

ПАРАЛЛЕЛЬ — 1. Географическая (земная) — любая из воображаемых линий на земной поверхности, все точки которой имеют одну и ту же *географическую широту*.

2. Небесная — каждое из сечений *небесной сферы* плоскостью, перпендикулярной оси мира; по небесным параллелям происходит видимое суточное движение светил, совершаемое вследствие вращения Земли вокруг своей оси.

3. Геодезическая — любая плоская кривая на поверхности *референц-эллипсоида*, точки которой равноудалены от экватора (параллели — окружности) или от какого-либо меридиана (параллели — эллипсы).

ПЕРЕДАЧА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАЗВАНИЙ с других языков на русский осуществляется различными способами. Наиболее распространенный из них — *транскрипция*, обеспечивающая воспроизведение звучания иноязычных названий средствами русского алфавита, без использования каких-либо дополнительных обозначений. Звуки, отсутствующие в русском языке, передаются при этом лишь приблизительно (Southampton — Саутгемптон). В случаях, когда подлинное произношение названий неизвестно, применяется *транслитерация* — прямая замена букв чужого алфавита русскими буквами. Транслитерация применяется при передаче названий коренного населения Африки, Австралии, островов Тихого океана и др. Независимо от применения того или иного способа передачи названия некоторых широко известных объектов подписываются, хотя и в заведомо неправильной, но принятой, укоренившейся форме (Рим вместо правильного Рома, Париж вместо Пари). Такие названия называют *традиционными*. В СССР на картах, создаваемых разными ведомствами, применяются единые правила передачи иноязычных названий.

ПЕРЕКРЫТИЕ АЭРОСНИМКОВ — части смежных аэроснимков, на которых изображена одна и та же местность. Взаимное перекрытие аэроснимков, смежных в маршруте, называется *продольным*, а аэроснимков соседних маршрутов — *поперечным* перекрытием. Величина перекрытий устанавливается в зависимости от назначения аэроснимков, способа их последующей обработки и от рельефа местности. П. а. выражают в процентах от длины сторон аэроснимка и подсчитывают по формулам

$$p = \frac{100 \cdot p_{\text{л.м.}}}{l_x}; \quad q = \frac{100 \cdot q_{\text{л.м.}}}{l_y},$$

где p и q — продольное и поперечное перекрытия в процентах; $p_{\text{л.м.}}$ и $q_{\text{л.м.}}$ — те же перекрытия в линейной мере; l_x и l_y — длины стороны аэроснимка вдоль маршрута и поперек маршрута.

ПЕРЕНОС ОБЪЕКТОВ С АЭРОСНИМКА НА КАРТУ выполняется одним из следующих способов:

1. По *контурным точкам*. Объект расположен вблизи какой-либо контурной точки аэроснимка, отождествленной на карте. В этом случае перенос объекта сводится к нанесению его на карту относительно отождествленной точки с учетом различия масштабов аэроснимка и карты.

2. *Засечкой*. На аэроснимке и карте (рис. 87) отождествляют две одноименные контурные точки a, b и A, B . С точек A и B

посредством засечки циркулем находят на карте положение M переносимой с аэроснимка точки m . При засечке учитывают различие масштабов аэроснимка и карты, для чего удобно пользоваться клиновым (пропорциональным) масштабом (см. *Масштаб*).

3. Способом Болотова — см. *Болотова способ*.

4. Построением соответственной сетки. На аэроснимке и карте отождествляют четыре одноименные точки расположенные таким четырехугольником, внутри которого находятся подлежащие переносу объекты. Противоположные стороны четырехугольников делят на одинаковое число равных частей и противоположные точки делений соединяют прямыми линиями. В результате на аэроснимке и карте образуются сетки, называемые с о о т в е т с т в е н н ы м и. Пользуясь этими сетками, объекты переносят с аэроснимка на карту, аналогично тому, как это делается при увеличении или уменьшении карты по клеткам.

Все перечисленные способы применимы только для плановых аэроснимков. Для переноса объектов с перспективного аэроснимка строят перспективную сетку (см. *Трансформирование аэроснимков, графический способ*).

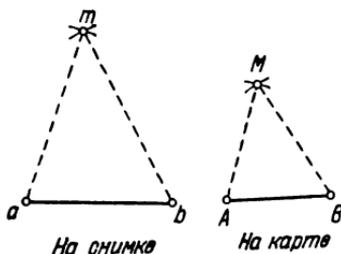


Рис. 87

ПЕРЕХОДНАЯ ТОЧКА — точка, в которой устанавливается инструмент для непосредственной съемки подробностей при мензуральной топографической съемке. Положение П. т. на планшете определяют графически, преимущественно

обратной графической засечкой, используя для этого точки съемочной сети и ранее определенные П. т., полученные с надежным контролем.

П. т. являются дополнительными к точкам съемочной сети, густота их зависит от характера местности: необходимо, чтобы между П. т. не оставалось непросматриваемого пространства.

ПЕРИГЕЙ — ближайшая к Земле точка орбиты Луны или искусственного спутника Земли. Вследствие возмущающей силы Солнца перигей орбиты Луны движется в ту же сторону, что и Луна (к востоку), совершая полный оборот за 8,85 года.

ПЕРИГЕЛИЙ — ближайшая к Солнцу точка орбиты небесного тела (планеты, искусственного спутника), движущегося вокруг Солнца по одному из конических сечений: эллипсу, параболе, гиперболе.

Расстояние П. от центра Солнца называется п е р и г е й н ы м р а с с т о я н и е м.

Вследствие возмущений от других планет П. каждой планеты медленно движется, совершая полное обращение в несколько десятков тысяч лет.

ПЕТЕРСА ФОРМУЛА — формула, предложенная Петерсом в 1856 г. для вычисления средней квадратической ошибки измерения m по сумме абсолютных значений вероятнейших ошибок v , ряда n равноточных измерений,

$$m = k \{ |v| \},$$

где коэффициент $k = \frac{1.25}{\sqrt{n(n-1)}}$ имеет значения, показанные

в таблице:

ПЛАН ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ — изображение местности на бумаге, обычно в крупном масштабе, без учета кривизны земной поверхности. Размер площади, которую можно изобразить на плане, не выходя за пределы заданной точности, определяется формулами:

план без съемки рельефа

$$r = \sqrt[3]{3R^2 \Delta l};$$

план со съемкой рельефа

$$r = \sqrt{2R \Delta h},$$

где R — радиус земного шара (6380 км);

Δl и Δh — заданная точность точек опорной сети по горизонтальному положению и по высоте;

r — радиус круга, в пределах которого обеспечивается заданная точность

Пр и м е р: при $\Delta l = 1$ м план без рельефа можно снять на площади в радиусе 50 км; съемка с рельефом при $\Delta h = 1$ м может быть выполнена без учета кривизны земной поверхности лишь в радиусе 3,6 км.

ПЛАНЕТЫ — небесные шарообразные тела, движущиеся по эллиптическим орбитам вокруг Солнца и светящиеся отраженным солнечным светом. Некоторые характеристики планет даны в таблице:

Названия планет	Ср. расстояние от Солнца в астрономических единицах	Периоды обращения вокруг Солнца в годах	Периоды вращения вокруг оси относительно звезд в единицах среднего времени	Экваториальные диаметры в единицах диаметра Земли	Число известных спутников
Меркурий	0,39	0,24	88 суток	0,38	0
Венера	0,72	0,62	?	0,97	0
Земля	1,00	1,00	23 ^h 56 ^m	1,00	1
Марс	1,52	1,88	24 37	0,53	2
Юпитер	5,20	11,86	9 50	11,3	12
Сатурн	9,54	29,46	10 14	9,4	10
Уран	19,19	84,02	10 ^h 7	4,2	5
Нептун	30,07	164,79	Около 15 ^h	3,9	2
Плутон	39,7	249,7	?	Около 1?	0

Кроме указанных в таблице девяти больших планет, вокруг Солнца движутся (в большинстве между орбитами Марса и Юпитера) малые планеты (астероиды), которых открыто около 1600. Самая крупная малая планета — Церера — имеет в поперечнике около 770 км, а самые мелкие из открытых — около 1 км.

ПЛАНШЕТ. 1. Лист плотной бумаги, наклеенный на жесткую основу и предназначенный для производства на нем топографической съемки. П., на котором нанесены рамки листа снимаемой карты, геодезические пункты, координатная сетка и выполнено зарамочное оформление, обычно называют съемочной трапецией, или просто — трапецией.

2. Деревянная доска квадратной формы с размером стороны от 40 до 70 см, входящая в комплект мензулы (см. *Мензула*).

ПОВЕРКИ НИВЕЛИРОВ

Содержание и порядок поверок и юстировок зависит от типа нивелира (см. *Нивелир*). Основным требованием к нивелирам всех типов, за исключением нивелиров с самоустанавливающейся линией визирования, является параллельность оси уровня и визирной оси трубы.

А. Основные поверки глухого нивелира.

1. Ось цилиндрического (установочного) уровня должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения инструмента. Для выполнения поверки пузырек уровня приводят на середину, поворачивают затем верхнюю часть инструмента на 180° и перемещают пузырек на половину его отклонения от середины при помощи исправительных винтов уровня.

2. Сетка нитей должна быть установлена правильно. Для выполнения поверки наводят горизонтальную нить сетки на ясно видимую точку и наблюдают за перемещением изображения точки относительно нити при микрометренном вращении трубы по азимуту.

3. Визирная ось трубы должна быть параллельна оси уровня. Поверка состоит из двух частей:

а) вертикальная плоскость, проходящая через ось уровня, должна быть параллельна вертикальной плоскости, проходящей через визирную ось трубы. При помощи подъемных винтов инструменту придают небольшие наклоны поперек оси уровня в равные стороны. Если при этих наклонах пузырек смещается в противоположных направлениях, то исправляют положение уровня его боковыми винтами;

б) поверка параллельности осей. Угол i между осью уровня и визирной осью трубы определяют двойным нивелированием между точками, удаленными на 50—75 м одна от другой, с установкой нивелира (окуляра трубы) над точками и наводят по формуле

$$i'' = \rho'' \frac{(k_1 + k_2) - (n_1 + n_2)}{2d},$$

где k_1 и k_2 — точно измеренные высоты инструмента над точками;
 n_1 и n_2 — отсчеты по рейке соответственно при установках k_1 и k_2 ;

d — расстояние между точками;
 $\rho'' = 206\,265''$.

Исправление производится следующим образом. В нивелирах, имеющих элевационный винт, устанавливают им нить на отсчет $n_2 + \Delta$, где $\Delta = \frac{(k_1 + k_2) - (n_1 + n_2)}{2} = d \frac{i''}{\rho''}$, и, действуя исправи-

тельными винтами уровня, совмещают изображение концов пузырька. В нивелирах, не имеющих элевационного винта, отсчет $n_2 + \Delta$ устанавливают передвижением сетки нитей при помощи ее исправительных винтов.

Б. Поверки нивелира НС — глухого нивелира с самоустанавливающейся линией визирования.

1. При наклонах трубы до $\pm 90^\circ$ отсчет по рейке не должен изменяться. Поверку выполняют производством отсчетов по рейке на расстоянии 75 м при крайних положениях отсчетного индекса. Исправление производят передвижением цилиндрического объектива, расположенного в окулярной части трубы, и прямоугольной призмы, расположенной в объективной части.

2. Линия визирования должна быть горизонтальной. Поверку выполняют двойным нивелированием, как описанную выше поверку (пункт 3б) глухого нивелира. Для исправления индекса устанавливают по отсчет $n_2 + \Delta$, действуя исправительными винтами оправы цилиндрического объектива.

В. Основные поверки нивелиров с перекладывающейся трубой и уровнем при трубе.

1. Вертикальные плоскости, проходящие через ось уровня и геометрическую ось трубы, должны быть параллельны. Требование проверяют небольшими поворотами трубы в лагерах в разные стороны. Исправляют так же, как описано в поверке (пункт 3а) глухого нивелира.

2. Ось уровня должна быть параллельна образующей цапф. Поверку выполняют перекладкой трубы в лагерах. Исправление производят перемещением пузырька на половину его отклонения от середины при помощи вертикальных исправительных винтов уровня.

3. Ось уровня должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения инструмента. Поверку выполняют так же, как первую поверку глухого нивелира, но исправление производят при помощи исправительных винтов при подставке.

4. Визирная и геометрическая оси должны совпадать. При выполнении поверки трубу поворачивают в лагерах на 180° и производят отсчеты по неподвижной рейке до и после поворота. Для исправления устанавливают нити на среднее из отсчетов, действуя исправительными винтами сетки нитей.

5. Сетка нитей должна быть установлена правильно. Исправление производят при помощи винта, ограничивающего поворот трубы в лагерах.

6. Поверка равенства диаметров цапф (определение угла i). Угол i определяют так же, как в глухих нивелирах. При значительном угле i уменьшают допустимое неравенство расстояний до реек.

ПОВЕРКИ ТЕОДОЛИТА выполняют, чтобы знать, удовлетворяет ли инструмент, предназначенный для измерения горизонтальных и вертикальных углов, следующим геометрическим и конструктивным к нему требованиям:

1. Вертикальная ось вращения Т. должна быть после его нивелирования строго вертикальной.

Требование удовлетворяется проверкой и исправлением уровня при алидадной части инструмента.

2. Геометрическая ось вращения алидадной части Т. должна проходить через центр делений лимба.

Требование проверяется путем определения элементов эксцентриситета алидады и лимба; влияние эксцентricности оси устраняется отсчетами по двум диаметрально противоположным местам лимба.

3. Визирная ось зрительной трубы при ее вращении вокруг горизонтальной оси должна описывать вертикальную плоскость.

Требование проверяется путем определения величины неперпендикулярности визирной оси трубы к горизонтальной оси вращения (коллимационной ошибки) и величины неперпендикулярности горизонтальной оси вращения трубы к вертикальной оси вращения алидады; для устранения влияния этого источника ошибок горизонтальные углы измеряются при двух положениях трубы: круг лево и круг право.

4. Действительная цена деления отсчетных шкал должна быть близка к конструктивной.

Требование проверяется определением рена отсчетной шкалы и удовлетворяется его исправлением или введением соответствующих поправок.

5. Сетка наклона зрительной трубы не должна иметь наклона в плоскости, перпендикулярной к визирной оси трубы.

Требование удовлетворяется проверкой и поворотом сетки нитей.

6. Визирная ось зрительной трубы не должна изменять своего положения при фокусировке трубы.

Требование проверяется специальными исследованиями; для устранения влияния этого источника ошибок поддерживаются от изменения фокусировки трубы во время измерений.

7. Ось уровня при алидаде вертикального круга не должна смещаться при вращении зрительной трубы вокруг горизонтальной оси.

Требование проверяется вращением зрительной трубы и многократным определением места нуля.

При осмотре теодолита проверяют работу закрепительных, микрометрических и подъемных винтов, исправность штрихов угломерных кругов и закрепление объектива.

ПОЛЕ НЕВИДИМОСТИ — участок местности в каком-либо секторе обзора, невидимый из-за складок рельефа или скрытый за местными предметами. П. н. из-за складок рельефа может быть определено по крупномасштабной топографической карте путем построения профилей по направлениям, исходящим из точки наблюдения.

ПОЛЕВАЯ ПОДГОТОВКА АЭРОСНИМКОВ — геодезические работы, выполняемые с целью определения координат полевых опорных точек (см. *Точки опорные*). Основой для П. п. а. могут служить как пункты государственной геодезической сети, так и точки съемочной сети, причем и сами пункты, и точки этих

сетей также могут быть опорными, если они надежно опознаны на аэроснимках. Количество опорных точек и их расположение зависят от масштабов создаваемой карты и аэроснимков, физико-географических условий района и метода аэрофототопографической съемки.

ПОЛЕЗНАЯ ПЛОЩАДЬ АЭРОСНИМКА — центральная часть аэроснимка, ограниченная линиями, проходящими через середины перекрытий между смежными аэроснимками.

ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКТ ПК-4 — комплект геодезических приборов для проложения полигонометрических и угловых ходов по трехштативной системе, позволяющий измерять длины линий с относительной ошибкой порядка 1 : 10 000 — 1 : 15 000. В комплект входят: две стальные шкаловые 48-метровые ленты, одна из которых является контрольной и предназначена для

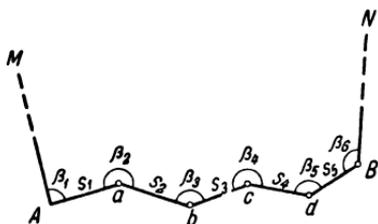


Рис. 88



Рис. 89

проверки длины рабочей ленты, два динамометра со шкалами от 5 до 20 кг и багры для натяжения лент; восемь угломерных марок с подставками и целиками; восемь деревянных раздвижных штативов; одна вилка для подпоры ленты в середине и два термометра-праща для измерения температуры воздуха.

Комплект, уложенный в три транспортировочных ящика, весит 192 кг.

ПОЛИГОНОМЕТРИЯ — метод определения положения геодезических пунктов путем проложения на местности ломаной линии (полигонометрического хода) или системы связанных между собой ломаных линий (полигонометрической сети), в которых измеряются все углы и стороны. На рис. 88 представлен полигонометрический ход $AabcdB$, проложенный между опорными пунктами A и B ; AM и BN — исходные (примычные) направления, a, b, c, d — точки (вершины) хода, β_i — углы и s_i — стороны хода. На рис. 89 показана система ходов, опирающихся на пункты A, B, C, D и исходные направления AM, BN, CO и DP . Точки a и b пересечения ходов — узловые точки.

По точности определения положения пунктов полигонометрию, прокладываемую в общегосударственных целях, разделяют, как и триангуляцию, на четыре класса, причем точность определения полигонометрических пунктов должна быть одинаковой с точностью триангуляции тех же классов.

В прошлом, до поступления на геодезическое вооружение высокоточных светодальномеров, полигонометрические ходы, в которых

линии измерялись спварными проволоками, а углы — высокоточными теодолитами, назывались т р а в е р с а м и. Однако траверсы не получили широкого применения в геодезических работах в СССР.

Полигонометрические ходы, в которых длины линий измеряются обыкновенными стальными мерными лентами, а углы — 30-секундными или 1-минутными теодолитами, называют т е о д о л и т н ы м и х о д а м и. Для контроля и с целью повышения точности длины линий в теодолитных ходах обычно измеряются двумя мерными лентами: 20- и 24-метровой длины (см. *Мерные линейные приборы*). Теодолитные ходы имеют широкое применение в съемочных геодезических сетях.

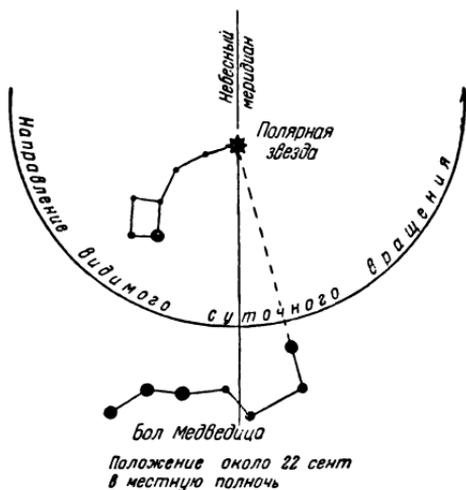


Рис. 90

ПОЛИКОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ — картографические проекции, в которых параллели изображаются дугами различных окружностей, центры которых располагаются на продолжении среднего прямолинейного меридиана, а меридианы — кривые, симметричные относительно среднего (см. *Картографические проекции*, рис. 42).

Наиболее широко применяется простая поликоническая (американская) проекция. Простая П. п. по характеру искажений является произвольной, в ней не сохраняется ни равенство углов, ни пропорциональность площадей. Длины в простой П. п. сохраняются вдоль параллелей и среднего меридиана. Она применяется в США для карт крупного и мелкого масштаба. Видоизмененная простая П. п. в 1909 г. принята в качестве международной для карты масштаба 1 : 1 000 000, которая составляется отдельными трапециями в 4° по широте и в 6° по долготе. Международная проекция характеризуется следующими свойствами:

- 1) все параллели — окружности;
- 2) длины сохраняются на северной и южной параллелях листа и на меридианах, отстоящих от осевого на $\pm 2^\circ$;
- 3) все меридианы — прямые линии.

Наибольшее искажение длин в международной проекции достигает $+0,14\%$, $-0,06\%$, искажение площадей — до $0,08\%$, искажение углов — до $7'$. При сложении четырех листов международной карты масштаба 1 : 1 000 000 возникает угловой разрыв ϵ , определяемый формулой $\epsilon = 25',1 \cos \varphi$, и линейный разрыв l , определяемый формулой $l = 3,25 \cos \varphi$ м.м. Видоизмененная простая П. п. применяется для полетных и бортовых карт масштаба 1 : 1 000 000, 1 : 2 000 000, 1 : 4 000 000. Поликонические проекции применяются также для карт мира.

ПОЛЯРНАЯ ЗВЕЗДА (α созвездия Малой Медведицы, α *Ursae Minoris*) — звезда 2-й звездной величины, расположена приблизительно в направлении оси вращения Земли и поэтому сохраняет почти неизменное положение на небе. П. з. легко находить по созвездию Большой Медведицы (рис. 90). Склонение П. з. в нашу эпоху равно приблизительно 89° .

П. з. широко используется для приближенного ориентирования на местности. Наибольшее азимутальное отклонение направления на П. з. от направления на истинный север может достигать величины $a_{\max} = \frac{0^\circ 55'}{\cos \varphi}$, где φ — широта места наблюдения; значения

величины a_{\max} на разных широтах показаны в табличке. При астрономических наблюдениях П. з. используется для ориентирования инструмента и для определения широты и азимута.

ПОЛЯРНЫЕ КРУГИ, северный и южный — географические параллели с широтами $66^\circ 32'$, северной и южной.

В дни равноденствий (около 21 марта и 23 сентября) Солнце половину своей суточной параллели проходит над горизонтом и половину — под горизонтом. После 23 сентября на Северном полюсе Солнце не восходит, а на Южном — не заходит. В дальнейшем восход Солнца прекращается на географических параллелях с убывающими северными широтами, и 22 декабря Солнце не восходит уже на северном П. к. В следующие сутки склонение Солнца начинает возрастать, на северном П. к. вновь совершается восход Солнца, 21 марта наступает равноденствие и 22 июня на северном П. к. Солнце не заходит, а на южном П. к. — не восходит. В последующие дни, до 22 декабря, склонение Солнца убывает. В силу действия земной рефракции моменты наблюдаемых явлений восхода и захода центра диска Солнца смещаются: восход наблюдается несколько раньше, а заход — позднее.

ПОПРАВКА ЗА КРИВИЗНУ ЗЕМЛИ И РЕФРАКЦИЮ — см. *Нивелирование тригонометрическое.*

ПОПРАВКА ЗА РЕЛЬЕФ — см. *Искажение изображений и Трансформирование аэроснимков.*

ПОПРАВКА ЗА РЕН — поправка в отчет по угломерному кругу за отклонение действительной цены деления μ шкалы отчетного прибора от конструктивной μ_0 . Обычно шкала отчетного прибора, содержащая p делений, конструктивно соответствует целому числу n делений лимба. Если цена деления лимба равна i'' , то будем иметь

$$\mu_0 = \frac{i'' \cdot n}{p}.$$

При наличии рена шкале отчетного прибора соответствует некоторая дуга лимба, равная $i'' \cdot n + r''$, и действительная цена деления шкалы будет

$$\mu = \frac{i'' \cdot n + r''}{p}.$$

Широта φ	a_{\max}
45°	1° 3
60	1 8
65	2 2
70	2 7
75	3 5

Величина r'' — алгебраическая, называется П. з. р. на всю шкалу прибора и определяется путем сравнения шкалы отсчетного прибора с соответствующей ей дугой лимба. Если отсчет по шкале равен некоторому числу k делений, то действительный отсчет будет равен

$$\mu k = \frac{i'' \cdot n}{p} k + \frac{r''}{p} k = \mu_0 k + \frac{r''}{p} k.$$

При измерениях отсчеты записывают, считая цену деления шкалы отсчетного прибора равной конструктивной. Следовательно, в нашем случае будет записан отсчет $\mu_0 k$. Разность

$$\mu k - \mu_0 k = \frac{r''}{p} k$$

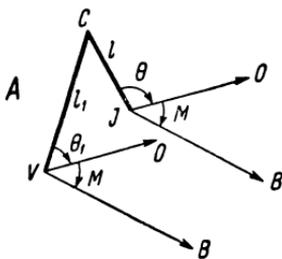


Рис. 91

будет П. з. р. для данного отсчета.

ПОСТРОЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ УГЛА ГРАФИЧЕСКИ

удобно производить по транспортиру, а более точно — пользуясь таблицей хорд, имеющейся, например, в «Пятизначных логарифмических таблицах» Ф. Гаусса. Для определения величины угла из его вершины описывают дугу, окружности радиуса R , затем по величине хорды S_0 , выраженной в длине

радиуса, выбирают из таблицы величину угла. Например, при $R = 10$ см, измеренной длине хорды $S = 5,21$ см из таблицы хорд по величине $S_0 = \frac{S}{R} = 0,521$ выберем угол, равный $30^\circ 12'$. Для построения угла пользуются хордой длиной $S = RS_0$, где S_0 — значение хорды при единичном радиусе, выбранное из таблицы по данному углу. При отсутствии таблицы хорд можно воспользоваться таблицей синусов углов, учитывая, что

$$S_0 = 2 \sin \frac{\alpha}{2}.$$

ПРИВЕДЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ К ЦЕНТРАМ ПУНКТОВ

производится путем введения поправок в измеренное направление в а внецентрированное положение теодолита (поправка за центрировку) и визирной цели (поправка за редукцию). Э л е м е н т а м и ц е н т р и р о в к и для направления с пункта A на пункт B являются: л и н е й н ы й э л е м е н т ц е н т р и р о в к и — горизонтальное расстояние $JC = l$ (рис. 91) от вертикальной оси теодолита J до центра пункта C и у г л о в о й э л е м е н т — $\angle CJB$, считае м ы й в с е г д а при инструменте J от направления на центр C по ходу часовой стрелки до измеренного направления JB . В практике обычно определяется угловой элемент для начального направления с пункта A на пункт O , т. е. $\angle CJO = \theta$. Если измеренное направление на пункт B равно углу $\angle OJB = M$, то угловой элемент центрировки для направления на пункт B будет равен $M + \theta$. Э л е м е н т а м и р е д у к ц и и для обратного направления с пункта B на пункт A , т. е. р е д у к ц и и на пункте A для пункта B , являются: горизонтальное расстояние $VC = l_1$ от оси визирного

цилиндра V до центра C и $\angle CVB = \angle OVB + \angle CVO = M + \theta_1$. Угол $CVO = \theta_1$ всегда считается при точке V от направления VC по ходу часовой стрелки до направления VO .

Элементы центрировки (l, θ) и редукции (l_1, θ_1) определяются проектированием посредством теодолита на лист бумаги (центрировочный лист) точек C, J и V . Проектирование выполняют с трех точек стояния (третья точка — контрольная), прочерчивая на листе следы соответствующих проектирующих вертикальных плоскостей, получаемых каждая визированием при двух положениях зрительной трубы. При точках J и V прочерчивают начальное направление и для контроля какое-либо из измерявшихся направлений. Поправки c'' — за центрировку и r'' — за редукцию вычисляют по формулам

$$c'' = \rho'' \frac{l \cdot \sin(M + \theta)}{s} \quad \text{и} \quad r'' = \rho'' \frac{l_1 \cdot \sin(M + \theta_1)}{s},$$

где $\rho'' = 206252''$ и s — расстояние между пунктами A и B .

Поправки вводят в измеренные направления со своими знаками: поправку c'' — в направлении с пункта A на пункт B , а поправку r'' — в обратное направление, с B на A .

ПРИВЕДЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТЬ РЕФЕРЕНЦ-ЭЛЛИпсоИДА. Геодезические сети при их обработке приводят (редуцируют) на поверхность референц-эллипсоида. С этой целью в измеренные и затем уравненные на станции и приведенные к центрам пунктов направления вводят следующие три поправки:

1. Поправка δ_1 за переход от прямого нормального сечения к геодезической линии, вычисляемая по формуле

$$\delta_1 = -\frac{s^2}{6N_i^2} D + \frac{s^3}{12N_i^3} E_i,$$

где s — расстояние между пунктами i и k измеренного направления ik ;

N_i — длина нормали к поверхности эллипсоида под широтой B_i пункта i ;

$$D = \frac{e^2}{2} \rho'' \sin 2A_{ik} \cos^2 B_i;$$

$$E = \frac{e^2}{4} \rho'' \sin A_{ik} \sin 2B_i;$$

e — эксцентриситет меридианного эллипса;

$\rho'' = 206265''$,

A_{ik} — азимут направления ik .

При $s = 40$ км, $A_{ik} = 45^\circ$, $B_i = 30^\circ$ поправка $\delta_1 \approx -0''{,}003$.

2. Поправка δ_2 за высоту H_k точки визирования над поверхностью референц-эллипсоида, определяемая по формуле

$$\delta_2 = \frac{H_k}{M_i} D - \frac{sH_k}{R_i^2} E,$$

где M_i и R_i — соответственно радиус кривизны меридиана и средний радиус кривизны под широтой B_i ; остальные величины имеют

те же значения, что и в формуле для δ_1 . При $H_k = 1000$ м, $s = 40$ км, $A_{ik} = 45^\circ$ и $B_i = 30^\circ$ поправка $\delta_2 = +0,08$.

3. Поправка δ_3 за уклонение отвеса, вычисляемая по формуле

$$\delta_3 = (\eta_i \cos A_{ik} - \xi_i \sin A_{ik}) \operatorname{ctg} z_{ik},$$

где $\eta_i = (\lambda_i - L_i) \cos \varphi_i$; $\xi_i = \varphi_i - B_i$; φ_i и λ_i — астрономические, а B_i и L_i — геодезические широта и долгота точки i ;

A_{ik} — азимут направления ik ;

z_{ik} — наблюдаемое зенитное расстояние направления ik .

Для получения приведенного на поверхность референц-эллипсоида направления $(N_{ik})_0$ поправки алгебраически вводят в приведенное к центрам пунктов измеренное направление N_{ik}

$$(N_{ik})_0 = N_{ik} + \delta_1 + \delta_2 + \delta_3.$$

ПРИВЕДЕНИЕ РАССТОЯНИЙ К ГОРИЗОНТУ, К СРЕДНЕЙ СФЕРОИДИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ И НА ПОВЕРХНОСТЬ РЕФЕРЕНЦ-ЭЛЛИпсоиДА. Приведение измеренного мерным линейным прибором расстояния к горизонту производится путем введения в него поправок, находимых для наклонных участков по формуле

$$\delta_h = -\frac{h^2}{2s} - \frac{h^4}{8s^3}, \quad (1)$$

где h — разность высот начальной и конечной точек наклонного участка, определяемая геометрическим нивелированием, а при измерениях малой точности — тригонометрическим нивелированием; s — длина наклонного участка.

Для приведения измеренного светового или радиодальномером расстояния к средней сфероидической поверхности поправку δ_h в измеренное расстояние s вычисляют по формуле (1), в которой h — разность высот приемо-передатчика и отражателя. Высоты этих приборов вычисляют как суммы: абсолютной высоты центра пункта в системе нормальных высот, высоты прибора над центром и высоты квазигеоида над референц-эллипсоидом для данного пункта. Высота приемо-передатчика определяется до визирной оси трубы, а отражателя — до центрального объектива.

Приведение расстояния на поверхность референц-эллипсоида производится путем введения в него поправки δ_s , находимой по формуле

$$\delta_s = -s \frac{H_m + h}{R_A + H_m + h},$$

где H_m — высота средней точки измеренного расстояния над уровнем моря (квазигеоидом), h — высота в этой точке квазигеоида над референц-эллипсоидом, s — расстояние, приведенное к горизонту или к средней сфероидической поверхности, и R_A — радиус кривизны нормального сечения эллипсоида под широтой средней точки расстояния и под азимутом этого расстояния (см. *Радиус кривизны нормального сечения под азимутом A*).

Под средней сферической поверхностью понимается поверхность, параллельная поверхности референц-эллипсоида и проходящая через среднюю точку наклонной линии. Если H_i и H_k — абсолютные высоты точек i и k в системе нормальных высот, то

$$H_m = \frac{1}{2} (H_i + H_k).$$

ПРИВЕДЕНИЕ РАССТОЯНИЙ К ЦЕНТРАМ ПУНКТОВ.

В измеренное свето- или радиодальномером расстояние вводят поправку δ_e за внецентренное положение приемо-передатчика светодальномера или ведущей станции радиодальномера и поправку δ_r за внецентренное положение отражателя или ведомой станции. Поправки вычисляют по формулам

$$\delta_e = -l \cos (M + \theta)$$

$$\delta_r = -l_1 \cos (M + \theta_1).$$

Элементы центрировки на начальном пункте и редукции на конечном определяются так же, как и для угловых измерений (см. *Приведение направлений к центрам пунктов*).

ПРОЕКТОР — оптический прибор, при помощи которого воспроизводится на экране в увеличенном, уменьшенном или в том же масштабе изображение негатива, диапозитива, аэроснимка и карты. Простейшим видом П. является увеличитель, применяемый фотолюбителями для печати снимков с узкоплечных негативов. В фотограмметрических работах используются П., воспроизводящие прозрачные изображения, т. е. с негатива или диапозитива. П. широко применяются в картосоставительских работах.

ПРОЕКЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНАЯ — изображение какого-либо предмета на плоскости при помощи проектирующих лучей, исходящих из одной точки (центра). На рис. 92 $ABCDE$ — изображаемый предмет; S — центр проектирования; SA, SB, SC, SD, SE — проектирующие лучи; плоскость P , содержащая изображение $abcde$, — картинная плоскость. Типичным представителем П. ц. является фотоснимок; здесь центр проектирования — задняя узловая точка объектива фотоаппарата, а картинная плоскость — плоскость негатива.

ПРОФИЛЬ МЕСТНОСТИ — вертикальный разрез рельефа местности. Для построения профиля по какому-либо направлению на топографической карте прочерчивают прямую, на которой отмечают и определяют по горизонталям высоты точек пересечения ее с вершинами высот и перегибами скатов. Эти точки переносят на линию основания профиля на чертеже и восстанавливают в них перпендикуляры к основанию, по которым в крупном масштабе (в 5—10 раз крупнее масштаба карты) откладывают относительные высоты

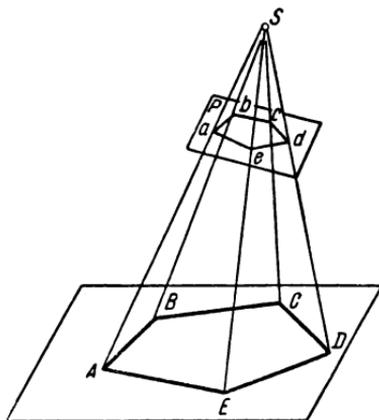


Рис. 92

точек над той из них, которая имеет наименьшую абсолютную высоту. Полученные точки соединяют плавной кривой, которая и будет изображением профиля рельефа по данному направлению.

ПРЯМОЕ ВОСХОЖДЕНИЕ СВЕТИЛА — сферический угол при северном полюсе мира, образованный часовым кругом *точки весеннего равноденствия* и часовым кругом (кругом склонения) светила; обозначается обычно буквой α , выражается в *часовой мере углов* и отсчитывается от часового круга точки весеннего равноденствия навстречу видимому суточному движению светил от 0 до 24^h . П. в. с. не изменяется по причине суточного вращения Земли и является координатой, помещаемой в каталогах координат небесных светил.

ПУНКТ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ — отмеченная на местности деревянным, кирпичным или бетонным столбом точка, координаты которой (широта и долгота) и азимут направления на ориентирный пункт определены из наблюдений небесных светил.

Астрономические и геодезические координаты и азимуты одних и тех же пунктов различаются между собой вследствие уклонений отвесных линий от нормалей к референц-эллипсоиду.

ПУНКТ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ — пункт геодезической сети, отмеченный на местности заложением в землю центром и возведенным над ним знаком, окопанным канавой. Координаты центра пункта (абсцисса, ордината и абсолютная высота), а также дирекционные углы направлений на ориентирные пункты указываются в геодезических каталогах. Ориентирные пункты отмечаются на местности заложением в землю центром и установленным на нем деревянным или бетонным столбом, окопанным круглой канавой.

Р

РАВНОПРОМЕЖУТОЧНЫЕ АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ (проекция Постеля) — картографические проекции, в которых параллели полярной (прямой) проекции изображаются одноцентренными равноотстоящими окружностями, а меридианы — прямыми линиями, сходящимися в общем центре параллелей (рис. 93, а). В экваториальных (поперечных) Р. а. п. (рис. 93, б) параллели и меридианы — кривые линии, симметричные относительно прямолинейных экватора и центрального меридиана. В горизонтальных (косых) Р. а. п. (рис. 93, в) параллели и меридианы изображаются кривыми линиями. В Р. а. п. имеются искажения и углов и площадей. Масштаб вдоль меридианов полярной проекции и вертикалов (прямых, сходящихся в центральной точке) экваториальной и горизонтальной проекций, постояен. Изоколы в Р. а. п. — окружности с центром в центральной точке проекции. Р. а. п. обладают свойством изображать без искажений расстояния от центральной точки до любой точки проекции и углы с вершиной в центральной точке. Поэтому данные проекции широко применяются для составления мелкомасштабных карт, предназначенных для измерения расстояний и азимутов от выбранного центрального пункта до любой

точки карты. Р. а. п. применяются также для составления астрономических карт и карт полушарий. Сетка поперечной Р. а. п. используется при графическом решении задач сферической геометрии и астрономии.

Ф о р м у л ы Р. а. п. д л я ш а р а :

$$x = \rho \cos \delta; \quad y = \rho \sin \delta;$$

$$\rho = Rz;$$

$$\mu_1 = 1; \quad \mu_2 = \frac{z}{\sin z}; \quad p = \mu_2; \quad \sin \frac{\omega}{2} = \frac{z - \sin z}{z + \sin z}.$$

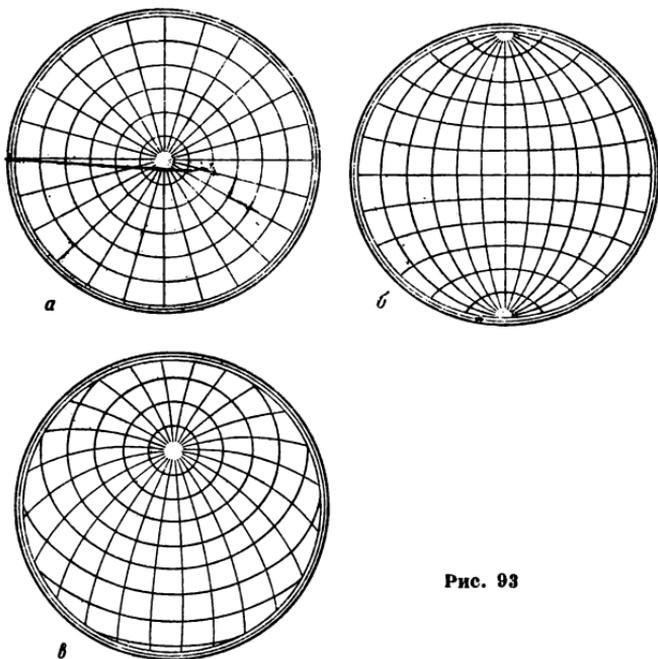


Рис. 93

Здесь

x и y — абсцисса и ордината изображения точки, имеющей на шаре координаты z и δ ;

z и δ — полярные сферические координаты косо́й или поперечной систем координат (для нормальной системы $z = \frac{\pi}{2} - \varphi$, $\delta = \lambda$);

ρ — радиус параллелей (альмукантаратов) на проекции;

μ_1 — масштаб длин вдоль меридианов (вертикалов);

μ_2 — масштаб длин вдоль параллелей (альмукантаратов);

p — масштаб площадей;

ω — наибольшее искажение углов;

R — радиус земного шара.

Связь полярных координат z и δ с географическими φ и λ см. в статье *Стереографическая проекция*.

РАВНЫХ АЗИМУТОВ ЛИНИЯ — линия, в каждой точке которой азимут направления на одну и ту же точку (источник звуковых, световых или радиосигналов) постояен. На рис. 94 A — источник сигналов, P — полюс земного шара, Р. а. л. — линия равных азимутов. Р. а. л. используется как *линия положения* при определении места самолета по азимутам (пеленгам) наземных радиостанций. Уравнение Р. а. л. на сфере

$$\operatorname{ctg} \alpha = \cos \varphi \operatorname{tg} \varphi_0 \operatorname{cosec} (\lambda_0 - \lambda) - \sin \varphi \operatorname{ctg} (\lambda_0 - \lambda),$$

где φ и λ — широты и долготы точек на Р. а. л.;

α — постоянный азимут на точку с координатами φ_0, λ_0 .

РАВНЫХ РАЗНОСТЕЙ РАСТОЯНИЙ ЛИНИЯ — *линия положения*

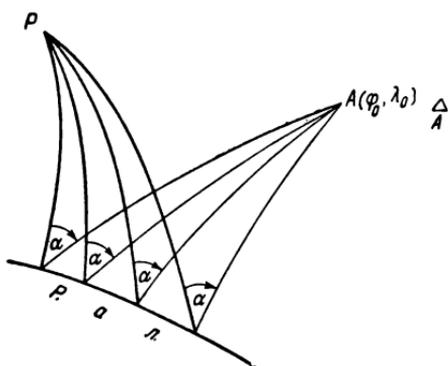


Рис. 94

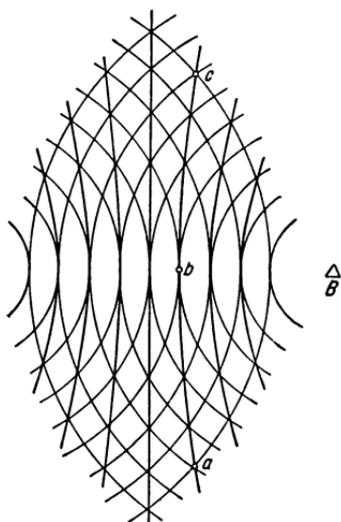


Рис. 95

жения, от каждой точки которой разность расстояний до двух данных точек на земной поверхности (обычно точек радиостанций) постоянна. На плоскости такой линией является гипербола, на сфере — сферическая гипербола. Линия равных разностей расстояний применяется для определения места корабля или самолета при использовании гиперболических радионавигационных систем и специальных карт с нанесенными на них изображениями сферических гипербол. На плоскости линии равных разностей расстояний можно получить, соединяя плавными кривыми точки пересечения соответствующих окружностей (линий равных расстояний), имеющих центры в точках расположения двух радионавигационных станций. На рис. 95 A и B — данные точки, abc — одна из линий равных разностей расстояний до точек A и B ($Aa - Ba = Ab - Bb = Ac - Bc$).

РАВНЫХ РАСТОЯНИЙ ЛИНИЯ — геометрическое место точек, равноудаленных от некоторой точки на земной поверхности. Все малые и большие круги на земном шаре являются Р. р. л. Положение Р. р. л. определяется координатами центра (φ_0, λ_0) и величиной ее сферического радиуса r . Координаты — широты φ

и долготы λ — точек Р. р. л. на сфере, лежащих в северном и южном секторах, вычисляют по формуле

$$\cos(\lambda_0 - \lambda) = \frac{\cos r}{\cos \varphi \cos \varphi_0} - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \varphi_0,$$

причем обычно задаются значением φ и находят значение λ .

Координаты точек, лежащих в восточном и западном секторах, Р. р. л., вычисляют по формуле:

$$\varphi = 90^\circ - (x + y),$$

где

$$\operatorname{tg} x = \operatorname{ctg} \varphi_0 \cdot \cos(\lambda_0 - \lambda);$$

$$\cos y = \cos r \cdot \sec v;$$

$$\sin v = \cos \varphi_0 \sin(\lambda_0 - \lambda),$$

при этом задаются значениями долготы λ и находят вспомогательные величины x , y и v , а затем широту φ .

Р. р. л. используется как *линия положения* при решении навигационных задач, например при определении места корабля или самолета с помощью орбит, определяемых дальномерной (круговой) радиотехнической системой.

РАДИАН — см. *Меры угловые*.

РАДИОВЫСОТОМЕР — прибор, применяемый при аэрофото съемке для определения высоты фотографирования. По принципу устройства Р. представляет собой радиолокатор импульсного действия и состоит из передатчика, приемника и индикатора. В момент экспозиции передатчик излучает направленный на землю импульс электромагнитных волн, часть которых, отраженная от земли, улавливается приемником и поступает в индикатор. Промежуток времени от момента излучения импульса до приема отраженного импульса пропорционален длине пройденного им пути, и шкала индикатора нанесена так, что отсчет по ней показывает расстояние от самолета до земли в момент фотографирования.

При аэрофотосъемке, в моменты экспозиций, дополнительной камерой фотографируются показания нумератора аэроснимков и индикатора, что позволяет установить, к какому аэроснимку относятся эти показания. Современные Р. позволяют определить высоту фотографирования с точностью порядка 3 м. В горных районах из-за сложности рельефа точность ниже.

РАДИОДАЛЬНОМЕР — радиолокационный прибор для измерения расстояний в геодезических сетях, основанный на использовании скорости распространения коротких радиоволн.

Принцип действия Р. состоит в определении времени запаздывания радиоимпульсов, проходящих удвоенное расстояние между излучателем импульсов (ведущей станцией) и отражателем (ведомой станцией), относительно импульсов, непосредственно поступающих от излучателя. Связь между расстоянием D и временем запаздывания Δt радиоимпульсов выражается формулой

$$D = v \frac{\Delta t}{2},$$

где v — скорость распространения радиоимпульсов.

Наиболее широкое распространение находят P с определением расстояний по разности (сдвигу) фаз излучаемых и отраженных радиоволн.

При радиодальномерных измерениях обязательно учитывается состояние атмосферных условий (температуры, влажности, атмосферного давления), от которых зависит скорость распространения радиоволн.

Радиодальномеры позволяют измерять расстояние от нескольких сот метров до 30 км и более. Точность радиодальномерных измерений обуславливается инструментальными и метеорологическими источниками ошибок, а также характером и степенью отражения радиоволн от подстилающей поверхности по пути распространения радиолуча.

Высокоточный советский радиодальномер ВРД, разработанный в Центральном научно-исследовательском институте геодезии, аэро съемки и картографии, применяется для измерения длин сторон в геодезических сетях 2 и ниже классов. Дальномер состоит из одной ведущей и двух ведомых станций, передвижной электростанции и выпрямителя для зарядки аккумуляторных батарей.

РАДИУС КРИВИЗНЫ МЕРИДИАНА. Радиус кривизны всякой плоской кривой в данной ее точке есть радиус бесконечно малой дуги кривой в этой точке, принимаемой за дугу окружности. P к. м. в какой-либо его точке обычно обозначается буквой M и является следующей функцией геодезической широты B этой точки:

$$M = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 B)^{3/2}},$$

где a — большая полуось и e — эксцентриситет меридианного эллипса.

На экваторе

$$M_{B=0^\circ} = a(1 - e^2);$$

на полюсах

$$M_{B=\pm 90^\circ} = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2}} = \frac{b}{1 - e^2} = \frac{a^2}{b},$$

где b — малая полуось меридианного эллипса.

Значения P к. м. для разных широт приводятся в геодезических таблицах, причем в них обычно даются значения величины, обозначаемой через (1) и равной

$$(1) = \frac{\rho''}{M},$$

где $\rho'' = 206\,264'',8062$ — величина радиана, выраженного в секундах градусной меры углов.

РАДИУС КРИВИЗНЫ НОРМАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ПОД АЗИМУТОМ A обычно обозначается через R_A и является следующей функцией геодезической широты B данной точки поверхности эллипсоида и азимута A нормального сечения:

$$R_A = \frac{M \cdot N}{N \cos^2 A + M \sin^2 A} = \frac{N}{1 - e'^2 \cos^2 B \cos^2 A},$$

где M и N — соответственно радиусы кривизны меридиана и первого вертикала под широтой B ; e'^2 — квадрат второго эксцентриситета меридианного эллипса.

Таблица величин R_A^*

$x_{н.н.}$ (проекции Гаусса)	$\begin{matrix} A \\ B \end{matrix}$	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
		180 360	170 350	160 340	150 330	140 320	130 310	120 300	110 290	100 280	270
0	0°	6336	6337	6341	6346	6353	6361	6367	6373	6377	6378
1110	10	38	39	43	48	54	62	67	73	77	78
2210	20	43	44	47	52	59	66	72	77	80	81
3320	30	52	54	57	61	66	72	76	80	83	84
4430	40	62	62	64	68	71	76	79	83	85	87
5540	50	73	74	75	78	81	83	86	89	90	91
6650	60	84	84	85	86	88	90	92	93	93	94
7770	70	92	93	93	94	95	96	97	98	98	98
8885	80	98	97	98	97	98	98	98	98	98	99

* Таблица заимствована из книги П. А. Гайдаева «Уравнивание геодезической сети 3 и 4 классов», М., изд. «Недра», 1965, стр. 159.

РАДИУС КРИВИЗНЫ ПЕРВОГО ВЕРТИКАЛА. Первым вертикалом в какой-либо точке поверхности эллипсоида называется сечение эллипсоида плоскостью, проходящей через нормаль к поверхности эллипсоида в этой точке и перпендикулярной к плоскости меридиана. Р. к. п. в. обычно обозначается буквой N и является следующей функцией геодезической широты B данной точки:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}},$$

где a — большая полуось и e^2 — квадрат эксцентриситета меридианного эллипса.

На экваторе

$$N_{B=0^\circ} = a;$$

на полюсах

$$N_{B=\pm 90^\circ} = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2}} = M_{B=\pm 90^\circ}$$

(радиусу кривизны меридиана).

Р. к. п. в. в какой-либо точке эллипсоида равен длине нормали к поверхности эллипсоида в этой точке.

Значения Р. к. п. в. для разных широт приводятся в геодезических таблицах, причем в них обычно даются значения величины, обозначаемой через (2) и равной

$$(2) = \frac{\rho''}{N},$$

где $\rho'' = 206\,264'',8062$ — величина радиана, выраженного в секундах градусной меры углов.

РАДИУС КРИВИЗНЫ СРЕДНИЙ в данной точке поверхности эллипсоида обычно обозначается буквой R и является следующей функцией геодезической широты B этой точки:

$$R = \frac{a \sqrt{1-e^2}}{1-e^2 \sin^2 B} = \sqrt{MN},$$

где a — большая полуось, e^2 — квадрат эксцентриситета меридианного эллипса, M и N — радиусы кривизны меридиана и первого вертикала под широтой B .

Значения R для разных широт приводятся в геодезических таблицах.

Ниже в таблице приведены значения R через один градус широты, округленные до десятых долей километра; эллипсоид Красовского.

Таблица величин R

Широта B	$R_{км}$	Широта B	$R_{км}$	Широта B	$R_{км}$
0°	6356,9	30°	6367,5	60°	6388,9
1	6356,9	31	6368,2	61	6389,6
2	6356,9	32	6368,8	62	6390,2
3	6357,0	33	6369,5	63	6390,8
4	6357,1	34	6370,2	64	6391,4
5	6357,2	35	6370,9	65	6392,0
6	6357,3	36	6371,6	66	6392,6
7	6357,5	37	6372,3	67	6393,1
8	6357,7	38	6373,0	68	6393,7
9	6357,9	39	6373,8	69	6394,2
10	6358,1	40	6374,5	70	6394,7
11	6358,4	41	6375,2	71	6395,1
12	6358,7	42	6376,0	72	6395,6
13	6359,0	43	6376,7	73	6396,0
14	6359,4	44	6377,5	74	6396,4
15	6359,7	45	6378,2	75	6396,8
16	6360,1	46	6379,0	76	6397,2
17	6360,5	47	6379,7	77	6397,5
18	6360,9	48	6380,4	78	6397,8
19	6361,4	49	6381,2	79	6398,1
20	6361,8	50	6381,9	80	6398,4
21	6362,3	51	6382,7	81	6398,6
22	6362,8	52	6383,4	82	6398,9
23	6363,4	53	6384,1	83	6399,1
24	6363,9	54	6384,8	84	6399,2
25	6364,5	55	6385,5	85	6399,4
26	6365,0	56	6386,2	86	6399,5
27	6365,6	57	6386,9	87	6399,6
28	6366,3	58	6387,6	88	6399,6
29	6366,9	59	6388,3	89	6399,7
30	6367,5	60	6388,9	90	6399,7

РАДИУС ПАРАЛЛЕЛИ. Каждая географическая параллель есть окружность, радиус r которой является следующей функцией геодезической широты B данной параллели

$$r = N \cos B = \frac{a \cdot \cos B}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}},$$

где N — длина нормали к поверхности эллипсоида под широтой B ;
 e^2 — квадрат эксцентриситета меридианного эллипса.

РАЗГРАФКА И НОМЕНКЛАТУРА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ В СССР. Рамками (границами) листов топографических карт в СССР служат географические параллели и меридианы. Листы карт разных масштабов имеют размеры, показанные в таблице.

Масштаб карты	Размеры листов карт в градусной мере	
	по широте	по долготе
1 : 1 000 000	4°	6°
1 : 500 000	2°	3°
1 : 200 000	40'	1°
1 : 100 000	20'	30'
1 : 50 000	10'	15'
1 : 25 000	5'	7',5

В основе разграфки и номенклатуры топографических карт в СССР, т. е. системы деления карт на отдельные листы и их обозначения, лежит карта масштаба 1 : 1 000 000.

Карта масштаба 1 : 1 000 000 параллелями делится на ряды, каждый по 4° широты, а меридианами — на колонны, каждая по 6° долготы (рис. 96). Ряды обозначаются заглавными латинскими буквами от экватора, а колонны — арабскими цифрами, считая от меридиана 180° с запада на восток. Номенклатура листа карты состоит из буквы ряда и номера колонны. Например, лист на район г. Свердловска обозначается О-41 (см. рис. 96).

Карта масштаба 1 : 500 000. Каждый лист этой карты является четвертой частью листа карты масштаба 1 : 1 000 000 и обозначается номенклатурой листа миллионной карты с добавлением одной из заглавных букв А, Б, В, Г (рис. 97) русского алфавита, указывающей соответствующую четверть. Например, лист карты масштаба 1 : 500 000 на район г. Свердловска имеет номенклатуру О-41-В (рис. 96 и 97).

Лист карты масштаба 1 : 200 000 получают делением миллионного листа на 36 частей; номенклатура его состоит из обозначения листа карты миллионного масштаба с добавлением одной из римских цифр I, II, III, ..., XXXVI. Например, лист карты масштаба 1 : 200 000 на район г. Свердловска имеет номенклатуру О-41-XXV (рис. 97 и 96; широта $\approx 56^\circ 50'$, долгота $\approx 60^\circ 30'$ от Гринвича).

Лист карты масштаба 1 : 100 000 получают делением листа миллионной карты на 144 части; номенклатура его состоит из обозначения листа миллионной карты с добавлением одного из чисел 1, 2, 3, ..., 144 (рис. 98). Типовое написание номенклатуры листа карты масштаба 1 : 100 000 будет, например, М-45-125..

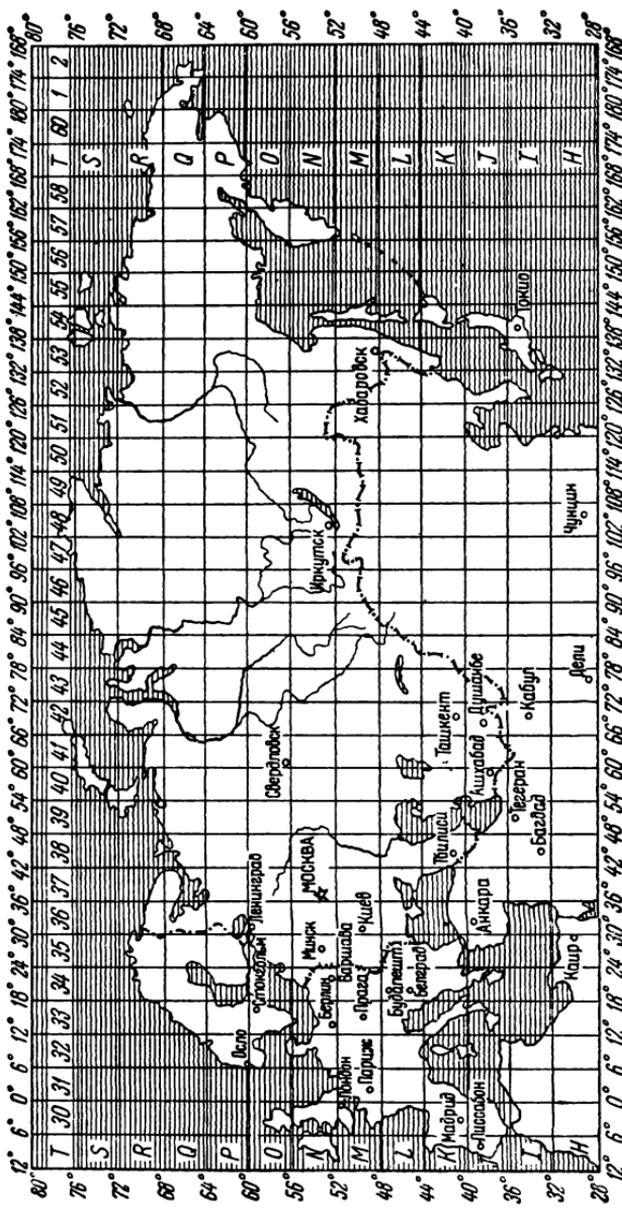


Рис. 96

		1°	2°	3°	4°	5°		
4°00	XXXVI	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXI
	VI	I	II	III	IV	V	VI	I
3°20	XII	VII	A			Б	XII	VII
2°40	XVIII	XIII					XVIII	XIII
2°00	XXIV	XIX					XXIV	XIX
1°20	XXX	XXV	В			Г	XXX	XXV
0°40	XXXVI	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXI
	VI	I	II	III	IV	V	VI	I
		1°	2°	3°	4°	5°		

Рис. 97

		30'	1°	30'	2°	30'	3°	30'	4°	30'	5°	30'	6°	
4°	144	133	134	136	136	137	138	139	140	141	142	143	144	133
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
40'	24	13											24	13
20'	36	25		27		29		31		33			36	25
3°	48	37											48	37
40'	60	49			52		54		56		58		60	49
20'	72	61											72	61
2°	84	73		75		77		79		81			84	73
40'	96	85											96	85
20'	108	97			100		102		104		106		108	97
1°	120	109											120	109
40'	132	121		123		125		127		129			132	121
20'	144	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	133
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
		30'	1°	30'	2°	30'	3°	30'	4°	30'	5°	30'	6°	

Рис. 98

Лист карты масштаба 1 : 50 000 получают делением листа карты масштаба 1 : 100 000 на 4 части; его номенклатура состоит из номенклатуры карты масштаба 1 : 100 000 и одной из заглавных букв А, Б, В, Г русского алфавита, например: М-45-125-А (рис. 99).

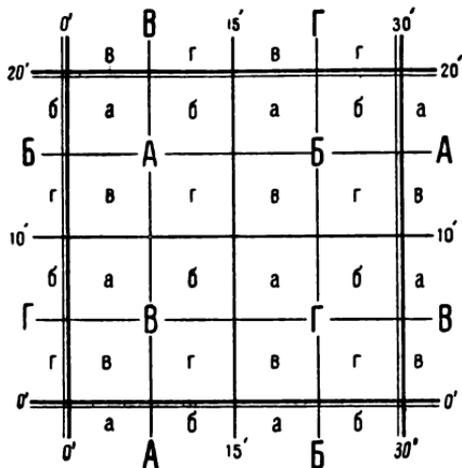


Рис. 99

Лист карты масштаба 1 : 25 000 получают делением листа карты масштаба 1 : 50 000 на 4 части; его номенклатура состоит из номенклатуры листа карты масштаба 1 : 50 000, в пределах которого расположен данный лист, с добавлением одной из строчных букв а, б, в, г русского алфавита; например: М-45-125-А-б (см. рис. 99).

Номенклатуры листов карт на какой-либо район удобно определять по сборным таблицам — схематическим картам мелкого масштаба, на которых показана

разграфка и номенклатура карт разных масштабов. Номенклатуры листов, смежных с имеющимся листом, можно узнать по подписям на рамке с соответствующей стороны (см. например, рис. 100, западную и восточную рамки листа N-36-1 карты масштаба 1 : 100 000) или по схеме разграфки карт (см. рис. 96, 97, 98, 99).

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ (изображение на картах) образуется естественной растительностью (леса, кустарники, луга и др.) и искусственными насаждениями (сады, плантации, огороды). Изображение Р. п. на картах подчинено обычным законам картографической генерализации: с уменьшением масштаба карты детальность изображения Р. п. уменьшается, причем на мелкомасштабных общегеографических картах изображение Р. п. обычно вообще отсутствует. Площади Р. п., выражающиеся в масштабе карты, изображаются на ней с помощью фоновых заливок, сеток и заполняющих контуры штриховых условных знаков, а невыражающиеся — внемасштабными условными знаками. На топографических картах некоторые виды Р. п. сопровождаются количественными и ка-

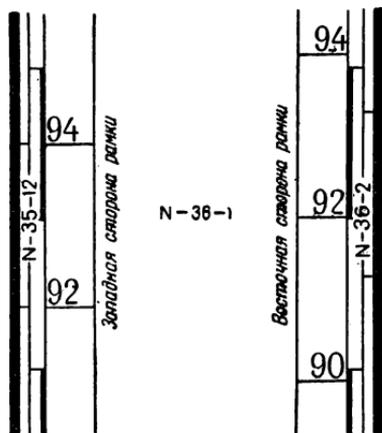


Рис. 100

Рис. 100

чественными характеристиками: порода, толщина, высота деревьев в лесу, высота кустарника и др.

РАСЧЕТ ВЫСОТ ЗНАКОВ — определение высот инструмента над землей, при которых открывается видимость между пунктами по сторонам геодезической сети. Для Р. в. з. необходимо иметь карту масштаба 1 : 100 000 или крупнее.

Пусть между пунктами A и B (рис. 101) имеется препятствие в точке C , на расстояниях S_1 и S_2 от соответствующих пунктов. По карте определяются абсолютные высоты поверхности земли: H_1 и H_2 — на пунктах A и B и H_C — в точке C . Рекогносцировкой

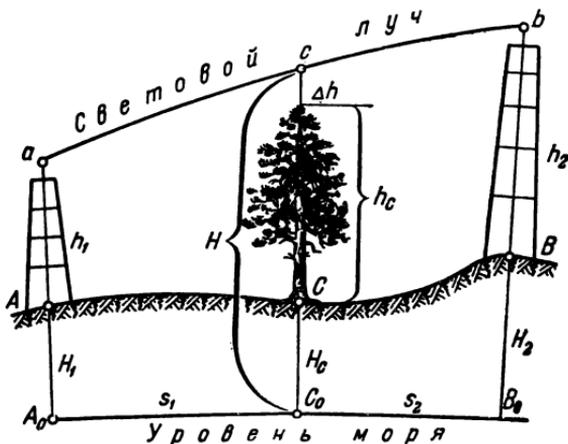


Рис. 101

определяют высоту h_C препятствия и затем подсчитывают абсолютную высоту N визирного луча на вертикали препятствия:

$$N = H_C + h_C + \Delta h, \quad (1)$$

где Δh — высота визирного луча над препятствием.

Зависимость между высотами знаков $Aa = h_1$ и $Bb = h_2$, при которых открывается видимость между точками a и b , выражается формулой

$$h_2 = N - \frac{s_2}{s_1} h_1, \quad (2)$$

где

$$N = \frac{s_2}{s_1} (H - H_1 + v_1) + H - H_2 + v_2,$$

обусловленные кривизной Земли и рефракцией величины v_1 и v_2 , выраженные в метрах, можно находить по формуле

$$v_{1,2} \text{ м} = 0,067 (s_{1,2} \text{ км})^2; \quad (3)$$

причем расстояния s_1 и s_2 должны быть выражены в километрах.

По формуле (2) можно рассчитать высоту знака в одной из точек A или B , если имеется знак в другой. При необходимости рассчитать знаки в обеих точках можно задаться минимальной высотой знака в дальней от препятствия точке и рассчитать высоту другого знака по формуле (2). В этом случае сумма высот знаков будет минимальной. В практике пользуются также правилом, чтобы высоты знаков были обратно пропорциональны расстояниям s_1 и s_2 , т. е.

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{s_2}{s_1} = m. \quad (4)$$

При этом условии будем иметь

$$h_1 = \frac{m}{1+m^2} N \text{ и } h_2 = \frac{1}{1+m^2} N,$$

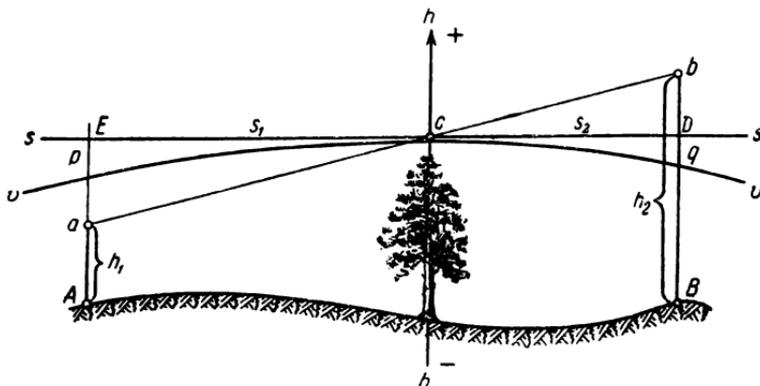


Рис. 102

причем сумма высот знаков будет несколько больше, чем в первом расчете, но зато высота наибольшего знака будет меньше. Предпочтительность того или иного расчета определяется конкретными условиями постройки знаков.

Р. в. з. может быть выполнен по графику (рис. 102), изготовленному на миллиметровой бумаге. На рис. 102: ss — ось расстояний, по которой принимается масштаб 1 : 100 000 или масштаб карты; hh — ось высот с масштабом 1 : 1000 (в 1 см — 10 м); vv — кривая (парабола), построенная по уравнению (3). Условно принимается, что все точки кривой vv имеют абсолютную высоту H , рассчитанную по формуле (1). Оси ss , hh и кривую vv вычерчивают заблаговременно тушью. Остальные построения рекомендуется выполнять карандашом на прозрачной бумаге, наложенной на график.

Начало координат c принимают за вершину препятствия, и от него по оси ss откладывают в принятом масштабе отрезки $CE = s_1$ и $CD = s_2$. На кривой vv отмечают по вертикалям точек E и D соответственно точки p и q . Затем на графике находят положение точек A и B , для чего откладывают от точек p и q соответственно величины $H_1 - H$ и $H_2 - H$ с учетом их знаков (при отрицательной разности — вниз). Любая прямая ab , проведенная через начало координат c , будет изображением на графике светового луча acb ,

показанного на рис. 101, а отрезки Aa и Bb будут высотами знаков, открывающими видимость между пунктами A и B .

РЕГЛАМЕНТНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ КОНТРОЛИ — система инструментальных контролей по проверке стабильности направлений, необходимых для ориентирования боевой техники на местности. Р. г. к. выполняются с целью обеспечения своевременной и надежной готовности ориентирных направлений к боевому использованию.

Виды и содержание Р. г. к. приведены в специальной литературе.

РЕГЛАМЕНТНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ — комплекс мероприятий по поддержанию постоянной готовности боевых позиций в геодезическом и топографическом отношении. Основным содержанием Р. г. р. являются регламентные геодезические контроли.

РЕДАКТИРОВАНИЕ КАРТ — разработка содержания и рациональных методов создания карты. Р. к. включают:

— изучение картографируемой территории в физико- и экономико-географическом отношении и выявление ее типичных особенностей, подлежащих отображению на карте;

— сбор, изучение и составление рекомендаций по использованию картографических материалов;

— обеспечение единства в содержании и оформлении листов многолистовой карты;

— выбор методов составительских, оформительских и издательских работ.

РЕДУКЦИИ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ — поправки, вводимые в измеренное на земной поверхности значение силы тяжести для приведения его на поверхность геоида или на заданный горизонт.

Существуют различного рода редукции силы тяжести.

1. Редукция за свободный воздух вычисляется по формуле

$$\Delta g_1 = 2 \frac{\bar{\gamma}}{R} H,$$

где R — радиус земного шара;

H — высота над уровнем моря в метрах;

$\bar{\gamma}$ — среднее значение нормального ускорения силы тяжести на земной поверхности.

Если принять $R = 6\,371\,200$ м, а $\bar{\gamma} = 979\,770$ мгл, то

$$\Delta g_1 \approx 0,3086 H \text{ мгл.}$$

При определении поправки за свободный воздух предполагается, что между точкой наблюдения и уровнем моря никаких притягивающих масс нет, т. е. учитывается только изменение силы тяжести с высотой.

2. Редукция Буге вычисляется по формуле

$$\Delta g_2 = \Delta g_1 - 2\pi f D H,$$

где Δg_1 — поправка за свободный воздух;

D — плотность пород в районе указанной точки;

f — постоянная тяготения;

H — высота над уровнем моря, м.

При $f = 6,67 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/2 \cdot \text{сек}^2$, $\Delta g_2 \approx 0,0418 D H \text{ мгл.}$

Р. Буге, кроме приведения за свободный воздух, дополнительно учитывает притяжение плоского слоя масс толщиной, равной высоте точки наблюдения над уровнем моря.

3. Редукция Прея — Пуанкаре вычисляется по формуле

$$\Delta g_3 \approx 0.3086H' - 2 \cdot 0.0418DH' \text{ мгл,}$$

где H' — глубина от поверхности Земли до точки, для которой определяется ускорение силы тяжести;

D — плотность пород в районе данной точки.

Р. Прея — Пуанкаре используют для получения ускорения силы тяжести на некоторой глубине от поверхности Земли и для перевычисления ускорения силы тяжести внутри Земли с одного горизонта на другой. В последнем случае H' — разность высот горизонтов.

РЕДУКЦИЯ НАПРАВЛЕНИЯ В ПРОЕКЦИИ ГАУССА — поправка, вводимая в измеренное направление за переход от кривой, изображающей на плоскости геодезическую линию, соединяющую две точки поверхности эллипсоида, к хорде этой кривой. Поправка кратко называется поправкой за кривизну, обозначается буквой δ с индексами начала и конца направления и для направления с пункта 1 (x_1, y_1) на пункт 2 (x_2, y_2) вычисляется по формуле

$$\delta_{1,2} = \frac{f}{3} (x_1 - x_2)(2y_1 + y_2),$$

где $f = \frac{\rho''}{2R^2}$; $\rho'' = 206\,264''{,}8$ и R — средний радиус кривизны референц-эллипсоида под средней широтой района работ.

Поправка алгебраически вводится в направление со своим знаком.

Величина f может быть выбрана из нижеследующей таблицы по аргументу широты или средней абсциссы района работ.

$$\text{Таблица величин } f = \frac{\rho''}{2R^2}$$

(R выражен в километрах; эллипсоид Красовского)

Широта	x км (проекция Гаусса)	f	Широта	x км (проекция Гаусса)	f
0°	0	0,00 2552	45°	4 990	0, 002535
5	550	2552	50	5 540	2532
10	1110	2551	55	6 100	2529
15	1660	0,00 2550	60	6 650	0, 002527
20	2210	2548	65	7 210	2524
25	2770	2546	70	7 770	2522
30	3320	0,00 2544	75	8 330	0, 002520
35	3870	2541	80	8 890	2519
40	4430	2538	85	9 440	2518
45	4990	0,00 2535	90	10 002	0, 002518

РЕДУКЦИЯ РАССТОЯНИЯ В ПРОЕКЦИИ ГАУССА — поправка Δs , вводимая в расстояние s между двумя точками на поверхности эллипсоида, чтобы получить расстояние $D = s \mp \Delta s$ между изображениями этих точек на плоскости;

$$\Delta s = s \frac{y_m^2}{2R^2} \mp s \frac{(y_2 - y_1)^2}{24R^2},$$

где y_1 и y_2 — ординаты концов расстояния, $y_m = \frac{1}{2} (y_1 \mp y_2)$ и R — средний радиус кривизны эллипсоида под средней широтой редуцируемого расстояния.

Для вычислений на счетной машине удобна формула

$$\Delta s_{\text{м.к}} = s_{\text{к.к}} \left[\left(\frac{y_m}{100} \right)^2 \cdot k \mp \delta \right],$$

где $\Delta s_{\text{м.к}}$ — выраженная в миллиметрах поправка в редуцируемое расстояние, всегда положительная; $s_{\text{к.к}}$ и y_m — редуцируемое расстояние и средняя ордината, выраженные в километрах; величины

$$k = \frac{100^2}{2R^2} 10^6 \text{ и } \delta = \left[\frac{(y_2 - y_1)^2}{24R^2} + \frac{y_m^4}{24R^4} \right] \cdot 10^6$$

могут быть выбраны из приведенных ниже таблиц, предложенных П. А. Гайдаевым.

Таблица величин $k = \frac{100^2}{2R^2} 10^6$

x км	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
0	123 73	123,72	123,72	123,71	123,70	123,70	123,69	123,68	123,67	123 67
1000	66	65	64	64	63	62	61	60	60	59
2000	58	56	55	54	52	50	48	46	44	42
3000	39	37	35	32	30	28	26	123,23	123,21	123,18
4000	123,16	123,13	123,11	123,08	123,06	123,03	123,00	122,98	122,95	122,93
5000	122,90	122,87	122,85	122,82	122,80	122,77	122,74	72	69	66
6000	64	62	60	57	55	53	51	49	47	44
7000	42	40	38	36	34	33	31	29	27	25
8000	23	22	21	20	19	18	16	15	14	13
9000	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03

Таблица величин $\delta = \left[\frac{(y_2 - y_1)^2}{24R^2} + \frac{y_m^4}{24R^4} \right] \cdot 10^6$

y_m км	$(y_2 - y_1)$ км						
	0	7	12,5	16	18,5	21	23,5
0							
200	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	
275	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	
300	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	
325	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	
350	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	

Пример:

$$s = 8122,402 \text{ м}; \quad y_1 = 250,15 \text{ км}; \quad y_2 = 260,25 \text{ км}; \quad x = 5650 \text{ км}.$$

Решение:

$$y_m = 255,20 \text{ км}; \quad y_2 - y_1 = 10,1 \text{ км}; \quad k = 122,73; \quad \delta = 0,2;$$

$$\Delta s_{\text{мм}} = 8,122 [(2,5520)^2 \cdot 122,73 + 0,2] = 8,122 [799,3 + 0,2] = 6494 \text{ мм}.$$

$$D = s + \Delta s = 8122,402 + 6,494 = 8128,896 \text{ м}.$$

РЕДУЦИРОВАНИЕ ФОТОТРИАНГУЛЯЦИОННЫХ СЕТЕЙ — приведение фототриангуляционных сетей, выполненных в произвольном масштабе, к заданному масштабу. Для редуцирования сеть фотографируют обычно в несколько уменьшенном виде, затем полученный негатив при помощи проектора или трансформатора проектируют на планшет и добиваются такого положения, чтобы опорные точки сети совместились с соответствующими точками на планшете, после чего перекалывают на него все остальные точки сети. Для редуцирования необходимо иметь на планшете минимум две опорные точки; на практике, в целях контроля и повышения точности, принято редуцировать не менее чем по трем опорным точкам.

РЕКИ в военной топографии изучаются как водные преграды, влияющие на боевые действия войск.

На топографических картах условными знаками и подписями даются сведения о ширине Р., скорости течения в межень, порогах и водопадах, глубине и качестве дна в местах бродов, мостах и их грузоподъемности (в тоннах), переправах, гидротехнических и навигационных сооружениях и др.

В таблице приводятся сведения об изображении Р. различной ширины на топографических картах разных масштабов.

Изображение реки на карте	Масштабы карт и ширина реки, м				
	1:25 000	1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:500 000
В одну линию	Менее 5	Менее 5	Менее 10	Менее 20	Менее 60
В две линии с промежуточком между ними 0,3 мм (без сохранения масштаба) . . .	5—15	5—30	10—60	20—120	60—300
В две линии с сохранением масштаба	Более 15	Более 30	Более 60	Более 120	Более 300

Цифрами ширина на картах показывается только у Р., изображаемых в две линии.

Течение Р. по скорости условно делится на слабое — до 0,5 м/сек, среднее — от 0,5 до 1,0 м/сек, быстрое — от 1,0 до 2,0 м/сек и весьма быстрое — свыше 2,0 м/сек. Скорость течения дается на картах в метрах в секунду и подписывается вдоль стрелки, указывающей направление течения. При отсутствии этих данных о скорости течения приближенно судят по характеру рельефа: в горах оно обычно быстрое, в холмистой местности — среднее и на равнинах — слабое.

По скорости течения Р. приближенно судят о грунте дна: при скорости до 0,25 м/сек грунт обычно вязкий, при скорости 0,25—1,0 м/сек — песчаный, а при большей — твердый.

Учитывая изменчивость уровня, а иногда и русла Р., более полные и свежие сведения о Р. получают по аэроснимкам. Перед форсированием Р. войсками проводится ее топографическая и инженерная разведка.

РЕКОГНОСЦИРОВКА КАРТ — см. *Обновление топографических карт.*

РЕЛЬЕФ (изображение на картах). Рельеф, вследствие неповторимого разнообразия его форм и сложности передачи третьего измерения на плоскости, в отличие от других элементов местности, изображаемых на картах условными знаками, нуждается в особых способах изображения. Существующие способы изображения рельефа на картах могут быть сведены в следующие основные группы:

— перспективные, или картинные, способы изображения, при которых горы и прочие возвышенности изображаются в виде рисунков в профиль, как они представляются наблюдателю, если он смотрит на них сбоку;

— теневые, или пластические способы, при которых неровности земной поверхности изображаются путем передачи теней на скатах так, как они представляются наблюдателю, если он рассматривает земную поверхность сверху; передача теней обычно производится путем так называемой отмывки рельефа;

— геометрические, или проективные, при которых для изображения рельефа применяются изолинии:

изогипсы (горизонтали) — для изображения рельефа суши и *изобаты* — для изображения рельефа морского дна;

— гипсометрические способы, при которых рельеф изображается красочными слоями по специально установленной шкале ступеней расцветки; сочетание этих ступеней создает впечатление объемности и дает наглядную высотную характеристику рельефа.

Сочетание нескольких основных способов изображения рельефа дает комбинированные способы, причем наиболее часто применяется сочетание геометрического или гипсометрического способов с теневым.

Кроме названных основных способов изображения рельефа, на картах специального назначения применяются:

— способ числовых отметок, при котором вместо графического изображения рельефа даются лишь подписи значений высот или глубин (например, на морских навигационных картах);

— объемные, или рельефные, способы, передающие неровности местности не на плоскости, а в объемном уменьшенном виде (*рельефные карты* и модели местности);

— стереоскопические способы, при которых рельеф изображается геометрическим или теневым способами, но так, что при рассматривании карты через специальные разноцветные очки достигается объемное восприятие изображения рельефа (*анаглифические карты*).

На картах военного назначения обычно применяется геометрический способ горизонталей, позволяющий определять не только формы рельефа, но и высоты точек, крутизну и протяженность скатов и оценивать защитные свойства рельефа. На топографических картах изображение рельефа горизонталями дополняется условными знаками скал, осыпей, обрывов, промоин и т. д., а также числовыми отметками характерных точек местности, подписями горизонталей и указателями направлений скатов (бергштрихами). На обзорно-топографических картах в качестве дополнительных средств применяется отмывка рельефа и гипсометрическая раскраска.

РЕФЕРЕНЦ-ЭЛЛИпсоИД — эллипсоид вращения принятых размеров, определенным образом установленный в теле Земли, на поверхность которого относятся геодезические сети при их вычислениях. В СССР приняты размеры Р.-э., выведенные в 1940 г. Центральным научно-исследовательским институтом геодезии, аэросъемки и картографии под руководством Ф. Н. Красовского, получившие название «эллипсоид Красовского»:

большая полуось $a = 6\,378\,245\text{ м}$ | все следующие
сжатие эллипсоида $\alpha = 1:298,3$ | цифры — нули.

По этим исходным данным вычислены:

малая полуось $b = 6\,356\,863,019\text{ м}$,
квадрат эксцентриситета $e^2 = 0,00669\,342\,1623$.

Установка Р.-э. в теле Земли определяется исходными геодезическими датами, т. е. координатами и исходным азимутом в начальном пункте геодезической сети и высотой поверхности эллипсоида над поверхностью геоида в этом пункте. Введенные в 1942 г. исходные геодезические даты принятого в СССР референц-эллипсоида называются Системой координат 1942 года.

РЕФРАКЦИЯ ВЕРТИКАЛЬНАЯ — вертикальный угол между касательной к визирному лучу в месте наблюдений и прямолинейным направлением на наблюдаемый предмет. Различают *P. в. геодезическую* (земную), когда световой луч проходит в пределах земной атмосферы, и *астрономическую*, когда луч света, идущий от космического тела, проходит через всю толщу земной атмосферы.

Угол земной рефракции, обозначаемый обычно буквой r и называемый еще углом земного преломления, пропорционален расстоянию s до наблюдаемого предмета, а именно:

$$r'' = k \frac{s}{2R} \rho'',$$

где k — коэффициент земной рефракции, обычно принимаемый равным 0,14.

R — земной радиус, который с достаточной точностью можно принять равным 6380 км,
 $\rho'' = 206265''$.

В геодезических работах поправка за рефракцию обычно вводится в разность высот точек, определяемую *тригонометрическим нивелированием*.

Астрономическая рефракция всегда уменьшает зенитное расстояние светила, поэтому исправленное за рефракцию зенитное расстояние z светила находят по формуле

$$z = z' + \rho,$$

где z' — измеренное зенитное расстояние и ρ — величина рефракции. При точных измерениях величину ρ находят при помощи таблиц рефракции, помещенных в Астрономическом ежегоднике СССР или в «Таблицах для астрономических вычислений» (Труды ЦНИИГАиК, вып. 30). Из этих таблиц по аргументу z' выбирают так называемую среднюю рефракцию, в которую вводят поправки за температуру воздуха и атмосферное давление, записанные при измерениях. При измерениях малой точности и зенитных расстояниях до $50-60^\circ$ приближенное значение астрономической рефракции может быть найдено по формуле

$$\rho = 60'', 2 \operatorname{tg} z'.$$

РЕФРАКЦИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ — горизонтальный угол между касательной к визирному лучу в месте наблюдений и прямолинейным направлением на наблюдаемый предмет. *P. г.* возникает вследствие неоднородности по плотности и влажности тех слоев воздуха, через которые проходит визирный луч. Величина *P. г.* в геодезических сетях выражается в десятых долях секунды градусной меры, но при неблагоприятных условиях может достигать целых секунд. Из-за сложности и слабой изученности *P. г.* при измерении углов обычно не учитывается. При высокоточных измерениях влияние *P. г.* стремятся ослабить производством многократных измерений в разнообразных атмосферных условиях, в разное время суток; кроме того, избегают, чтобы визирный луч проходил вблизи строений и других местных предметов.

РЕШЕНИЕ СФЕРИЧЕСКИХ ТРЕУГОЛЬНИКОВ В ГЕОДЕЗИИ со сторонами, малыми относительно земного радиуса.

Даны длина сферической стороны a и измеренные значения сферических углов A', B', C' . Найти длины сторон b и c .

Решение по способу Лежандра

Вычисляют невязку треугольника

$$w = A' + B' + C' - (180^\circ + \varepsilon),$$

где ε — сферический избыток треугольника, и исправленные значения сферических углов

$$A = A' - \frac{w}{3}; \quad B = B' - \frac{w}{3};$$

$$C = C' - \frac{w}{3};$$

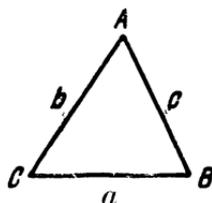


Рис. 103

к о н т р о л ь

$$A + B + C = 180^\circ + \varepsilon.$$

Далее вычисляют:

у г л ы п л о с к и е

$$A_0 = A - \frac{\varepsilon}{3}; \quad B_0 = B - \frac{\varepsilon}{3};$$

$$C_0 = C - \frac{\varepsilon}{3};$$

к о н т р о л ь

$$A_0 + B_0 + C_0 = 180^\circ;$$

д л и н ы с т о р о н

$$D = \frac{a}{\sin A_0}; \quad b = D \sin B_0;$$

$$c = D \sin C_0.$$

РЕШЕНИЕ ТРЕУГОЛЬНИКОВ ПЛОСКИХ — вычисление неизвестных элементов треугольника по данным трем его элементам, в числе которых имеется по крайней мере одна сторона (рис. 103).

I. Даны сторона a и какие-либо два угла, например, B и C .
Р е ш е н и е:

$$A = 180^\circ - (B + C);$$

$$D = \frac{a}{\sin A} = \frac{a}{\sin(B+C)};$$

$$b = D \cdot \sin B; \quad c = D \cdot \sin C.$$

Схема вычислений

Названия вершин	Углы	Синусы углов	Стороны
A	$180^\circ - (B+C)$	$D = a : \sin A$	$b = D \cdot \sin B$ $c = D \cdot \sin C$
B	B	$\sin A$	
C	$\frac{C}{A+B+C}$	$\sin B$ $\sin C$	

II. Если даны сторона и измеренные значения всех трех углов A' , B' и C' , то предварительно находят исправленные (уравненные) значения A , B , C углов.

Ф о р м у л ы:

невязка $w = A' + B' + C' - 180^\circ;$

$$A = A' - \frac{w}{3}; \quad B = B' - \frac{w}{3}$$

$$\text{и } C = C' - \frac{w}{3};$$

к о н т р о л ь

$$A + B + C = 180^\circ.$$

Вычисление сторон — по теореме синусов (см. схему в случае I).

III. Даны a , b и C . Найти A , B , и c

Р е ш е н и е:

$$\operatorname{tg} \frac{A-B}{2} = \frac{a-b}{a+b} \operatorname{ctg} \frac{C}{2}; \quad \frac{A-B}{2} = E;$$

$$\frac{A+B}{2} = 90^\circ - \frac{C}{2} = F;$$

$$A = E + F; \quad B = F - E;$$

$$c = \frac{a}{\sin A} \sin C.$$

IV. Даны стороны a , b и c . Найти углы A , B и C .

Р е ш е н и е.

Вычисляется ближайший к прямому угол по формуле

$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$$

и далее:

$$\frac{a}{\sin A} = D; \quad \sin B = \frac{b}{D}; \quad \sin C = \frac{c}{D}.$$

РЕШЕНИЕ ТРЕУГОЛЬНИКОВ СФЕРИЧЕСКИХ — вычисление неизвестных элементов треугольника по данным любым трем его элементам.

Основные формулы:

Ф о р м у л а с и н у с о в (рис. 104)

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C};$$

Ф о р м у л а к о с и н у с а с т о р о н ы

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A;$$

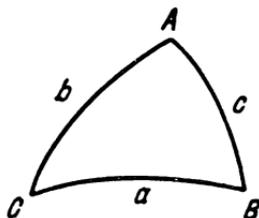


Рис. 104

Ф о р м у л а п я т и э л е м е н т о в

$$\sin a \cos B = \sin c \cos b - \sin b \cos c \cdot \cos A.$$

Производные формулы:

Ф о р м у л а к о с и н у с а у г л а

$$\cos A = -\cos B \cos C + \sin B \sin C \cos a;$$

Ф о р м у л а п я т и э л е м е н т о в д л я т р е х у г л о в и д в у х с т о р о н

$$\sin A \cos b = \sin C \cos B + \sin B \cos C \cos a;$$

Ф о р м у л а ч е т ы р е х э л е м е н т о в (Ф о р м у л а с к о т а н г е н с а м и)

$$\operatorname{ctg} a \sin b = \cos C \cos b + \sin C \operatorname{ctg} A.$$

Правила Модюи — Непера для прямоугольных треугольников.

Условия применения правил: прямой угол элементом не считается; для катетов названия функций изменяются на родственные.

П р а в и л о 1. Три элемента лежат рядом. Косинус среднего элемента равен произведению котангенсов крайних элементов. Например:

$$\angle A \text{ — прямой;}$$

$$\cos a = \operatorname{ctg} B \operatorname{ctg} C;$$

$$\sin b = \operatorname{tg} c \cdot \operatorname{ctg} C.$$

П р а в и л о 2. Два элемента лежат рядом, а третий — отдельно от них. Косинус отдельно лежащего элемента равен произведению синусов рядом лежащих элементов.
Например:

$$\cos a = \cos b \cos c;$$

$$\sin b = \sin a \sin B.$$

РИТМИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ — сигналы в виде серий звуковых точек и тире, передаваемые отечественными и зарубежными службами времени в строго установленные моменты каждых суток по всемирному времени. Р. с. т. в. используются для определения астрономических долгот, точных поправок хронометров, при определении азимутов и широт, гравиметрических определений и т. д.

Р. с. т. в. передаются в течение 5 мин среднего времени и состоят из пяти серий. Каждая серия продолжается одну минуту и начинается со звукового тире, называемого «нулевым сигналом», после которого следуют 60 звуковых точек с интервалами между ними в $\frac{60}{61}$ сек.

До передачи ритмических сигналов передаются сигналы для настройки радиоприемников, а перед самым началом передачи ритмических сигналов и после них передается тире продолжительностью 10—15 сек.

Ритмические сигналы принимаются на звездный или средний хронометр, на слух или с помощью прибора Кука—Прейпича. Прием сигналов на хронометр состоит в определении показаний хронометра в средний момент передачи ритмических сигналов, являющихся серединой между 30 и 31 точкой третьей серии. При приеме сигналов на слух ведут порядковый счет сигналов в каждой серии, начиная с точки после тире, и одновременно слушают полусекундные удары хронометра. Сочетание ритмических сигналов с ударами хронометра является звуковым верньером, поэтому сигналы то сближаются с ударами хронометра, то удаляются от них. Из нескольких кажущихся совпадений замечают лучшее и для него записывают показание хронометра, номер серии и номер сигнала в серии. На звездный хронометр в течение всех пяти серий может быть до 9, а на средний — до 10 совпадений.

Записанные для моментов совпадений показания хронометра редуцируются на указанный средний момент передачи ритмических сигналов, по формулам:
для звездного хронометра

$$X_0 = X + (n_0 - n)0,986300 \text{ звездных секунд,}$$

для среднего хронометра

$$X_0 = X + (n_0 - n)0,983607 \text{ средних секунд,}$$

где X_0 — искомое показание хронометра в средний момент;
 X — записанное показание хронометра в момент совпадения;
 $n_0 = 153,5$;

n — число сигналов, подсчитываемых по формулам:

для	I серии	$n = N + 1,$
»	II	$n = 61 + N + 1,$
»	III	$n = 122 + N + 1,$
»	IV	$n = 183 + N + 1,$
»	V	$n = 244 + N + 1,$

где N — номер совпавшего сигнала в серии.

В практике величины редукций выбираются из готовых таблиц. Действительные моменты передачи ритмических сигналов несколько отличаются от программных, поэтому более точные значения средних моментов передач узнают из публикуемых в о д н ы х м о м е н т о в ритмических сигналов времени. Кроме того, в найденные значения X_0 вводятся поправки: Δ_1 — за скорость распространения радиоволн и Δ_2 — за ход хронометра. Поправка Δ_1 подсчитывается по формуле $\Delta_1 = d : s$, где d — расстояние между передающей станцией и пунктом приема, s — скорость распространения радиоволн, принимаемая равной 250 000 км для длинных и 270 000 км для коротких радиоволн; поправка Δ_2 вычитается из показания X_0 . В настоящее время рядом отечественных и зарубежных радиостанций вместо изложенной пятиминутной программы подаются сигналы в виде ряда точек с секундным интервалом в течение установленного программой передач времени, а некоторыми станциями — круглосуточно. Эти сигналы времени обычно принимаются на *хронограф*.

Время передачи ритмических сигналов, список радиостанций, их позывные и длины волн приводятся в «Расписании передач сигналов точного времени», издаваемом ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений на каждый год. Для приема сигналов могут быть использованы радиоприемники типа «КВ-М», «Р-673» или «Волна К».

С

СБЛИЖЕНИЕ МЕРИДИАНОВ НА ПЛОСКОСТИ (гауссово сближение меридианов) для некоторой точки A эллипсоида (рис. 105, а) есть угол $N'A'C' = \gamma$ (рис. 105, б), образованный изображением $A'N'$ меридиана AN точки A в проекции Гаусса и прямой $A'C'$, параллельной оси абсцисс (X) на плоскости. Угол γ отсчитывается от кривой $A'N'$ до прямой $A'C'$ по ходу часовой стрелки и для точек, расположенных восточнее осевого меридиана, положителен, а западнее осевого меридиана — отрицателен. В функции геодезической широты B и долготы l , считаемой от осевого меридиана, угол γ выражается формулой

$$\gamma'' = l'' \sin B + \frac{l''^3}{3\rho''^2} \sin B \cos^2 B (1 + 3\eta^2), \quad (1)$$

где

$$\eta^2 = e'^2 \cos^2 B = 0,0067 \cos^2 B$$

и

$$\rho'' = 206264'',8.$$

Второй член в правой части формулы (1) при $l \leq 3^\circ$ не превосходит $3''$,8.

В функции плоской ординаты y угол γ выражается формулой

$$\gamma'' = \frac{\rho''}{N_0} y \operatorname{tg} B_0 - \frac{\rho''}{3N_0^3} y^3 \operatorname{tg} B_0 (1 + \operatorname{tg}^2 B_0), \quad (2)$$

где N_0 — длина нормали под широтой B_0 конца дуги меридиана от экватора, длина которой равна абсциссе x данной точки A' . Величины B_0 и N_0 могут быть выбраны из геодезических таблиц. Второй член в правой части формулы (2) при $l \leq 3^\circ$ не превосходит $10''$.

Гауссово сближение меридианов используется при переходе от азимута к дирекционному углу на плоскости в проекции Гаусса.

СБЛИЖЕНИЕ МЕРИДИАНОВ НА ЭЛЛИПСОИДЕ

(геодезическое сближение меридианов) для меридиана точки K (рис. 106) относительно меридиана точки J — угол $\angle PKT = t$, образованный меридианом KP точки K и геодезической параллелью KT меридиану точки J . В функции геодезической широты B точки K и разности долгот l точек K и J угол t выражается формулой

$$t'' = l'' \sin B + \frac{l''^2}{3\rho''^2} \sin B \cos^2 B (1 + \eta^2),$$

где $\rho'' = 206264''$,8 и $\eta^2 = e'^2 \cos^2 B$.

СБОРНЫЕ ЛИСТЫ (таблицы) — см. Разграфка и номенклатура топографических карт в СССР.

СВЕТОДАЛЬНОМЕР — электрооптический прибор для измерения расстояний в геодезических сетях, основанный на использовании скорости распространения света. Принцип действия С. состоит в измерении времени про-

хождения светом удвоенного измеряемого расстояния; если скорость распространения света c известна, то расстояние D находится по формуле

$$D = \frac{c\tau}{2} + k,$$

где τ — промежуток времени, в течение которого свет проходит расстояние $2D$; k — постоянная дальномера.

Скорость распространения света в атмосфере отличается от скорости в вакууме, что учитывается при измерениях.

Измерение расстояний путем непосредственного определения промежутков времени τ производится импульсными С.,

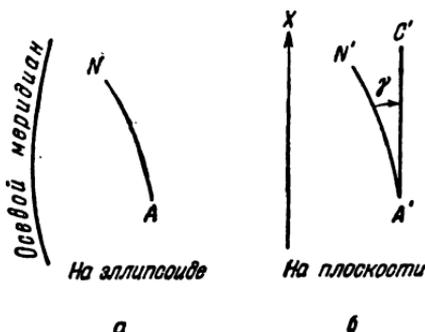


Рис. 105

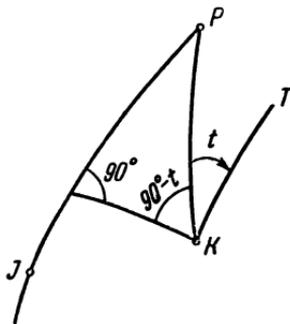


Рис. 106

имеющими сравнительно малую точность (порядка 1 : 2000). В геодезических работах применяются фазовые С., в которых используется световой поток с искусственно создаваемыми (модулированными) высокочастотными колебаниями силы света.

Схематически устройство фазового С., применительно к прибору СВВ-1, показано на рис. 107. Свет от источника *A* проходит через передатчик, состоящий из двух линз *l*₁ и *l*₂ и модулятора *M*₁. Модулированный луч света направляется на возвратно-отражающее зеркало *З*, установленное в конечной точке измеряемого расстояния *D*. Отраженный луч проходит через приемник, состоящий из объектива *O*₁, демодулятора *M*₂ и окуляра *O*₂. Модулятор *M*₁ и демодулятор *M*₂ играют роль быстродействующих затворов и действуют строго синхронно, последнее достигается тем, что

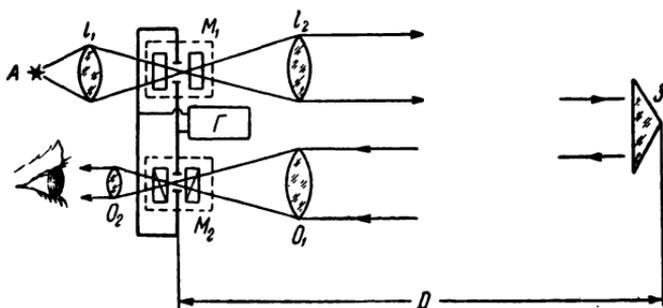


Рис. 107

они оба подключены параллельно к общему генератору *Г* высокочастотного напряжения. Частоты модуляции могут быть заранее установленными (фиксированными) и могут изменяться в некоторых пределах. В С. с плавным изменением частот оперируют с такими их значениями, чтобы в измеряемом расстоянии укладывалось целое число модулированных волн или нечетное число полуволн. В первом случае в приемнике будет наблюдаться максимальная, а во втором — минимальная яркость света.

Длина λ модулированной волны связана со скоростью ее распространения *c* соотношением

$$\lambda = \frac{c}{f},$$

где *f* — частота модуляции.

Пусть при некоторой частоте модуляции *f*₁ наблюдался максимум интенсивности света, т. е. в удвоенном расстоянии укладывалось целое число *N*₁ модулированных волн каждой длиной $\lambda_1 = \frac{c}{f_1}$.

Тогда

$$D = \frac{\lambda_1 N_1}{2} = \frac{c}{2f_1} N_1. \quad (1)$$

После этого частоту плавно изменяют таким образом, чтобы наблюдать несколько максимумов света. Остановившись на максимуме при некоторой частоте f_2 , будем иметь

$$D = \frac{\lambda_2 N_2}{2} = \frac{c}{2f_2} N_2. \quad (2)$$

Обозначив разность $N_2 - N_1$ через n и пользуясь равенствами (1) и (2), найдем

$$N_1 = n \frac{f_1}{f_2 - f_1} \text{ и } N_2 = n \frac{f_2}{f_2 - f_1}.$$

Разность n будет равна, очевидно, числу сосчитанных после частоты f_1 наблюдавшихся максимумов, включая максимум при частоте f_2 . Теперь искомое расстояние может быть получено по формуле (1) или (2).

В случае наблюдения минимумов светового потока искомое расстояние D находят по формулам

$$D = \frac{c}{2f'_1} \left(N_1 + \frac{1}{2} \right) = \frac{c}{2f'_2} \left(N_2 + \frac{1}{2} \right),$$

где f'_1 и f'_2 — крайние частоты, при которых наблюдались минимумы светового потока;

$$N_1 + \frac{1}{2} = n \frac{f'_1}{f'_2 - f'_1}$$

и

$$N_2 + \frac{1}{2} = n \frac{f'_2}{f'_2 - f'_1};$$

n — число минимумов, наблюдавшихся после частоты f'_1 .

По величине и точности измеряемых расстояний С. делят на большие, средние и малые (топографические), позволяющие измерять расстояния соответственно до 20—25 км с точностью 1 : 400 000, 5—15 км с точностью до 1 : 300 000 и до 5—6 км с точностью 1 : 10 000 — 1 : 100 000.

В геодезических работах в СССР применяют следующие С. отечественного изготовления.

В сетях 1 класса — ЭОД-1 конструкции Центрального научно-исследовательского института геодезии, аэросъемки и картографии, состоящий из трех основных блоков: приемо-передатчика, частотомера и отражателя; в комплект прибора еще входят две передвижные электростанции с блоком питания; общий вес комплекта 450 кг;

В сетях 2 и 3 классов — СВВ-1 конструкции сотрудников Научно-исследовательского института ВТС В. А. Величко и В. П. Васильева, состоящий из трех основных блоков: приемо-передатчика (рис. 108), волномера и отражателя (рис. 109); в комплект еще входят передвижная электростанция с блоком питания и приемник эталонной частоты; общий вес комплекта 220 кг.

В съёмочных сетях и сетях привязки применяются приборы ДСТ-2, СТ-61 и другие. Прибор ДСТ-2 позволяет измерять расстояния от 300 м до 1,5 км днем и до 5—6 км

ночью; в комплект ДСТ-2 входят: прямо-передатчик, три отражателя и аккумуляторные батареи; вес комплекта 60 кг. Характеристика прибора СТ-61 близка к ДСТ-2. Точность измерения расстояний шестью приемами — порядка 2—3 см с затратой времени 6—8 мин.

Из зарубежных С. применяются шведские приборы конструкции Э. Бергстранда: большой точности — NASM-2A и средней точности — NASM-3 и NASM-4B.



Рис. 108

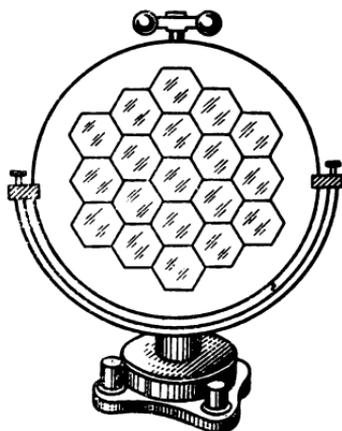


Рис. 109

СЕКУНДА (от латинского *secunda* — вторая доля).

1. $1/60$ доля звездной минуты времени (звездная секунда); обозначается $s_{\text{ан}}$.

2. $1/60$ доля средней солнечной минуты времени (средняя секунда); обозначается $s_{\text{ср}}$ (см. еще *Сутки средние*).

3. $1/60$ доля минуты в градусной мере углов; обозначается знаком ".

4. $1/60$ доля часовой минуты в часовой мере углов; обозначается знаком s .

СИЛА ТЯЖЕСТИ — равнодействующая двух сил: силы притяжения Земли и центробежной силы суточного вращения Земли.

С. т. изменяется с изменением широты точки наблюдения и высоты ее над уровнем моря. Сила притяжения является основной составляющей С. т. Центробежная сила даже на экваторе, где она достигает максимального значения, составляет только 0,033 С. т.

Силу тяжести в гравиметрии принято характеризовать величиной ускорения, которое она сообщает свободно падающему телу. За единицу ускорения силы тяжести принято ускорение, которое сообщает массе в 1 г сила в 1 дину (см. *Гравиметрические единицы*).

Ускорение силы тяжести измеряется маятниковыми приборами (динамический метод) или разного рода гравиметрами (статический метод).

Динамический метод основан на определении периода T свободного колебания маятника ($T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, где l — длина маятника, g — ускорение силы тяжести).

В статическом методе $У. с. т.$ определяется по величине изменения деформации какого-либо упругого тела (например, пружины, изогнутой пластины и т. п.) при измерениях в исходной (опорной) и определяемых точках (см. *Гравиметр*).

$У. с. т.$, отнесенное к идеальной фигуре Земли с равномерным распределением в ней масс и зависящее только от географической широты φ точки, называется нормальной $У. с. т.$ или нормальной силой тяжести и вычисляется в СССР по формуле Гельмерта (1901—1909)

$$\gamma_0 = 978,030 (1 + 0,005302 \sin^2 \varphi - 0,000007 \sin^2 2\varphi).$$

Вычисленные по этой формуле значения γ_0 приведены в таблице.

Таблица значений нормальной силы тяжести по формуле Гельмерта 1901—1909 гг.
 $\gamma_0 = 978,030 (1 + 0,005302 \sin^2 \varphi - 0,000007 \sin^2 2\varphi)$

Широта φ	γ_0	φ	γ_0	φ	γ_0
0° 0'	978,0300	10° 0'	978,1856	20 0	978,6338
20	0302	20	1960	20	6532
40	0307	40	2067	40	6729
1 0	978,0316	11 0	978,2178	21 0	978,6929
20	0328	20	2292	20	7131
40	0344	40	2410	40	7336
2 0	978,0363	12 0	978,2530	22 0	978,7544
20	0385	20	2654	20	7754
40	0412	40	2781	40	7966
3 0	978,0441	13 0	978,2911	23 0	978,8181
20	0474	20	3044	20	8399
40	0511	40	3180	40	8619
4 0	978,0551	14 0	978,3320	24 0	978,8841
20	0594	20	3462	20	9065
40	0641	40	3608	40	9292
5 0	978,0692	15 0	978,3757	25 0	978,9521
20	0746	20	3908	20	9753
40	0803	40	4063	40	9987
6 0	978,0864	16 0	978,4221	26 0	979,0222
20	0928	20	4381	20	0460
40	0995	40	4545	40	0701
7 0	978,1066	17 0	978,4711	27 0	979,0943
20	1140	20	4881	20	1187
40	1218	40	5053	40	1434
8 0	978,1299	18 0	978,5228	28° 0'	978,1682
20	1384	20	5406	20	1932
40	1471	40	5587	40	2185
9 0	978,1562	19° 0'	978,5770	29 0	979,2439
20	1657	20	5957	20	2695
40	1755	40	6146	40	2953

Широта φ	γ ₀	φ	γ ₀	φ	γ ₀
30 0	979,3212	46 0	980,7064	62 0	982,0679
20	3474	20	7366	20	0929
40	3737	40	7667	40	1177
31 0	979,4002	47 0	980,7968	63 0	982,1422
20	4268	20	8269	20	1666
40	4537	40	8570	40	1908
32 0	979,4806	48° 0'	980,8870	64 0	982,2148
20	5078	20	9170	20	2385
40	5350	40	9470	40	2620
33 0	979,5625	49 0	980,9769	65 0	982,2853
20	5900	20	981,0068	20	3084
40	6178	40	0366	40	3313
34 0	979,6456	50 0	981,0663	66 0	982,3539
20	6736	20	0961	20	3762
40	7017	40	1257	40	3984
35 0	979,7299	51 0	981,1553	67 0	982,4203
20	7583	20	1848	20	4420
40	7868	40	2142	40	4634
36 0	979,8154	52 0	981,2436	68 0	982,4845
20	8441	20	2728	20	5054
40	8729	40	3020	40	5261
37 0	979,9018	53 0	981,3311	69° 0'	982,5465
20	9308	20	3601	20	5666
40	9599	40	3890	40	5865
38° 0'	979,9891	54 0	981,4178	70 0	982,6061
20	0183	20	4465	20	6254
40	0477	40	4750	40	6445
39 0	980,0771	55 0	981,5035	71 0	982,6633
20	1067	20	5318	20	6818
40	1362	40	5600	40	7000
40 0	980,1659	56 0	981,5881	72 0	982,7180
20	1956	20	6161	20	7356
40	2254	40	6439	40	7530
41 0	980,2552	57 0	6716	73 0	982,7701
20	2851	20	6992	20	7869
40	3150	40	7266	40	8034
42 0	980,3450	58 0	981,7538	74 0	982,8196
20	3750	20	7809	20	8355
40	4050	40	8079	40	8511
43 0	980,4351	59° 0'	981,8346	75 0	982,8664
20	4652	20	8613	20	8814
40	4953	40	8877	40	8961
44 0	980,5254	60 0	981,9140	76 0	982,9105
20	5556	20	9401	20	9246
40	5857	40	9660	40	9384
45 0	980,6159	61 0	981,9918	77 0	982,9518
20	6461	20	982,0173	20	9649
40	6762	40	0427	40	9777

Широта φ	γ ₀	φ	γ ₀
78 0	982,9902	84 0	983,1586
20	983,0024	20	1647
40	0142	40	1705
79° 0'	983,0258	85 0	983,1759
20	0370	20	1810
40	0478	40	1858
80 0	983,0584	86 0	983,1901
20	0686	20	1942
40	0784	40	1979
81 0	983,0880	87 0	983,2012
20	0972	20	2042
40	1060	40	2069
82 0	983,1146	88 0	983,2092
20	1227	20	2111
40	1306	40	2127
83 0	983,1381	89 0	983,2139
20	1453	20	2148
40	1521	40	2153
		90 0	983,2155

СКЛОНЕНИЕ МАГНИТНОЙ СТРЕЛКИ — горизонтальный угол между истинным (астрономическим) меридианом и направлением магнитной стрелки (магнитным меридианом) в данной точке поверхности Земли. Величина склонения магнитной стрелки подвержена суточным, годовым и вековым колебаниям, а также возмущениям под действием магнитных бурь. При отклонении магнитной стрелки на восток склонение считается восточным (положительным), при отклонении на запад — западным (отрицательным). С. м. с. и его годовые изменения показываются на топографических и специальных картах и схемах.

Линии, соединяющие точки с одинаковым магнитным склонением, называются **изогонами**. Изогона, соответствующая склонению 0° , называется **агонической линией**.

СКЛОНЕНИЕ СВЕТИЛА — сферическое расстояние светила от небесного экватора; отсчитывается от экватора: от 0 до $+90^\circ$ — к северному и до -90° к южному полюсу мира; обозначается обычно буквой δ . С. с. не изменяется из-за суточного вращения Земли и является координатой, приводимой в каталогах координат небесных светил (см. еще *Небесная сфера*).

СОСТАВЛЕНИЕ КАРТ включает следующие виды работ:

- подготовка основы для составления карты;
- перенос изображения на основу с исходных картографических материалов;
- генерализация изображения;
- вычерчивание составительского оригинала карты.

Подготовка основы состоит в нанесении на нее рамки листа, координатной сетки и опорных пунктов. Построение этих элементов производится с использованием координатографа БК-2 или электрокоординатографа с программным управлением, ошибка нанесения на которых не превышает $\pm 0,1$ мм.

Перенос изображения с исходного материала на основу может производиться опτικο-механическими, графо-механическими или графическими способами. Выбор способа определяется характером выполняемого при переносе преобразования. В настоящее время наиболее широкое распространение получил перенос изображения с помощью одного из оптико-механических способов — фотомеханического, осуществленного с помощью фоторепродукционного аппарата. Этот способ применяется при использовании материалов в проекции, одинаковой или близкой к проекции составляемой карты, например при составлении топографических карт. Получаемые в способе синие светокопии в масштабе составления служат канвой для последующей генерализации. Некоторые приборы оптико-механического типа (например, фототрансформаторы) позволяют выполнять более сложные преобразования (аффинное и коллинеарное). При необходимости выполнения преобразований второго порядка (прямой линии в эллипс, гиперболу, параболу или окружность), зачастую встречающихся при составлении мелкомасштабных карт, единственным способом до настоящего времени остается графический, т. е. перерисовка по клеткам, образуемым линиями меридианов и параллелей. Перенесенное тем или иным способом изображение генерализуется и закрепляется тушью в установленных цветах.

СПОСОБ ВСЕВОЗМОЖНЫХ КОМБИНАЦИЙ — см. *Измерение горизонтальных углов.*

СПОСОБ КРУГОВЫХ ПРИЕМОМ — см. *Измерение горизонтальных углов.*

СПОСОБ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ — математическая дисциплина, изучающая вопросы отыскания поправок к результатам измерений с целью получения вероятнейших значений искоемых величин, а также характеристик точности их окончательных и измеренных значений. С алгебраической точки зрения задача нахождения поправок v к результатам измерений всегда оказывается неопределенной. Но если систему отыскиваемых поправок подчинить добавочному требованию, чтобы сумма квадратов поправок была равна минимуму, т. е. $[v^2] = \min$ (для неравноточных измерений — чтобы $[pv^2] = \min$), то решение задачи становится вполне определенным и если ошибки измерений удовлетворяют закону нормального распределения, то значения поправок будут вероятнейшими. Принцип наименьших квадратов и правила С. н. к. широко применяются при обработке результатов измерений.

СПОСОБ ПОВТОРЕНИЙ — см. *Измерение горизонтальных углов.*

СРЕДНИЕ И ВИДИМЫЕ МЕСТА ЗВЕЗД. Ось вращения Земли, плоскость эклиптики, а следовательно, и точка весеннего равноденствия изменяют с течением времени свое положение относительно звезд, испытывая разного рода периодические колебания. Вследствие этого координаты звезд претерпевают изменения от года к году, и в течение года.

Координаты звезд определяются обсерваториями многократно, в течение ряда лет. Результаты определений публикуются в звездных каталогах, в которых значения координат относят к некоторой одной дате, называемой *эпохой каталога*. За эпоху каталога обычно выбирают начало года, близкого к середине периода, в течение которого производились наблюдения.

Координаты звезды, полученные из наблюдений, называются **видимыми координатами**, а определяемое этими координатами положение звезды — ее **видимым местом**.

Видимые координаты звезды, освобожденные от влияния аберраций и исправленные за нутацию, называются **средними координатами**, определяющими среднее место звезды. Средние места звезд изменяются с течением времени по двум причинам: прецессии и собственного движения звезды.

Существуют высокоточные (фундаментальные) звездные каталоги, в которых даются средние места звезд. Для каждой звезды, помещенной в каталоге, дается ее прямое восхождение α , склонение δ , годичная и вековая прецессии и собственное движение звезды. С 1942 по 1965 г. в *Астрономическом ежегоднике СССР* была принята система каталога FK3 (Третий фундаментальный каталог Берлинского астрономического ежегодника); с 1966 г. в *Астрономическом ежегоднике СССР* принята система FK4.

При астрономических определениях широт, долгот и азимутов пользуются видимыми местами звезд. Видимые места звезд даются в *Астрономическом ежегоднике СССР* для звезд со склонениями $\delta < 80^\circ$ — через каждые 10 верхних кульминаций звезды на Гринвичском меридиане, а для близполюсных звезд ($\delta > 80^\circ$) — на каждый день, откуда значения координат звезды на момент наблюдений выбираются интерполированием.

СТАНДАРТ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ (ГОСТ) НА НИВЕЛИРЫ И ТЕОДОЛИТЫ — см. *Нивелир и Теодолит*.

СТАТОСКОП — прибор для определения изменений высоты фотографирования при аэрофотосъемке. С. представляет собой дифференциальный барометр Д. И. Менделеева, показывающий изменения атмосферного давления при колебаниях высоты полета. Показания С. фиксируются на отдельной фотоплёнке в виде диаграммы, называемой **статогрммой**. По показаниям статогрммы определяют разности высот фотографирования аэроснимков.

Точность определения разностей высот зависит от состояния земной атмосферы и высоты аэрофотосъемки; с увеличением высоты точность определений повышается. При высоте 3000 м средняя квадратическая ошибка определения близка к 1,5 м.

СТЕРЕОГРАФИЧЕСКАЯ (РАВНОУГОЛЬНАЯ АЗИМУТАЛЬНАЯ) ПРОЕКЦИЯ — перспективная проекция, в которой точка зрения лежит на поверхности шара. С. п. может быть полярной (прямой) (рис. 110, а), экваториальной (поперечной) (рис. 110, б) и горизонтальной (косой) (рис. 110, в), если центральная точка проекции расположена соответственно в полюсе, на экваторе или в другом любом месте земного шара. В полярной С. п. параллели — одноцентренные окружности, расстояния между которыми увеличиваются по мере удаления от центра проекции, а меридианы — прямые, сходящиеся в общем центре параллелей. В экваториальной и косой С. п. меридианы и параллели изображаются кругами, пересекающимися под прямыми углами. С. п. принадлежит к конформным проекциям (сохраняющим углы) и обладает свойством всякий круг на поверхности земного шара изображать кругом или прямой линией на плоскости. Поперечная сетка С. п. применяется

для графического решения задач сферической астрономии и навигации. С. п. используется в некоторых странах с территорией округлой формы для геодезических и топографических работ с применением на плоскости прямоугольных координат, она применяется также для составления мелкомасштабных карт Арктики и Антарктики и астрономических карт.

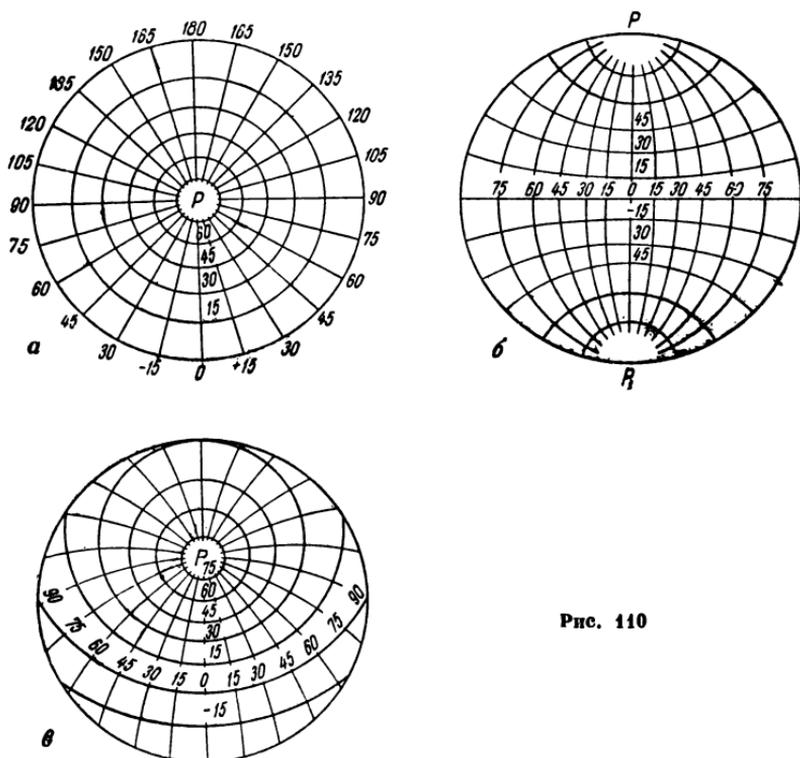


Рис. 110

Ф о р м у л ы С. п. д л я ш а р а :

$$x = \rho \cos \delta; \quad y = \rho \sin \delta;$$

$$\rho = 2R \cos^2 \frac{z_0}{2} \operatorname{tg} \frac{z}{2};$$

$$\mu = \cos^2 \frac{z_0}{2} \operatorname{sec}^2 \frac{z}{2}; \quad p = \mu^2,$$

где x и y — абсцисса и ордината плоских прямоугольных координат точки, имеющей на шаре в полярных координатах азимут δ и зенитное расстояние z ;

ρ — радиусы параллелей или альмукантаратов проекции (альмукантараты — линии, равноудаленные от центральной точки косо́й или поперечной проекции);

R — радиус земного шара;

z_0 — зенитное расстояние параллели или альмукуантарата, на которых сохраняется главный масштаб;

p — масштаб площадей.

Связь между полярными (z, δ) и географическими (φ, λ) координатами точки на шаре выражается формулами:
для прямой С. п.

$$z = 90^\circ - \varphi; \quad \delta = \lambda;$$

для экваториальной С. п.

$$\cos z = \cos \varphi \cos (\lambda - \lambda_0);$$

$$\operatorname{tg} \delta = \operatorname{ctg} \varphi \sin (\lambda - \lambda_0);$$

для косой С. п.

$$\cos z = \sin \varphi_0 \sin \varphi + \cos \varphi_0 \cos \varphi \cos (\lambda - \lambda_0);$$

$$\operatorname{ctg} \delta = \cos \varphi_0 \operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosec} (\lambda - \lambda_0) - \sin \varphi_0 \operatorname{ctg} (\lambda - \lambda_0).$$

В этих формулах φ_0 и λ_0 — широта и долгота центральной точки проекции.

СТЕРЕОМЕТР — фотограмметрический прибор, предназначенный для рисовки рельефа на плановых аэроснимках (предложен проф. Ф. В. Дробышевым, сокращенное название — СТД). Прибор настольный, рассчитан на обработку аэроснимков формата 18×18 см; снимки большего формата предварительно уменьшают. Общий вид прибора показан на рис. 111. Снимки наблюдаются в зеркально-линзовый *стереоскоп*, визирными марками служат нити, натянутые на снимкодержатели.

Искажения разностей продольных *параллакс*ов на плановых аэроснимках, возникающие вследствие влияния углов наклона и неравенства высот фотографирования, устраняются с помощью коррекционных механизмов прибора. Установка этих механизмов в положение, при котором разности продольных параллакс^{ов} плановых аэроснимков соответствуют горизонтальным снимкам, выполняется по опорным высотным точкам или по установочным величинам. После ориентирования аэроснимков рельеф рисуют на правом аэроснимке, наблюдая сечение модели горизонтальной нитью.

Взаимные превышения точек, которые требуется подписать на карте, вычисляются по формуле

$$h = H_1 \frac{\Delta p_0}{p_1 + \Delta p_0},$$

где H_1 — высота фотографирования,

p_1 — продольный параллакс начальной точки,

Δp_0 — исправленная разность продольных параллакс^{ов}.

Горизонтали, зарисованные на аэроснимках при помощи С., получаются, как и контуры, в центральной проекции. Оригинал топографической карты изготавливают по этим снимкам в ортогональной проекции одним из следующих способов:

1. Аэроснимки проектируют посредством трансформатора или проектора на планшет и вычерчивают на нем контуры и рельеф.

2. Горизонталь с аэроснимков перерисовывают при помощи стереоскопа на фотоплан.

С. является основным прибором при выполнении аэрофотопографической съемки дифференцированным методом в масштабах 1 : 25 000 — 1 : 100 000.

СТЕРЕОПРОЕКТОР — универсальный стереофотограмметрический прибор механического типа, осуществляющий построение модели местности с преобразованными связками проектирующих лучей. Применяется для создания и обновления топографических карт и построения пространственных фототриангуляционных сетей.

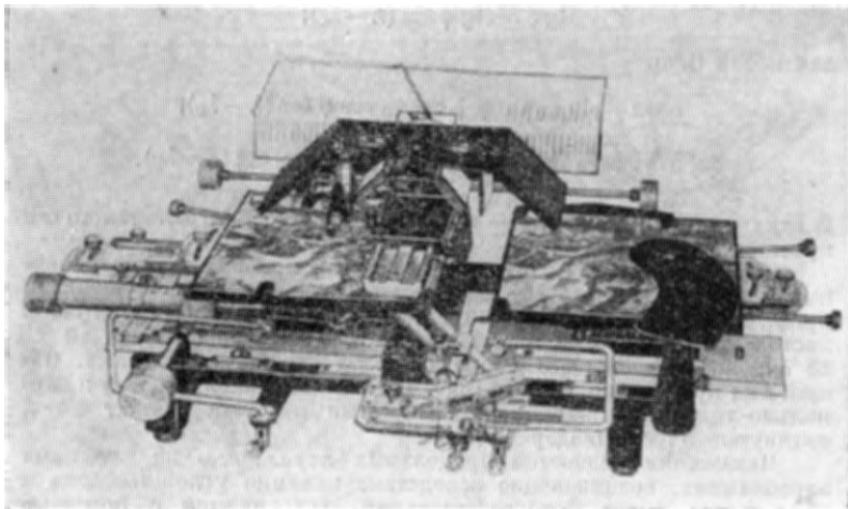


Рис. 111

Прибор предложен проф. Г. В. Романовским, сокращенное название — СПР. Применяется СПР-2 (рис. 112) и более совершенный СПР-3.

Строгое решение задачи построения нормальной модели с сохранением горизонтального размещения аэроснимков возможно благодаря применению в приборе специальных коррекционных механизмов, приводящих результаты измерений по наклонным аэроснимкам к тем, которые имели бы место, если бы эти снимки были горизонтальными.

Прибор стационарный, предназначен для обработки плановых аэроснимков формата 18×18 см с любыми фокусными расстояниями АФА. Разности высот точек местности в пределах стереопары могут достигать половины высоты фотографирования. Инструментальные ошибки при определении разности высот не превышают 1 : 3000, а для последних образцов СПР-3 — 1 : 7000 высоты фотографирования. Площадь основания СПР-3 — 116×120 см, высота 190 см, вес 800 кг.

СТЕРЕОСКОП — прибор, позволяющий по двум снимкам, составляющим *стереопару*, получить *стереоэффект*, т. е. видеть рельефное изображение сфотографированного объекта. Для изучения аэроснимков применяются С. простые и топографические. Простые С. предназначены только для получения

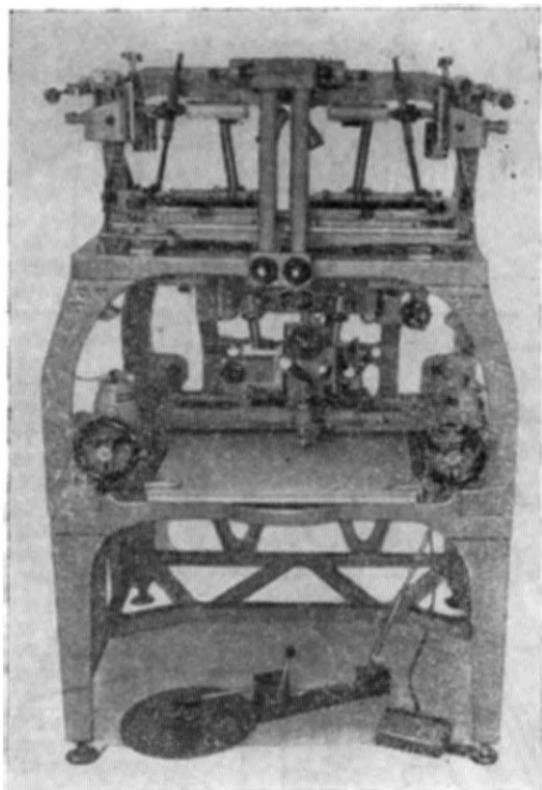


Рис. 112

рельефного изображения местности, топографические имеют приспособление для измерения разностей продольных параллаксов (см. *Параллакс*).

Принцип построения стереоскопической модели с помощью С. (зеркального) показан на рис. 113, а. Лучи от точек a , b и c перекрывающихся частей аэроснимков, отразившись от внешних зеркал N_1 и N_2 , а затем от внутренних n_1 и n_2 , попадают в глаза наблюдателя, и так как наблюдатель левым глазом видит только левый снимок, а правым — правый, то совокупность точек, в которых пересекаются продолженные соответственные лучи от левого и правого глаза, образуют стереоскопическую модель местности.

Увеличение S . определяется по формуле $v = \frac{250}{d}$, где d — выраженное в миллиметрах расстояние от глаза наблюдателя или, если в S . имеются линзы, от центра линзы до аэроснимка по ходу центрального луча. На рис. 113, б изображен складной линзово-

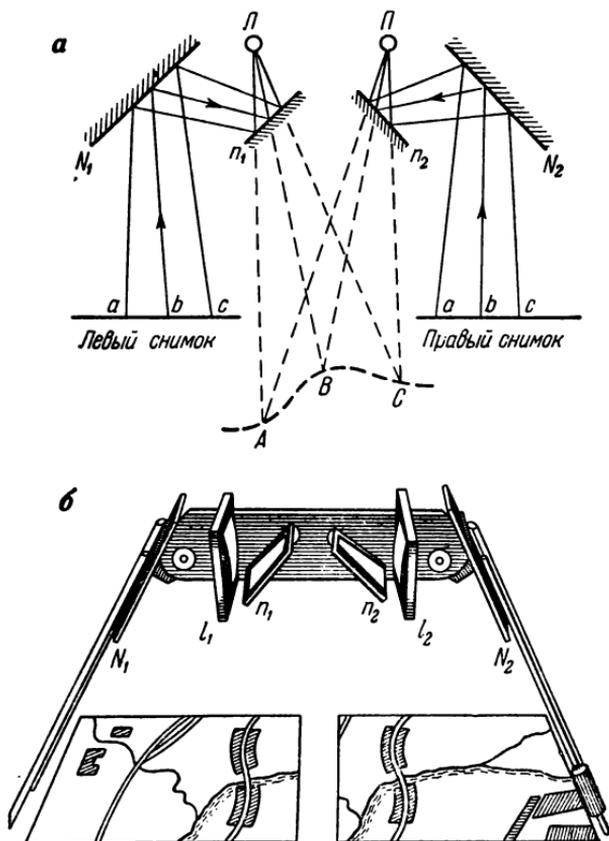


Рис. 113

зеркальный стереоскоп Лз-3. В нем между зеркалами установлены линзы l_1 и l_2 , благодаря чему при достаточном для размещения аэроснимков расстоянии между стойками S . имеет увеличение $1,4-1,5^{\times}$.

СТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ — см. *Стереоскопический эффект*.

СТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ ПАРА (стереопара) — два смежных взаимно перекрывающихся аэроснимка. При рассматривании надлежащим образом ориентированной стереопары в стереоскопический прибор возникает рельефное изображение местности, сфотографированной на перекрывающихся частях аэроснимков.

СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ — пространственное изображение объекта, получаемое при рассматривании двух его плоских перспективных изображений (стереопары) с помощью стереоскопического прибора. В фотограмметрии такими изображениями служат аэроснимки, составляющие *стереоскопическую пару*. Для получения С. э. должны быть соблюдены следующие условия:

1) аэроснимки стереопары должны быть правильно положены один относительно другого;

2) каждым глазом должен наблюдаться только один снимок стереопары;

3) разность масштабов аэроснимков не должна превышать 16% от их значений;

4) угол, под которым пересекаются соответственные зрительные лучи, не должен превышать 16° .

В зависимости от взаимного расположения аэроснимков стереопары С. э. может получиться:

а) **п р я м о й** — стереомодель правильно отображает рельеф местности: горы изображаются горами, низины — низинами (рис. 114, а);

б) **о б р а т н ы й** — возвышенности кажутся низинами, а низины — возвышенностями (рис. 114, б);

в) **н у л е в о й** — С. э. не возникнет, местность будет казаться плоской (рис. 114, в).

Простейшим прибором, с помощью которого можно получить С. э., является **с т е р е о с к о п**. Наблю-

даемое при этом пространственное изображение называется **с т е р е о с к о п и ч е с к о й м о д е л ь ю**, или сокращенно **с т е р е о м о д е л ь ю**. Стереомодель, получаемая в современных фотограмметрических приборах в результате ориентирования аэроснимков, позволяет измерять все три координаты точек модели или в зависимости от применяемого прибора рисовать контуры и рельеф местности, т. е. производить топографическую съемку.

СТОЛБОВОЙ ЦЕНТР — металлическая подставка для теодолита (марки), вдементрированная в верхнюю грань бетонного монолита, позволяющая производить центрирование прибора. Подставка состоит из металлического диска со стержнем в центре, на который навинчивается теодолит (марка) при его установке.

СТОРОНЫ ГОРИЗОНТА — основные направления (север, юг, восток, запад) используемые для ориентирования на земной поверхности.

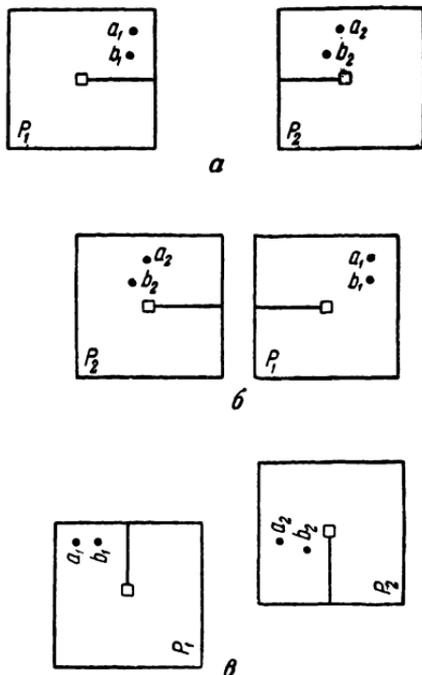


Рис. 114

Определение сторон горизонта на местности производится преимущественно по компасу, а также по Солнцу и Полярной звезде.

Определение сторон горизонта по Солнцу и часам, идущим по декретному времени, производится следующим образом. Часы поворачивают так, чтобы часовая стрелка была направлена на Солнце (рис. 115); затем, не меняя положение часов, мысленно делят пополам угол между часовой стрелкой и направлением от центра циферблата на цифру 1; полученное направление будет приближенно направлением на юг.

Определение сторон горизонта по Полярной звезде основано на том, что она всегда находится в направлении на север. Чтобы найти на небосклоне Полярную звезду, надо сначала отыскать хорошо

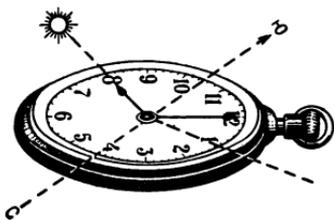


Рис. 115

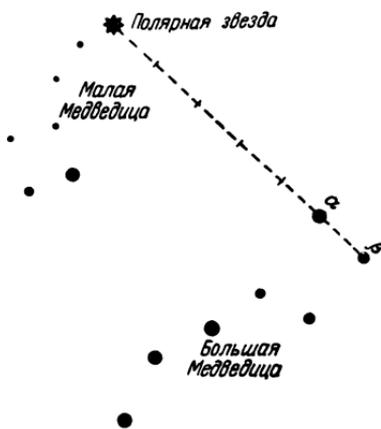


Рис. 116

заметное созвездие Большой Медведицы (рис. 116), затем мысленно продолжить прямую, проходящую через две крайние звезды «ковша», и расстояние между этими двумя звездами отложить по прямой примерно пять раз (см. еще *Полярная звезда*).

СУТКИ ЗВЕЗДНЫЕ — период времени, в течение которого точка весеннего равноденствия в ее суточном движении по небесному экватору описывает полную окружность. Началом каждых С. з. в какой-либо точке земной поверхности принят момент верхней кульминации точки весеннего равноденствия на меридиане этой точки. С з. в астрономии служат единицей меры времени и делятся на 24 звездных часа, час — на 60 звездных минут, минута — на 60 звездных секунд. Продолжительность С. з. в средних солнечных единицах времени равна $23^h 56^m 4^s,091$.

СУТКИ ИСТИННЫЕ — период времени между двумя последовательными верхними кульминациями центра видимого диска Солнца на одном и том же меридиане. С. и. вследствие неравномерного видимого годичного движения Солнца неодинаковы между собой по своей продолжительности. Разность между самыми длинными и самыми короткими С. и. в году равна приблизительно 51 сек.

СУТКИ СРЕДНИЕ — период времени, в течение которого теоретическое среднее солнце в его суточном движении по небесному экватору описывает полную окружность. С. с. делятся на 24 средних часа, час — на 60 минут, минута — на 60 секунд, С. с. и ука-

занные их доли являются единицами времени, принятыми в повседневной жизни.

В связи с тем что получаемая из наблюдений продолжительность средних солнечных суток содержит влияние неравномерности в суточном вращении Земли, за эталон времени в науке и технике принята не 1/86400 часть средних суток, а 1/31 556 925,9747 часть тропического года для 1900 г. января 0 в 12 часов эфемеридного времени, т. е. в обычной календарной записи — для 12 часов дня 31 декабря 1899 года.

СФЕРИЧЕСКИЙ ИЗБЫТОК — разность ϵ между суммой углов Σ сферического n -угольника, образованного дугами больших кругов, и суммой углов плоского n -угольника:

$$\epsilon = \Sigma - 180^\circ (n - 2) = \rho'' \frac{P}{R^2},$$

где $\rho'' = 206\,264''$; P — площадь фигуры и R — радиус сферы.

С. и. треугольника в обычной геодезической практике вычисляется по формуле

$$\epsilon'' = f \cdot ab \sin C,$$

где $f = \frac{\rho''}{2R^2}$; a и b — длины двух сторон и C — угол треугольника,

заклученный между сторонами a и b ; радиус R сферы принимается равным среднему радиусу кривизны эллипсоида под средней широтой треугольника, например, для равностороннего треугольника со стороной 20 км, расположенного под широтой 52° , будем иметь

$f = 0,002531 \frac{''}{\text{км}^2}$; $\epsilon'' = 0,002531 \cdot 20 \cdot 20 \sin 60^\circ = 0'',877$.

СФЕРОИД — шарообразное тело. Термин «сфероид» часто применяется в значении «эллипсоид».

СЪЕМОЧНАЯ СЕТЬ — совокупность точек, определяемых непосредственно к пунктам государственной геодезической сети для непосредственного обеспечения топографических съемок. Точки С. с. определяются аналитическим способом — триангуляцией, теодолитными ходами, прямыми и обратными засечками и графическим способом — при помощи мензулы и кипрегеля. Исходной основой для развития С. с. служат пункты государственной геодезической сети. Средние ошибки определения точек С. с. в плановом положении относительно ближайших геодезических пунктов не превышают 0,1 мм на оригинале карты; средние ошибки по высоте указаны в таблице (в метрах).

Районы съемки	Масштаб съемки			
	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000
Плоскоравнинные . . .	0,15	0,25	0,8	1,5
Равнинные пересеченные и всхолмленные, с преобладающими углами наклона до 6°	0,20	0,4	0,8	1,5
Горные и предгорные, песчаные пустыни	0,50	0,5	1,2	2,5
Высокогорные	—	1,0	2,6	5,0

Т

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ШКАЛЫ. В таблице приведены названия различных Т. ш., их обозначения, принятые по каждой шкале температуры таяния льда и паров воды, кипящей при нормальном атмосферном давлении.

Таблица температурных шкал

Названия шкал	Обозначения	Температура	
		таяния льда	кипения воды
Цельсия	С	0°	+100°
Реомюра	R	0	+80
Фаренгейта	F	+32	+180
Абсолютная (градусы Кельвина)	Т	273,15	373,15

Перевод температуры из градусов Реомюра, Фаренгейта и Кельвина в градусы Цельсия производится по формулам.

$$t_C^\circ = \frac{5}{4} t_R^\circ = \frac{5}{9} (t_F^\circ - 32^\circ) = T - 273^\circ,15.$$

Для обратных переводов служат формулы

$$t_R^\circ = \frac{4}{5} t_C^\circ; \quad t_F^\circ = \frac{9}{5} t_C^\circ + 32^\circ;$$

$$T = t_C^\circ + 273^\circ,15.$$

Шкала Цельсия считается международной практической температурной шкалой; положение о ней было разработано в 1948 г. и уточнено на XI Генеральной конференции по мерам и весам.

ТЕОДОЛИТ — геодезический инструмент для измерения горизонтальных углов. Конструкции большинства Т. позволяют измерять и вертикальные углы, но с меньшей точностью, чем горизонтальные. Инструменты, предназначенные для одинаково точного измерения горизонтальных и вертикальных углов, называются *универсалами*. Схематически устройство Т. показано на рис. 117: *A* — подставка с подъемными винтами *B*; *V* — вертикальная ось; *C* — горизонтальный угломерный круг, центр делений которого располагается на вертикальной геометрической оси *ZZ₁*. Над горизонтальным кругом расположена вращающаяся на вертикальной оси *V* алидадная часть, состоящая из кожуха *D*, прикрывающего горизонтальный круг, двух подставок *K* для горизонтальной оси вращения *JJ* зрительной трубы *E*. На кожухе или подставках укреплены отсчетные приспособления *F*. На горизонтальную ось *JJ* обычно насажены наглухо вертикальный круг *H* и свободно алидада вертикального круга, несущая отсчетные

приспособления M и уровень L_1 . Для пипелпрования инструмента служит уровень L_2 , укрепляемый в основании подставок K , или накладной уровень L_3 , устанавливающийся на цапфах горизонтальной оси.

Угломерные круги T . бывают металлические и стеклянные. Отсчетными приспособлениями у первых служат микроскопы-микрометры, шкаловые микроскопы и верньеры, а у вторых — оптические микрометры. Теодолиты со стеклянными кругами называются оптическими теодолитами.

По устройству осей T . делятся на простые и повторительные (обычно у T . малой точности), позволяющие измерять углы способом повторений.

По точности T . делятся на высокоточные, точные и малоточные, позволяющие измерять углы соответственно с точностью $0",5$ $1,0-2",0$ и $3-5"$. Оптической промышленностью в СССР изготавливаются все типы T .

Высокоточные инструменты:

1. Триангуляционный T . ТТ-2"/6", имеющий двухсекундные отсчетные микроскопы-микрометры для горизонтального круга; два сектора вместо вертикального круга с отсчетами по шкаловым микроскопам до $0,1$ деления одноминутной шкалы, т. е. до $6"$; накладной уровень; приспособление для регулировки вертикальной оси и поверительную трубу. При переводе через зенит зрительная труба вынимается из лагера (перекладывается).

2. Астрономический универсал УА-2"/10" сходен по устройству с ТТ-2"/6", но вместо прямой имеет ломаную зрительную трубу и дополнительно талькоттовский уровень.

3. Оптический T . ОТ-0,2. Цена деления шкалы оптического микрометра — $0",2$ (см. еще *Оптические микрометры и Измерение вертикальных углов*).

4. Оптические T . ОТБ и ОТ-58, имеющие цену деления горизонтальных и вертикальных кругов $20'$ (у ОТБ в градусных делениях — 20^c) и цену деления оптического микрометра $1"$.

Точные инструменты:

1. Универсал У-5", имеющий: пятисекундные отсчетные микроскопы-микрометры для горизонтального и вертикального кругов; переставляющийся вертикальный круг; ломаную зрительную трубу, поверительную трубу, накладной уровень, снимающийся уровень при алидаде вертикального круга и талькоттовский уровень.

2. Средние оптические T . ОТС и ТБ-1 с ценой деления угломерных кругов соответственно 20^c и $20'$ и шкал оптических микрометров — 2^c и $1"$. T . устанавливаются на свободно отделяющихся подставках, имеющих оптические отвесы.

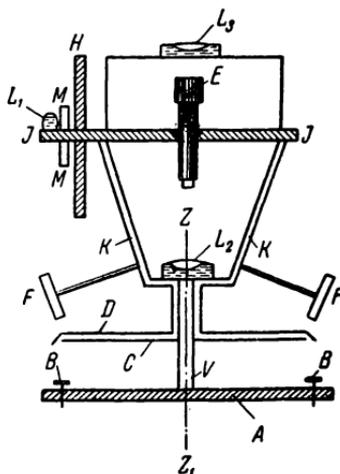


Рис. 117

Малые оптические Т. и Т. малой точности:

1. ТТ-3 и ТТ-4 — однотипные оптические Т., различающиеся между собой устройством зрительных труб и вертикальных осей. Угломерные круги разделены через $20'$, цена деления шкал микрометров $10''$. Круги отсчитываются по одной стороне и для исключения влияния эксцентриситета наблюдения производятся при двух положениях зрительной трубы при неизменном положении лимба в течение приема. К инструменту ТТ-3 прилагается съемный перископ для наблюдений из-за укрытий.

2. ТТ-50, ТТ-5 и другие Т. с металлическими кругами и отсчетными 30-секундными верньерами.

Кроме указанных Т. общегеодезического назначения существуют Т. специального назначения, например: 30-секундный Т. ТН («теодолит-нивелир»), имеющий уровень на трубе, ТТП («теодолит-проектировщик») с накладным уровнем и др. См. еще *Проверки теодолита*.

Государственным комитетом стандартных мер и измерительных приборов 7/VI 1963 г. был утвержден стандарт 10529—63 «Теодолиты. Типы. Основные параметры и технические требования» со сроком введения его в действие — 1 января 1965 г.

Стандарт имеет целью упорядочить типы и назначение изготавливаемых разными заводами теодолитов, повысить их точность и удобство работы с ними, привести изготавливаемые теодолиты в соответствие с современными достижениями геодезической техники.

Стандартом предусматривается изготовление восьми типов теодолитов и только оптических, краткие характеристики которых приведены в таблице.

Типы теодолитов по ГОСТ 10529—63

Тип теодолита	Основное назначение	Средняя квадратическая ошибка измерения угла	Существующий прототип	Примечание
1	2	3	4	5

Высокоточные теодолиты

Т05	Триангуляция 1 класса	$0'',5$	Опытные образцы теодолитов ТВО-2 завода ЭОМЗ ЦНИИГАиК ОТ-0,2	—
Т1	Триангуляция и полигонометрия 2 класса	$1'',0$		Теодолит будет иметь более сильную трубу и усовершенствованный микрометр

Тип теодолита	Основное назначение	Средняя квадратическая ошибка на измерении угла	Существующий прототип	Примечание
1	2	3	4	5

Точные теодолиты

T2	Триангуляция и полигонометрия 3 класса	2",0	ТБ-1	Теодолит должен позволять выполнять астрономические определения малой точности и работы с дальномерной насадкой по трехштативной системе
T5	Полигонометрия 1 и 2 разряда, изыскательские работы	5",0	ОТШ	Теодолит будет иметь автоматическую установку места нуля при измерении вертикальных углов. В случае дрожания инструмента (при наблюдениях с сигналами в ветреную погоду) измерение вертикальных углов не рекомендуется
T10	Аналитические сети	10",0	ТТ-5, ТН	—

Технические теодолиты

T15	Съемочные сети, маркшейдерские работы	15"	Маркшейдерский теодолит ОМТ-30	Предусматривается автоматическая установка места нуля
T20	То же	20"	Маркшейдерский теодолит ТО-1	Предусматривается возможность установки теодолита на консолях
T30	Съемочные сети и тахеометрические ходы	30"	ТОМ (теодолит оптический малый)	—

В ГОСТе указано, что под средней квадратической ошибкой измерения угла понимается средняя квадратическая ошибка измерения угла одним приемом, полученная из наблюдений 12 приемами одного произвольного угла в лабораторных условиях; лимб между приемами должен переставляться на 15° .

В ГОСТ 10529—63 дано еще понятие «допустимой средней квадратической ошибки измерения угла одним приемом», которая у теодолита Т05 не должна быть более $1''{,}0$, у Т1 — не более $1''{,}5$, у Т2 — не более $3''{,}0$ и у Т5 — не более $7''{,}0$.

ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЕМКА — комплекс работ, выполняемых при создании оригинала топографической карты. Основными работами этого комплекса являются: определение положения топографических элементов местности относительно пунктов государственной геодезической сети в плане и по высоте и нанесение их на планшет соответствующими условными знаками; установление собственных названий населенных пунктов, рек, озер и т. д. и показываемых на карте характеристик топографических элементов местности — скорости течения и глубины рек, пород леса и т. д.

В настоящее время применяются следующие виды Т. с. — аэрофототопографическая, мензуральная и фототеодолитная (см. соответствующие термины). Основным видом Т. с. является аэрофототопографическая съемка. Т. с. производятся в масштабах 1 : 100 000 и крупнее.

ТОПОГРАФИЯ — научная дисциплина, занимающаяся подробным изучением земной поверхности в геометрическом отношении и исследованием и разработкой способов изображения всех топографических элементов местности на плоскости в виде топографических карт или планов (см. *Топографическая съемка*).

ТОПОПРИВЯЗЧИК — колесная или гусеничная машина, оборудованная приборами для автоматического определения плоских прямоугольных координат своего местоположения и вычерчивания на топографическом планшете пройденного пути.

ТОЧКА ВЫСОТНАЯ — опорная точка, из трех координат которой определена только высота. При аэрофототопографической съемке в масштабах 1 : 50 000 и крупнее высоты этих точек определяются геометрическим или тригонометрическим нивелированием, а при съемке в масштабе 1 : 100 000 (и 1 : 50 000 в горных и пустынных районах) могут определяться барометрическим нивелированием. Горизонтальное положение Т. в. определяется фотограмметрическим путем.

ТОЧКА КОНТУРНАЯ НА АЭРОСНИМКЕ — точка, находящаяся на перекрывающейся части аэроснимка, четко выраженная и надежно опознаваемая с одноименными точками на смежных аэроснимках.

ТОЧКА ФОТОГРАФИРОВАНИЯ — точка, в которой находился объектив аэрофотоаппарата (его узловая точка) в момент фотографирования данного аэроснимка (см. еще *Узловые точки объектива*).

ТОЧКИ АЭРОСНИМКА — главная, надирная, нулевых искажений, схода (см. *Элементы центральной проекции*).

ТОЧКИ АЭРОСНИМКА ОПОРНЫЕ — контурные точки аэроснимка, координаты которых определены в поле геодезическим способом или в камеральных условиях на фотограмметрических инструментах высшего класса точности, чем те, на которых предусмотрено составление карты по аэроснимкам. Т. а. о. служат для

геодезического ориентирования и установления масштаба отдельных аэроснимков, фотопланов и фототриангуляционных сетей.

ТОЧКИ РАВНОДЕНСТВИЙ — точки пересечения небесного экватора с видимым годичным путем Солнца (точнее — центра диска Солнца). В точке весеннего равноденствия Солнце бывает около 21 марта, а в точке осеннего равноденствия — около 23 сентября и свой суточный оборот совершает в эти дни по небесному экватору (см. еще *Небесная сфера*).

ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ — понятие, по смыслу обратное ошибке измерения, не имеющее своего обозначения и числового выражения и характеризуемое величиной *средней квадратической ошибки*.

ТРАНСКРИПЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАЗВАНИЙ — см. *Передача географических названий*.

ТРАНСФОРМАТОР (фототрансформатор) — фотограмметрический прибор, предназначенный для преобразования плановых и перспективных аэроснимков в горизонтальные. Т. представляет собой оптический проектор, в котором плоскость экрана и плоскость негатива или объектива, а в некоторых Т. и все три эти плоскости могут принимать наклонное положение, благодаря чему на экране можно получить изображение, подобное тому, как если бы аэроснимок был горизонтальным (см. *Трансформирование*). Наиболее распространенными Т. в СССР являются: ФТБ, ФТМ (рис. 118) и МГИ (большой, малый и Московского геодезического института).

Основные характеристики этих Т. приведены в таблице.

Основные характеристики	ФТБ	ФТМ	МГИ
Максимальный формат аэроснимка, см	30×30	30×30	18×18
Размер экрана, см	60×60 и 100×100	60×60	60×60
Угол наклона экрана	До 45°	До 14°	До 10°
Имеют вращение плоскости . . .	<i>Е</i> и <i>Р</i>	<i>Е</i> и <i>Н</i>	<i>Е</i> , <i>Р</i> и <i>Н</i>
Коэффициент увеличения при трансформировании	0,6—4,0	0,7—2,5	0,7—2,0
Фокусное расстояние объектива трансформатора, мм	180	180	150
Высота трансформатора, м	3,0	2,4	2,5
Площадь основания, см	150×120	107×86	80×60

Примечание: *Е*, *Р* и *Н* — обозначение плоскостей соответственно экрана, негатива и объектива.

ТРАНСФОРМИРОВАНИЕ АЭРОСНИМКОВ — преобразование плановых или перспективных аэроснимков в горизонтальные. В процесс Т. а. входит также приведение аэроснимков к заданному масштабу и уменьшение искажений, обусловливаемых рельефом. Существуют следующие способы Т. а.

Фотомеханический способ. На экран трансформатора помещают планшет с нанесенными на нем опорными точками; в кассету

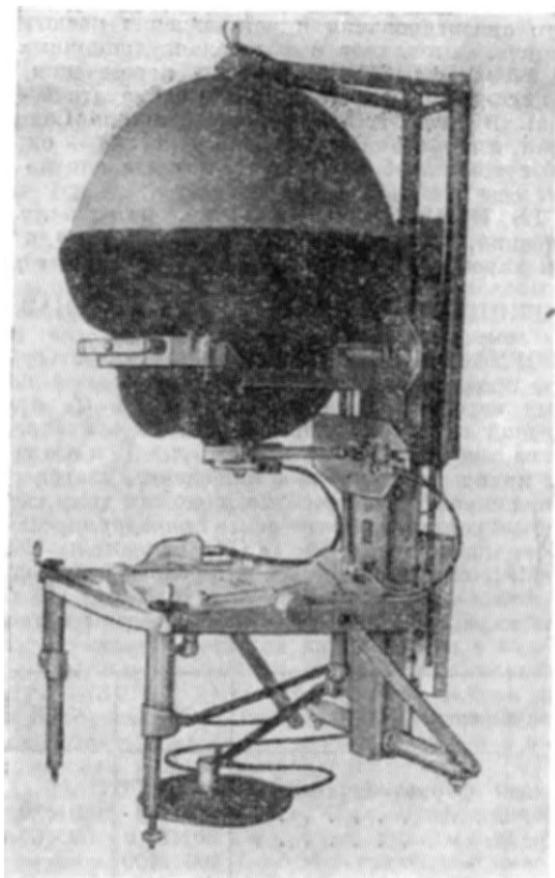


Рис. 118. Фототрансформатор ФТМ

трансформатора вкладывают негатив трансформируемого аэроснимка и проектируют его на планшет. Т. а. состоит в том, что изображения опорных точек негатива аэроснимка совмещают с соответствующими точками на планшете. По достижении такого положения спроектированное изображение негатива фиксируют на фотобумагу. В результате получается фотоснимок в масштабе сети опорных точек и по геометрическим свойствам подобный горизонтальному аэроснимку. Для Т. а. необходимо на каждом аэроснимке иметь четыре плановые опорные точки. Если местность холмистая и искажения за рельеф превышают графическую точность создаваемой карты, то в положение опорных точек на планшете вводится поправка δ за рельеф, вычисляемая по формуле

$$\delta = \frac{rh}{H},$$

где r — расстояние от положения главной точки аэроснимка на планшете до опорной точки;

h — высота опорной точки над средней горизонтальной поверхностью;

H — высота фотосъемки.

Поправка δ откладывается по направлению к главной точке при отрицательном и в противоположную сторону — при положительном значении высоты h .

Оптико-графический способ. При этом способе трансформирование производится на трансформаторе так же, как и при фотомеханическом способе, но спроектированное на экран изображение негатива не фиксируют на фотобумаге, а вычерчивают на планшете

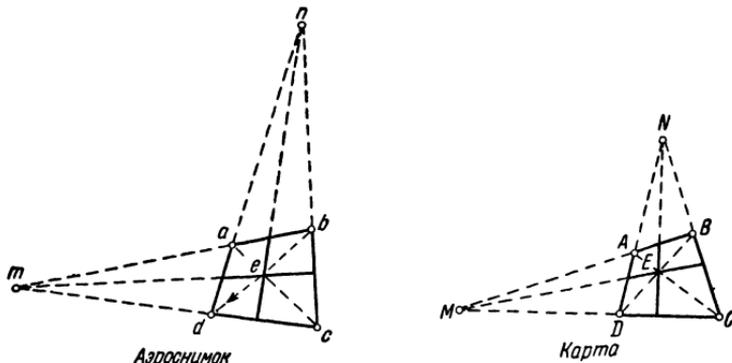


Рис. 119

в условных знаках создаваемой карты. Способ иногда применяется при создании карт крупного масштаба на местность, бедную контурами.

Графический способ. При этом способе трансформирование выполняется при помощи перспективных сеток. Для построения этих сеток отождествляют на карте и на аэроснимке четыре одноименные точки A, B, C, D и a, b, c, d соответственно (рис. 119), расположенные по возможности ближе к углам аэроснимка. Противоположные стороны четырехугольников $ABCD$ и $abcd$ продолжают до пересечения их в точках M и N на карте и m и n на снимке. Из полученных точек прочерчивают прямые через точки пересечения диагоналей четырехугольников, т. е. через точки E и e . В результате на карте и на аэроснимке будут построены по четыре более мелких четырехугольника, которые таким же способом можно разбить на еще меньшие и довести сеть до нужной густоты. Графический способ Т. а. может быть применен для переноса объектов с перспективного аэроснимка на карту или планшет при наличии на последнем четырех опорных точек.

ТРЕУГОЛЬНИК ПАРАЛЛАКТИЧЕСКИЙ — сферический треугольник небесной сферы, вершины которого: полюс мира P (см. *Небесная сфера*, рис. 73), зенит Z и точка светила σ , а стороны — дуги: меридиана ($\sphericalangle PZ = 90^\circ - \varphi$), вертикала ($\sphericalangle Z\sigma = z$) и часового круга ($\sphericalangle P\sigma = 90^\circ - \delta$).

ТРАПЕЦИЯ СЪЕМОЧНАЯ — см. *Планшет*.

ТРИАНГУЛЯЦИЯ — метод определения положения геодезических пунктов путем построения на местности систем смежно расположенных треугольников, в которых измеряют их углы и длину, хотя бы одной стороны. Положение одного из пунктов T_1 , называемого начальным, и азимут исходного направления, ориентирующего стороны T_1 , определяют астрономическим путем. Системы треугольников строят в виде рядов (цепей) (рис. 120) или сетей треугольников (рис. 121).

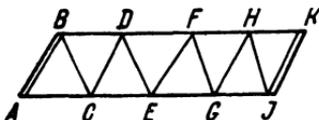


Рис. 120

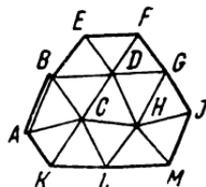


Рис. 121

Государственная триангуляционная сеть СССР подразделяется на четыре класса. Схемы построения, длина сторон, расположение базисов и базисных сторон, пунктов Лапласа и точность измерений углов и расстояний в триангуляции разных классов регламентированы в «Инструкции о построении государственной геодезической сети Союза ССР», М., 1961 г. Основные характеристики классов государственной триангуляции показаны в таблице.

Классы	Схемы построения	Ср. кв. ошибки измерения углов, по измерениям треугольников, не более	Длины сторон, км	Расположение базисных сторон	Ср. кв. ошибки длин базисных сторон, не более
1	2	3	4	5	6
1	Система полигонов, образуемых звеньями рядов длиной не более 200 км. В отдельных районах — сплошные сети	0",7	Не менее 20	На концах звеньев	1 : 400 000
2	Сплошная сеть треугольников	1",0	7—20	Равномерно, не реже чем через 25 треугольников	1 : 300 000
3	Вставки жестких систем	1",5	5—8	Через 20—25 треугольников (для изолированных систем)	1 : 200 000
4	То же	2",0	2—5	То же	1 : 200 000

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ — см. *Нивелирование тригонометрическое*.

ТРИЛАТЕРАЦИЯ (от латинского lateris — бок, сторона) — метод определения положения геодезических пунктов путем построения на местности систем смежно расположенных треугольников, в которых измеряется длина их сторон.

ТРОПИЧЕСКИЙ ГОД — промежуток времени между двумя весенними равноденствиями, следующими одно за другим.

У

УГЛОМЕРНЫЙ КРУГ — основная часть теодолита, изготовляющаяся из металла или стекла (в оптических теодолитах) и имеющая равномерную мерительную угловую шкалу в виде радиальных одинарных или двойных штрихов. На металлическом У. к. штрихи наносят на врезанном в него серебряном или нейзильберовом кольце — л и м б е. На У. к. точных инструментов штрихи наносят через $4'$, $5'$, $10'$ и $20''$, а инструментов малой точности — через $20'$, $30'$, 1° и $50''$, и подписывают через 1° , $1'$ и $5''$ или $10''$. На горизонтальном У. к. подписи всегда возрастают по ходу часовой стрелки. На вертикальных У. к. бывают подписи, возрастающие по ходу и против хода часовой стрелки, причем круги иногда делят не по всей окружности, например у теодолита $OT-0''2$. Штрихи У. к. имеют толщину от $0,03$ до $0,0015$ мм и наносятся с ошибкой порядка $\pm 1,2-1''5$. Штрихи теодолитов $OT-0''2$, OTB , $OT-58$, $TB-1$ — двойные.

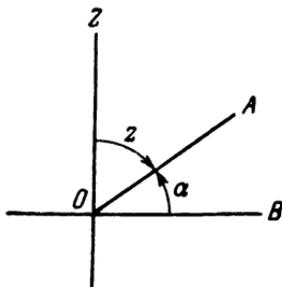


Рис. 122

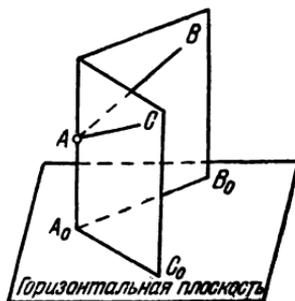


Рис. 123

УГОЛ ВЕРТИКАЛЬНЫЙ — угол, лежащий в вертикальной плоскости. В геодезической и астрономической практике обычно измеряются У. в., образуемые наблюдаемым направлением OA (рис. 122) с горизонтальной плоскостью OB или с отвесной линией OZ . Угол $AOB = \alpha$ называется углом наклона, а угол $ZOA = z$ — зенитным расстоянием. Углы наклона отсчитываются от плоскости горизонта вверх — от 0 до $+90^\circ$,

вниз — от 0 до -90° . Зенитные расстояния всегда положительны, отсчитываются от направления в зенит от 0 до 180° . Алгебраическая сумма $z + \alpha = 90^\circ$.

УГОЛ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ. Горизонтальным углом между направлениями из точки A (рис. 123) на точки B и C называется плоский угол $B_0A_0C_0$, лежащий в горизонтальной плоскости и измеряющий двугранный угол, образованный вертикальными плоскостями, проходящими через отвесную линию AA_0 в точке A и через точки B и C .

УЗЕЛ — мера путевой скорости, равная 1 морской миле (1852 м) в 1 ч.

УЗЛОВЫЕ ТОЧКИ ОБЪЕКТИВА — две точки, лежащие на главной оптической оси объектива, в которых преломляются центральные лучи (рис. 124). Лучи, идущие от объектов, преломляются в передней узловой точке S_1 , идут по направлению главной оптической оси AB и, вторично преломившись в задней узловой точке S_2 , выходят из объектива параллельно прежнему направлению, т. е. $\angle \omega_1 = \angle \omega_2$.

Ввиду малости расстояния S_1S_2 по сравнению с высотой аэрофотосъемки во многих случаях теории фотограмметрии эти точки считаются совпадающими и называются просто узловой точкой объектива.

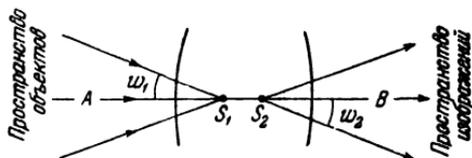


Рис. 124

УКЛОНЕНИЕ ОТВЕСНОЙ ЛИНИИ — угол $ZAN = u$ (рис. 125), образуемый в данной точке A земной поверхности направлением отвесной линии AZ и нормалью AN к поверхности референц-эллипсоида. Разность $\varphi - B$ между астрономической и геодезической широтами точки A есть U . о. л. в этой точке по широте, а разность $\lambda - L$ астрономической и геодезической долгот точки A есть U . о. л. по долготе. Угол U . о. л.

$$u'' = \sqrt{(\varphi - B)''^2 + (\lambda - L)''^2 \cos^2 \varphi}$$

Для референц-эллипсоида Красовского величина углов U . о. л. в среднем около $3''$; у подножия горных хребтов и вблизи больших впадин, например у озера Байкал, достигает $30-40''$.

УКЛОНОМЕР (эклиметр) — карманный прибор для приближенного измерения углов наклона на местности. U . применяется, когда угол наклона достаточно знать с точностью до 1° .

УРАВНЕНИЕ ВРЕМЕНИ — поправка, которую нужно алгебраически отнять от истинного солнечного времени, чтобы получить среднее солнечное время на данном меридиане. В году U . в. изменяется от $-14^m,3$ до $+16^m,4$. Значения U . в. даются в Астрономическом ежегоднике СССР. См. еще *Астрономические системы счета времени*.

УРАВНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ МЕРЫ — равенство, выражающее длину линейной меры в функции ее температуры, имеющее вид:

$$l_t = l_{t_0} + \alpha (t - t_0) + \beta (t - t_0)^2,$$

где l_t — длина меры при температуре t ;
 l_{t_0} — длина меры при температуре t_0 , определяемая компарированием;
 α и β — линейный и квадратичный температурные коэффициенты расширения меры, находимые из ее исследования.

УРАВНЕНИЕ ПОПРАВОК — исходное уравнение в уравнительных вычислениях по способу выбранных необходимых неизвестных, составляемое для каждой измеренной величины по правилу: «окончательное (уравненное) значение измеренной величины, выраженное через выбранные необходимые неизвестные, равно ее измеренному значению плюс поправка, находимая из уравнительных вычислений». Необходимые неизвестные в уравнении поправок обычно выражаются через их приближенные значения и поправки, находимые также из уравнительных вычислений. Например, для некоторой измеренной величины $x_i = f_i(t_1, t_2, \dots, t_k)$, где t_j — выбранные необходимые неизвестные, уравнение поправок будет

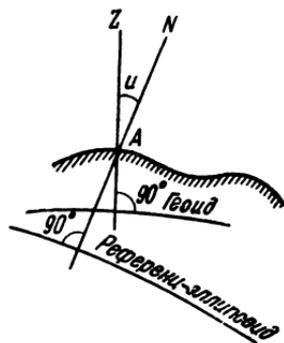


Рис. 125

$$f_i(t_1^0 + \tau_1, t_2^0 + \tau_2, \dots, t_k^0 + \tau_k) = x_i' + v_i,$$

где t_j^0 — приближенное значение необходимой неизвестной t_j ;
 $j = 1, 2, \dots, k$;
 τ_j — поправка для t_j^0 ;
 x_i' — измеренное значение величины x_i ; $i = 1, 2, \dots, n$; $n > k$;
 v_i — поправка для x_i' .

Если функция f_i нелинейна, то ее приводят к линейной форме:

$$f_i(t_1^0 + \tau_1, t_2^0 + \tau_2, \dots, t_k^0 + \tau_k) = f_i(t_1^0, t_2^0, \dots, t_k^0) + \left(\frac{\partial f_i}{\partial t_1}\right)_0 \tau_1 + \left(\frac{\partial f_i}{\partial t_2}\right)_0 \tau_2 + \dots + \left(\frac{\partial f_i}{\partial t_k}\right)_0 \tau_k.$$

Частные производные $\left(\frac{\partial f_i}{\partial t_j}\right)_0$, вычисленные с приближенными значениями t_j^0 , обычно обозначают соответственно латинскими буквами $a_i, b_i, c_i, \dots, k_i$ с индексом измеренной величины. Теперь уравнение поправок будет иметь вид

$$a_i \tau_1 + b_i \tau_2 + c_i \tau_3 + \dots + k_i \tau_k + f_i(t_1^0, t_2^0, \dots, t_k^0) - x_i' = v_i.$$

Разность $f_i(t_1^0, t_2^0, \dots, t_k^0) - x_i' = l_i$ между приближенным и измеренным значением измеренной величины является свободным членом уравнения поправок.

УРАВНЕНИЯ НОРМАЛЬНЫЕ — уравнения, составляемые для систем *уравнений поправок* или *условных уравнений поправок*, являющихся всегда неопределенными системами линейных уравнений при решении их под условием $[v^2] = \min$ или, при неравноточных или разнородных измерениях под условием $[pv^2] = \min$.

Для системы n уравнений поправок

$$\begin{array}{l|l} a_1\tau_1 + b_1\tau_2 + \dots + k_1\tau_k + l_1 = v_1, & p_1 \\ a_2\tau_1 + b_2\tau_2 + \dots + k_2\tau_k + l_2 = v_2, & p_2 \\ \dots & \dots \\ a_n\tau_1 + b_n\tau_2 + \dots + k_n\tau_k + l_n = v_n & p_n \end{array}$$

Нормальные уравнения для случая равноточных измерений будут:

$$\begin{aligned} [aa]\tau_1 + [ab]\tau_2 + \dots + [ak]\tau_k + [al] &= 0, \\ [ab]\tau_1 + [bb]\tau_2 + \dots + [bk]\tau_k + [bl] &= 0, \\ \dots & \dots \\ [ak]\tau_1 + [bk]\tau_2 + \dots + [kk]\tau_k + [kl] &= 0. \end{aligned}$$

Число нормальных уравнений равно числу необходимых неизвестных $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_k$. Если измерения имеют соответственно веса p_1, p_2, \dots, p_n , показанные справа от уравнений поправок, то нормальные уравнения будут

$$\begin{aligned} [paa]\tau_1 + [pab]\tau_2 + \dots + [pak]\tau_k + [pal] &= 0, \\ [pab]\tau_1 + [pbb]\tau_2 + \dots + [pbk]\tau_k + [pbl] &= 0, \\ \dots & \dots \\ [pak]\tau_1 + [pbk]\tau_2 + \dots + [pkk]\tau_k + [pkl] &= 0. \end{aligned}$$

Для системы r условных уравнений поправок

$$\begin{aligned} a_1v_1 + a_2v_2 + \dots + a_nv_n + w_a &= 0, \\ b_1v_1 + b_2v_2 + \dots + b_nv_n + w_b &= 0, \\ \dots & \dots \\ r_1v_1 + r_2v_2 + \dots + r_nv_n + w_r &= 0 \end{aligned}$$

составляют r нормальных уравнений с r неизвестными коррелатами k_a, k_b, \dots, k_r :

$$\begin{aligned} \left[\frac{aa}{p}\right]k_a + \left[\frac{ab}{p}\right]k_b + \dots + \left[\frac{ar}{p}\right]k_r + w_a &= 0, \\ \left[\frac{ab}{p}\right]k_a + \left[\frac{bb}{p}\right]k_b + \dots + \left[\frac{br}{p}\right]k_r + w_b &= 0, \\ \dots & \dots \\ \left[\frac{ar}{p}\right]k_a + \left[\frac{br}{p}\right]k_b + \dots + \left[\frac{rr}{p}\right]k_r + w_r &= 0, \end{aligned}$$

где p_1, p_2, \dots, p_n — веса измерений. Из решения этих нормальных уравнений находят коррелаты k_a, k_b, \dots, k_r , и затем вычисляют поправки v_i к результатам измерений по формулам

$$v_i = \frac{1}{p_i} (a_i k_a + b_i k_b + \dots + r_i k_r); \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

называемым коррелятными уравнениями поправки.

УРАВНИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ — вычисления, производимые с целью такого исправления измерений, в результате которого устраняются невязки в имеющихся математических соотношениях между измеренными значениями величин. Задача уравнивания может быть поставлена при условии, если имеются избыточно измеренные величины (см. *Величины необходимые и избыточные*). Избыточно измеренные величины позволяют каждую из определяемых величин получить многократно, различными путями. Эти значения определяемых величин из-за ошибок измерений будут различными. В результате же исправления измерений и устранения невязок каждая определяемая величина будет иметь одно и то же значение независимо от пути ее вычисления. Методы уравнивательных вычислений делятся на строгие, когда все измерения уравниваются совместно под условием минимума суммы квадратов поправок, и приближенные. Основными строгими способами уравнивания являются способ выбранных необходимых неизвестных и способ условий, называемые также «способом посредственных измерений» и «способом условных измерений»¹.

В способе необходимых неизвестных выбирают такие измеренные или иные величины, которые достаточно знать, чтобы, пользуясь только ими, получить все определяемые и измеренные величины. Затем для каждой измеренной величины составляют уравнение поправок. Необходимые неизвестные обычно выбирают такие, чтобы вид уравнений поправок был возможно более простым. Система уравнений поправок всегда неопределенна и решается под условием $[v^2] = \min$ (при неравноточных измерениях — под условием $[pv^2] = \min$), что приводит к составлению определенной системы нормальных уравнений, решаемых по алгоритму Гаусса или иными способами.

В способе условий используют математические соотношения между измеренными величинами, доставляемые избыточно измеренными величинами. Из математических соотношений, связанных с каждой избыточно измеренной величиной, выбирают по одному, наиболее простому, и составляют условное уравнение поправок. Система условных уравнений поправок всегда неопределенна и решается при дополнительном условии $[v^2] = \min$ или, при неравноточных измерениях, $[pv^2] = \min$, что приводит к составлению нормальных уравнений, из решения которых находят вспомогательные величины — коррелаты, а с помощью последних получают искомые поправки v к результатам измерений.

¹ По поводу названий «способ посредственных измерений» и «способ условных измерений» необходимо заметить, что виды измерений не определяют способ уравнивания, любые измерения можно уравнивать любым способом. Кроме того, ни «условных», ни «посредственных» измерений объективно не существует, а существуют просто измерения. «Посредственно измеренной» можно назвать любую величину, полученную как функцию измеренных величин.

Оба изложенных основных способа уравнивания являются двумя вычислительными приемами решения одной и той же задачи на условный экстремум: требуется найти минимуму функции $[pv^2] = \min$, если переменные v_i связаны условиями (функциональными зависимостями). В способе условий эта задача решается по способу Лагранжа, с неопределенными множителями, коррелатами. Способ выбираемых необходимых неизвестных является параметрическим решением, приводящим к задаче на абсолютный экстремум.

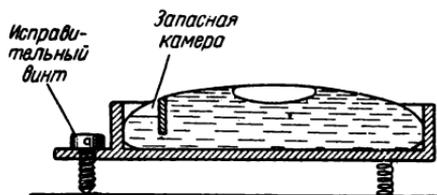


Рис. 126

У. состоит из заключенной в металлическую оправу запаянной стеклянной ампулы цилиндрической (рис. 126) или круглой формы, наполненной спиртом или серным эфиром так, чтобы оставался воздушный пузырек. Внутренняя поверхность верхней части ампулы имеет строго сферическую форму. В высокоточных У. для регулирования длины пузырька делают запасную камеру (см. рис. 126).

Цилиндрические У. изготовляются шкаловые и контактные. За нуль пункт шкалового У. обычно принимают середину его шкалы. Контактные У. делений могут не иметь. Изображения половин концов пузырька контактного У. передаются системой призм в смотровое окно (рис. 127, а). Нуль пунктом контактного У. является положение середины пузырька при совмещенных изображениях половин его концов (рис. 127, б). Угол, на который нужно изменить наклон У., чтобы пузырек сместился на одно деление шкалы (в контактных У. — на 2 мм), называется ценой деления уровня. При одной и той же цене деления контактные У. приблизительно в 2 раза точнее шкаловых.

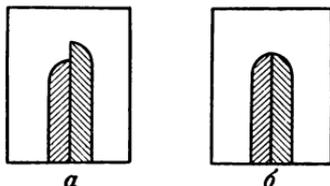


Рис. 127

В геодезических угломерных инструментах применяются У.:

- 1) при алидаде горизонтального круга — для нивелирования инструмента, т. е. для приведения вертикальной оси вращения инструмента в отвесное положение;
- 2) при алидаде вертикального круга — для удержания алидады в неизменном положении относительно плоскости горизонта при измерении вертикальных углов;
- 3) накладной, устанавливающийся на цапфах горизонтальной оси, — для нивелирования инструмента и измерения малых наклонов горизонтальной оси вращения зрительной трубы;

4) т а л ь к о т т о в с к и й, крепящийся на горизонтальной оси вращения зрительной трубы, — для измерения малых изменений наклона трубы;

5) к р у г л ы й — для нивелирования подставки инструмента.

В современных нивелирах У. применяют контактные со шкалой, чтобы иметь возможность располагать пузырек в одном и том же месте ампулы, и к о м п е н с и р о в а н н ы е. Длина пузырька компенсированного У. мало изменяется даже при значительных колебаниях температуры, что достигается вложением в его ампулу стеклянного цилиндра, в результате чего уменьшается количество жидкости в ампуле.

УСКОРЕНИЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ — см. *Сила тяжести*.

УСЛОВНОЕ УРАВНЕНИЕ ПОПРАВОК — исходное уравнение в уравнительных вычислениях по способу условий, составленное для математического соотношения между измеренными величинами, доставляемого каждой избыточно измеренной величиной. Например, избыточно измеренный третий угол плоского треугольника ABC доставляет математическое соотношение

$$\sphericalangle A + \sphericalangle B + \sphericalangle C - 180^\circ = 0,$$

которому соответствует условное уравнение поправок

$$A' + v_A + B' + v_B + C' + v_C - 180^\circ = 0$$

или

$$v_A + v_B + v_C + (A' + B' + C' - 180^\circ) = 0,$$

где A' , B' , C' — измеренные значения углов и v_A , v_B , v_C — соответствующие поправки к ним. В общем виде условное уравнение поправок имеет вид

$$\Phi_j(x'_1 + v_1, x'_2 + v_2, \dots, x'_n + v_n) = 0,$$

где x'_1 , x'_2 , ..., x'_n — измеренные значения величин и v_1 , v_2 , ..., v_n — поправки к ним, находимые из уравнительных вычислений. Число условных уравнений поправок должно быть равно числу избыточно измеренных величин ($j = 1, 2, \dots, r$). Если функция Φ_j нелинейна, то условное уравнение поправок приводится к линейному виду

$$\begin{aligned} \Phi_j(x'_1 + v_1, x'_2 + v_2, \dots, x'_n + v_n) &= \left(\frac{\partial \Phi_j}{\partial x_1}\right)_0 v_1 + \left(\frac{\partial \Phi_j}{\partial x_2}\right)_0 v_2 + \dots + \\ &+ \left(\frac{\partial \Phi_j}{\partial x_n}\right)_0 v_n + \dots + \Phi_j(x'_1, x'_2, \dots, x'_n) = 0. \end{aligned}$$

Частные производные $\left(\frac{\partial \Phi_j}{\partial x_i}\right)_0$, вычисляемые с измеренными значениями величин, обычно обозначаются:

для условия Φ_1 — через a_1, a_2, \dots, a_n ;

для условия Φ_2 — через b_1, b_2, \dots, b_n ;

.....;

для условия Φ_r — через r_1, r_2, \dots, r_n ;

свободный член $\Phi_j (x'_1, x'_2, \dots, x'_n)$ обычно обозначается буквой w с подстрочным индексом — буквой, которой обозначаются частные производные. С этими обозначениями условные уравнения поправок примут вид

$$a_1v_1 + a_2v_2 + \dots + a_nv_n + w_a = 0,$$

$$b_1v_1 + b_2v_2 + \dots + b_nv_n + w_b = 0,$$

.....

$$r_1v_1 + r_2v_2 + \dots + r_nv_n + w_r = 0.$$

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ КАРТ — система графических обозначений изображаемых на картах предметов и явлений, при помощи которых показываются их местоположение, а также качественные и количественные характеристики.

У. з. к. разделяют на несколько основных видов. Объекты, очертания которых в плане могут быть переданы на карте с сохранением их действительных пропорций, изображаются **контурными** (масштабными) У. з. Они состоят из обозначения (сплошной линией или пунктиром) контура и фонового обозначения (штриховки, цветной заливки, значковой сетки), заполняющего контур. Контуром передается местоположение и геометрические очертания объектов; фоновые обозначения дают качественную характеристику.

Объекты линейного характера — реки, дороги, линии связи, границы и т. п. — изображаются с помощью **линейных знаков**. Эти знаки позволяют передавать точное местоположение объектов по оси протяжения, а также сохранять подобие линейных очертаний. В этом отношении линейные знаки не отличаются от контурных. Однако линейные знаки, как правило, преувеличивают ширину изображаемых объектов и этим отличаются от контурных знаков. Например, У. з. железных дорог на карте масштаба 1 : 1 000 000 преувеличивают их ширину в 75—100 раз. Особую категорию линейных знаков представляют **изолинии**. К линейным знакам относятся и так называемые «**линии движения**» — особые знаки, с помощью которых показывается перемещение каких-либо явлений. Например, стрелы, показывающие направление и силу ударов войск на военно-исторических картах.

Объекты, очертания которых не выражаются в масштабе карты или выражаются контуром столь малого размера, что при изображении на карте он практически обращается в точку, передаются с помощью **внемасштабных** (фигурных) знаков. Эти знаки позволяют передавать местоположение объектов, их качественные и количественные характеристики. Местоположение объектов обозначается какой-либо определенной точкой условного знака. Форма знака используется для передачи качественных различий. Величиной знака передаются количественные показатели или относительное значение объекта.

На картах различного назначения и масштаба одни и те же объекты могут изображаться как контурным (масштабным), так и

внемасштабным знаком. На крупномасштабных топографических картах все населенные пункты показываются контурными знаками. На мелкомасштабных географических картах населенные пункты изображаются, как правило, внемасштабным знаком — п у н о м.

У. з. разрабатываются в соответствии с назначением и содержанием создаваемой карты. От условных знаков, их количества и качества зависит удобочитаемость карты, легкость усвоения ее содержания. Разработка и совершенствование условных знаков являются одной из задач *картографии*.

Ф

ФОКУСНОЕ РАССТОЯНИЕ АЭРОФОТОКАМЕРЫ — длина перпендикуляра, опущенного из задней узловой точки объектива на плоскость прикладной рамки аэрофотокамеры, обозначается буквой *f*. Практически можно считать, что Φ . р. а. равно фокусному расстоянию объектива этой камеры. Величина Φ . р. а. определяется с точностью до 0,01 мм и фиксируется на каждом аэроснимке.

ФОРМУЛА ПЕТЕРСА — см. *Петерса формула*.

ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ — приборы, предназначенные для обработки фотоснимков при создании топографических карт, планов или фотопланов. Φ . п. подразделяются на два вида: 1) приборы для обработки одиночных аэроснимков — трансформаторы, проекторы, оптические пантографы и другие; 2) приборы для обработки стереоскопических пар, которые, в свою очередь, подразделяются на следующие три группы:

а) **Измерительные приборы (плоскостные)** — приборы, предназначенные для измерения плоских прямоугольных координат точек фотоснимка, а также параллаксов одноименных точек стереопары и их разностей. Основным прибором этой группы является *стереокомпаратор*. Для рисовки рельефа плоскостные измерительные приборы не приспособлены.

б) **Приборы, предназначенные для рисовки рельефа на аэроснимках при аэрофототопографической съемке дифференцированным способом** (см. *Аэрофототопографическая съемка*). Основным прибором для этой цели служит *стереометр Дробышева*; иногда применяется *стереоскоп* в сочетании с *параллактическими пластинами*.

в) **Универсальные приборы** обеспечивают возможность выполнения всего комплекса камеральных работ при создании карт аэрофототопографическим методом, т. е. построение модели, сгущение сети опорных точек, а также рисовку контуров и рельефа непосредственно на планшете, в ортогональной проекции. Основными приборами этой группы являются — мультиплекс, стереопроектор СПР, стереограф Дробышева и стереопланиграф Цейсса.

ФОТОГРАММЕТРИЯ (измерительная фотография) — техническая дисциплина, имеющая своей задачей определение вида и размера какого-либо объекта путем изучения и измерения не самого объекта, а его фотографического изображения. Наибольшее применение Ф. получила в топографии, где объектом изучения и измерения является местность. Здесь задача Ф. состоит в том, чтобы полевые измерения, необходимые для создания топографической карты, заменить измерениями аэроснимка в камеральных условиях при помощи специальных фотограмметрических приборов. Часть Ф., в которой изучаются не только способы определения планового положения объектов, но и способы измерения рельефа, называется *стереофотограмметрией*, которая занимает в Ф. примерно такое же место, как стереометрия в геометрии. Ф. является теоретической основой *аэрофотопографии*.

ФОТОКАРТА — тиражный оттиск с *фотоплана*, на котором дополнительно изображен горизонталями рельеф местности; изготавливается обычно как временный документ в небольшом количестве экземпляров, когда имеющаяся карта сильно устарела и нет времени изготовить обновленную. На Ф. плохо читается нанесенная на нее обстановка, что является ее недостатком.

ФОТОПЛАН — план местности, смонтированный из отдельных трансформированных аэроснимков. При монтаже Ф. перекрывающиеся части аэроснимков и части, выходящие за рамки съемочных трапеций, обрезают; оставшиеся полезные площади устанавливают по точкам, по которым трансформировались аэроснимки, и приклеивают на общий планшет вплотную один к другому; в результате получается как бы один мозаичный аэроснимок на площадке, ограниченную рамками съемочной трапеции. На репродукции с фотоплана производят топографическую съемку комбинированным способом (см. *Аэрофотопографическая съемка*). В военных условиях при отсутствии карты крупного масштаба, иногда на отдельные районы составляют Ф. и с него изготовляют несколько репродукций или печатают небольшим тиражом литографским способом.

ФОТОСХЕМА — группа плановых нетрансформированных аэроснимков, смонтированных на общую основу, обычно на лист картона. Перекрывающиеся части аэроснимков обрезают, оставшиеся полезные площади монтируют по общим контурам и приклеивают к основе. Ф. предназначается для детального изучения элементов местности за исключением рельефа. Вследствие невысокой точности Ф. измерительным документом не является. Масштаб Ф. равен масштабу аэроснимков, из которых она составлена.

ФОТОТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА (наземная стереофотограмметрическая съемка) — метод создания топографических карт по фотоснимкам, полученным с точек земной поверхности. Ф. с. производится фототеодолитом, представляющим собой конструктивное объединение фотокамеры и теодолита. Фотокамерой производится фотографирование местности, а теодолитом — геодезические измерения, необходимые для вычисления координат точек, с которых производилось фотографирование. Топографическая карта создается в камеральных условиях по фотоснимкам, на фотограмметрических приборах.

В настоящее время Ф. с. применяется при различных инженерных изысканиях. Для картографирования территории Ф. с. применяется редко и только в высокогорных районах.

ФОТОТРИАНГУЛЯЦИЯ — метод определения положения опорных точек путем измерения аэроснимков на фотограмметрических приборах или посредством графических построений. Ф. выполняется одним из следующих способов:

Графический способ. Положение включенных в сеть точек определяется посредством прямых и обратных засечек, выполняемых на прозрачной бумаге, накладываемой на аэроснимки. Исходным базисом служит расстояние между главными точками двух смежных в маршруте аэроснимков при совмещенных начальных направлениях. Построенную сеть редуцируют на планшет. При графическом способе используются только плановые аэроснимки, высоты точек этим способом не определяются.

Дифференцированный способ — плановое положение точек получают графическим способом, а их высоты вычисляют по результатам измерения снимков на *стереокомпараторе* или при помощи параллактических линеек.

Универсальный способ — сеть строят при помощи универсальных фотограмметрических приборов, при этом одновременно определяют как плановое положение точек, так и их высоты. Ф., выполняемая на универсальных приборах, обычно называется *пространственной фототриангуляцией*.

Аналитический способ. Этот способ состоит в том, что при помощи стереокомпаратора измеряют на снимках фотограмметрические координаты и параллаксы всех включенных в сеть точек и, используя результаты измерений, вычисляют по формулам, предложенным проф. А. Н. Лобановым, геодезические координаты этих точек. Ввиду трудоемкости вычислений этот способ применим лишь при условии использования электронной вычислительной машины.

Сеть опорных точек, определенных методом Ф., называется *фототриангуляционной сетью*. Для перехода к геодезическим координатам необходимо знать геодезические координаты не менее трех точек сети.

ФУТ — линейная мера в английской системе мер, содержащая 12 дюймов, равная 0,304799 м.

Х

ХРОНОГРАФ — прибор для регистрации времени возникновения или исчезновения каких-либо явлений, которые могут быть трансформированы в электрический импульс, или для определения интервалов между ними, в частности, для регистрации моментов замыкания или размыкания электрической цепи клавиши или контактного микрометра при наблюдении звезд.

В астрономической практике применяются следующие Х.: пишущие и колющие, ондуляторы, печатающие и фотографические.

При работах по созданию *исходной астрономо-геодезической и гравиметрической основы*, а также в войсковых условиях широкое

распространение получили печатающие X. Хронографы этого рода регистрируют моменты замыканий или размыканий цепи, печатая непосредственно минуты, секунды и их доли.

Механизм X. печатающего состоит из трех основных устройств: механизма учета времени, механизма синхронизации с управляющими часами и механизма приема и печатания импульса.

Преимущество печатающих X. по сравнению со всеми типами пишущих X. состоит в том, что они сокращают время, затрачиваемое на трудоемкую работу по расшифровке хронографических лент.

ХРОНОМЕТР — высокой точности часы, обладающие большим постоянством суточного хода.

Хронометры различают: звездные, идущие по *звездному времени*, и средние, идущие по *среднему времени*.

Звездный и средний X. могут быть контактными и неконтактными, столовыми и карманными. Контактный X. имеет прерыватель, что позволяет записывать его показание путем включения X. в электрическую цепь с хронографом.

Для точных астрономических определений применяются, как правило, звездные столовые X.

X. заводят ежедневно в одно и то же время, заводную стрелку при этом доводят до отсчета 8. X. оберегают от воздействия холода, прямых солнечных лучей, сырости, от толчков и тряски. Хранят X. в специальном футляре в горизонтальном положении.

Поправкой звездного (или среднего) хронометра называется разность между местным звездным (или средним) временем в какой-либо момент и показанием хронометра в этот момент;

$$u = s - T_{зв},$$

где s — звездное время меридиана места наблюдения, определяемое по наблюдениям небесных светил для среднего момента наблюдений;

$T_{зв}$ — показание звездного хронометра в средний момент наблюдений;

u — поправка хронометра для момента $T_{зв}$.

Поправка хронометра может быть определена из приема *ритмических сигналов точного времени*, если известна астрономическая долгота места наблюдений.

Изменение поправки X. за один час или за сутки называют соответственно его *часовым* или *суточным ходом* ω , вычисляемым по формуле

$$\omega = \frac{u_2 - u_1}{T_2 - T_1},$$

где u_1 , u_2 — поправки X. соответственно в моменты T_1 и T_2 . Поправка X. для некоторого промежуточного момента T равна

$$u = u_1 + \omega (T - T_1).$$

Ц

ЦЕНТР ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПУНКТА состоит из заложённых в землю бетонных монолитов (рис. 128), отмечающих и долговременно сохраняющих на местности положение пункта. Точное положение пункта обозначается чугунными марками, заделанными в верхние грани нижнего и верхнего монолитов и расположенными на одной отвесной линии. На верхний монолит устанавливается опознавательный столб, несколько выступающий над землей. Существуют различные типы центров в зависимости от глубины промерзания и характера грунта. На рисунке показан центр для районов неглубокого (до 1,5 м) промерзания грунта.

ЦИРКУЛЬ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЙ — чертежный инструмент для измерения отрезков на карте или аэроснимке с одновременным механическим их увеличением или уменьшением в необходимое число раз; применяется для переноса объектов с аэроснимка на карту и изготовления копий или схем в увеличенном или уменьшенном масштабе сравнительно с оригиналом (рис. 129).

Ч

ЧАСОВАЯ МЕРА УГЛОВ — широко применяемая в астрономии угловая мера, в которой единицей служит угловой час, равный $1/6$ доле прямого угла, т. е. $1/24$ доле окружности; обозначается буквой h . Угловой час делится на 60 угловых минут (m) или 3600 угловых секунд (s); $1^h = 15^\circ$; $1^m = 15'$ и $1^s = 15''$.

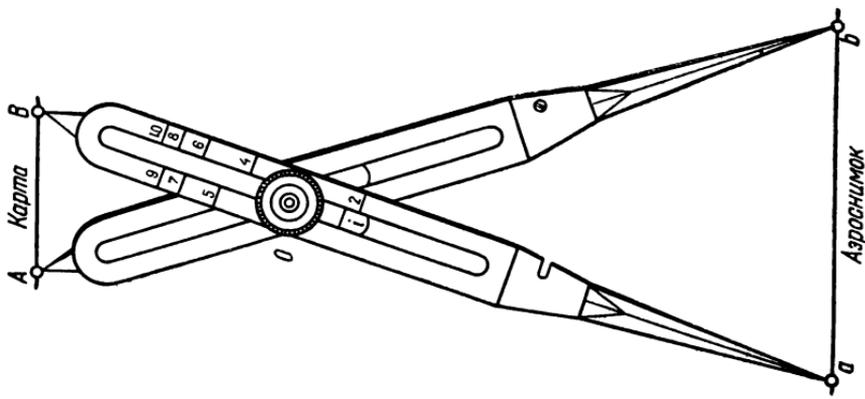
ЧАСОВОЙ КРУГ — см. *Небесная сфера*.

ЧАСОВОЙ УГОЛ — сферический угол при северном полюсе мира, образованный небесным меридианом и кругом склонения какой-либо точки *небесной сферы*, отсчитываемый от юга на запад, т. е. по направлению видимого суточного движения небесных светил. Ч. у. обычно выражается в *часовой мере углов* и обозначается буквой t .

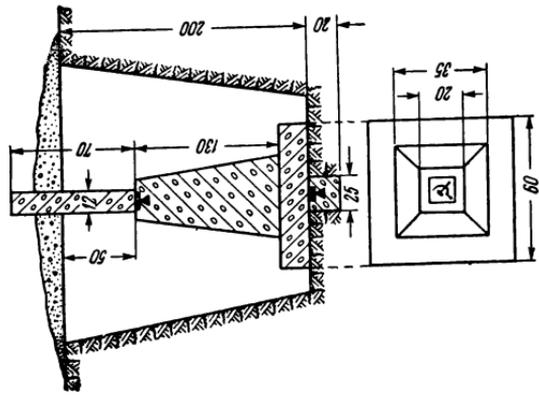
Ш

ШИРОТА ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ — одна из географических координат, может быть астрономической и геодезической.

Астрономическая Ш. — угол, образуемый направлением отвесной линии в данной точке земной поверхности с плоскостью земного экватора; этот угол равен углу, образуемому осью вращения Земли с плоскостью горизонта данной точки. На рис. 130



Р.жс. 129.



Размеры в см

Р 128

ZB — отвесная линия в точке A земной поверхности; PP_1 — ось вращения Земли; QQ_1 — плоскость земного экватора; NS — плоскость горизонта точки A ; прямая $AP' \parallel PP_1$; $\angle P'AN = \angle ZBQ =$ астрономической широте φ точки A . Астрономические широты пунктов определяются из наблюдений небесных светил и каждого пункта — независимо от других пунктов.

Геодезическая Ш. точки земной поверхности — угол, образуемый проходящей через эту точку нормалью к поверхности референц-эллипсоида с плоскостью его экватора; обозначается обычно буквой B (см. еще *Координаты географические*).

Астрономические и геодезические Ш. одних и тех же пунктов различаются между собой вследствие уклонения отвесных линий от нормалей к референц-эллипсоиду, в этих пунктах (см. еще *Уклонение отвесной линии*).

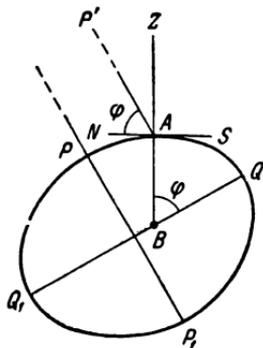


Рис. 130

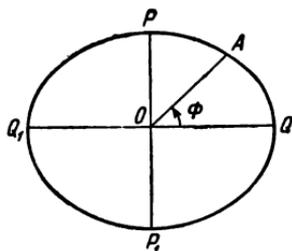


Рис. 131

Астрономические и геодезические Ш. изменяются от 0 до 90° и для точек северного полушария называются «северными» или «положительными», а для точек южного — «южными» или «отрицательными».

ШИРОТА ГЕОЦЕНТРИЧЕСКАЯ точки A эллипсоида (рис. 131) — угол AOQ , образуемый радиусом-вектором OA с большой осью QQ_1 меридианного эллипса. Зависимость между геодезической (B) и геоцентрической (Φ) широтами выражается формулой

$$\operatorname{tg} \Phi = (1 - e^2) \operatorname{tg} B,$$

где e^2 — квадрат эксцентриситета меридианного эллипса.

ШИРОТА ПРИВЕДЕННАЯ точки A эллипсоида есть широта точки B , перенесенной с меридианного эллипса точки A на вписанную в него окружность по прямой AB , параллельной большой полуоси; на рис. 132 $\angle BOQ = u$ — приведенная широта точки A эллипсоида. Зависимость между геодезической (B) и приведенной широтами выражается формулой

$$\operatorname{tg} u = \sqrt{1 - e^2} \cdot \operatorname{tg} B,$$

где e^2 — квадрат эксцентриситета меридианного эллипса.

ШКАЛА ЗАЛОЖЕНИЙ — график для определения крутизны ската или угла наклона линии на скате по выбранному направлению,

помещаемый на каждом листе топографических карт масштаба 1 : 200 000 и крупнее. На рис. 133 показана Ш. з. для карты масштаба 1 : 50 000 при высоте сечения 10 м и 50 м.

Горизонтальное основание Ш. з. является осью углов наклона, на которой угол в 1° изображается отрезком произвольно выбранной длины. По перпендикулярам к этой оси откладываются вели-

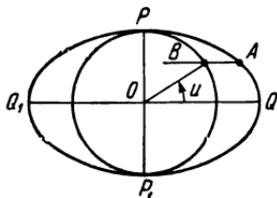


Рис. 132

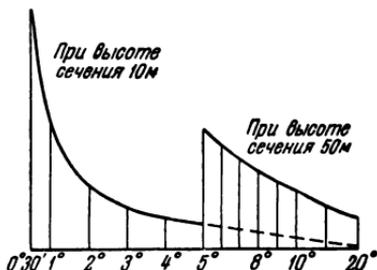


Рис. 133

чины заложений в масштабе данной карты, соответствующие подписанным углам наклона и указанной на шкале высоте сечения рельефа, т. е. разности значений высот смежных тонких или утолщенных горизонталей. Для определения угла наклона линии нужно взять циркулем или на полоске бумаги расстояние по данному направлению между горизонталями, разность значений высот которых равна высоте сечения, подписанного на Ш. з., приложить это расстояние (заложение) к Ш. з. и прочитать на ее основании угол наклона.

Э

ЭКВАТОР. 1. Географический (земной) — воображаемая линия на земной поверхности, все точки которой имеют географическую широту 0°. Э. делит поверхность Земли на два полушария: северное и южное.

2. Небесный — большой круг небесной сферы, лежащий в плоскости, перпендикулярной к оси мира.

3. Геодезический — сечение референц-эллипсоида плоскостью, проходящей через центр эллипсоида и перпендикулярной его малой оси. Длина Э. референц-эллипсоида Красовского 40 075,7 км.

ЭКЛИПТИКА — большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годичное движение центра массы Солнца.

Плоскость Э. наклонена к плоскости небесного экватора под углом $\epsilon = 23^\circ 27' 8",26 - 0",4684 t$, где t число лет, протекших от начала 1900 г.

ЭКСПОЗИЦИЯ — количество света, получаемое светочувствительным слоем фотоматериала при фотосъемке или фотокопировании.

нии. Э. выражается произведением $E t$, где E — освещенность (световая величина, равная отношению светового потока к площади освещаемой им поверхности), t — продолжительность освещения (выдержка).

Продолжительность освещения (выдержка), т. е. промежутков времени, в течение которого затвор фотоаппарата держится открытым, зависит от светочувствительности пленки, характеристики объектива, кратности установленного светофильтра, освещенности фотографируемого объекта и его отражательных свойств.

Выдержка при аэрофотосъемке определяется при помощи экспонометра, однако чтобы из-за скорости самолета не получилось нерезкости (сдвига) изображения, она не должна превышать величины, вычисляемой по формуле

$$t = \frac{H \cdot \mu}{f \cdot v},$$

где t — выдержка в секундах; H — высота фотографирования в метрах; μ — допустимая нерезкость в мм; f — фокусное расстояние фотокамеры в мм; v — путевая скорость самолета в м/сек. При аэрофотосъемке для картографических целей величина μ допускается не более 0,05 мм.

ЭКСЦЕНТРИСИТЕТ МЕРИДИАННОГО ЭЛЛИПСА — функция длины большой a и малой b полуосей меридианного эллипса, обозначаемая буквой e :

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}.$$

В геодезических формулах часто пользуются величиной «квадрата эксцентриситета»

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2},$$

а также «квадрата второго эксцентриситета»

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}.$$

Для референц-эллипсоида Красовского

$$e^2 = 0,00669\ 342\ 1623;$$

$$e'^2 = 0,00673\ 852\ 5415.$$

ЭЛЕМЕНТЫ ОРИЕНТИРОВАНИЯ АЭРОСНИМКОВ. В фотограмметрии рассматриваются Э. внутреннего и Э. внешнего ориентирования аэроснимков.

Э. внутреннего ориентирования — величины, определяющие положение центра проектирования относительно аэроснимка; к ним относятся фокусное расстояние фотокамеры f и координаты x_0 , y_0 главной точки аэроснимка (o) относительно начала координат (o') (см. *Координаты фотограмметрические*). По этим величинам восстанавливается связка проектирующих лучей, существовавшая во время аэрофотосъемки. В хорошо отъюстированных АФА точки o и o' практически совпадают, т. е. $x_0 = y_0 = 0$.

Э. внешнего ориентирования — величины, определяющие положение аэроснимка в пространстве в момент фотографирования; к ним относятся (рис. 134) — угол наклона оптической оси фотокамеры α ; угол поворота аэроснимка в своей плоскости κ , т. е. угол между главной вертикалью и осью x снимка; геодезические координаты точки фотографирования X_S, Y_S, Z_S и дирекционный угол линии направления аэрофотосъемки A . При аэрофотосъемке координате Z_S равна высоте фотографирования.

ЭЛЕМЕНТЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ. К основным элементам центральной проекции в фотограмметрии относятся перечисленные ниже плоскости, линии и точки; взаимное расположение их показано на рис. 135.

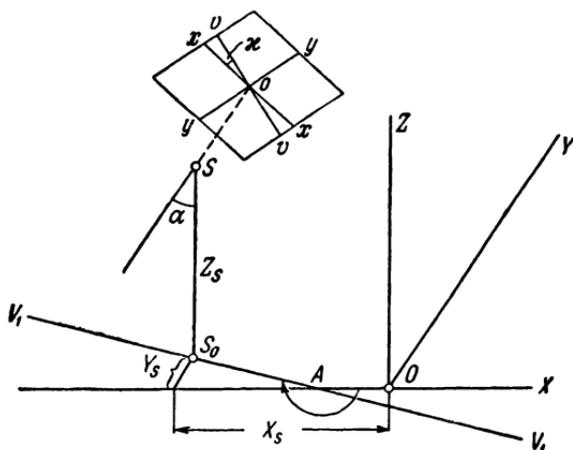


Рис. 134

- P — картинная плоскость (плоскость аэроснимка);
- V — главная вертикальная плоскость — вертикальная плоскость, проходящая через надирную линию SN и направление оптической оси АФА SO ;
- E — предметная плоскость (плоскость местности) — горизонтальная плоскость, в которой расположен объект проектирования (аэрофотосъемки);
- vv — главная вертикаль — след плоскости V в плоскости P ;
- $v'v'$ — линия направления съемки — след плоскости V в плоскости E ;
- h_0h_0 — главная горизонталь — горизонтальная линия в плоскости P , проходящая через главную точку o ;
- h_ih_i — линия истинного горизонта — след на плоскости аэроснимка P от горизонтальной плоскости, проходящей через центр проектирования S . Линия

- h, h_i — является геометрическим местом точек схода перспектив всех горизонтальных прямых;
- TT — основание картины — линия пересечения плоскостей P и E ;
- SO — направление оптической оси АФА (перпендикулярно к картинной плоскости P);
- SN — надирная линия — вертикаль, проходящая через центр проектирования S ;
- So — фокусное расстояние АФА (обозначается буквой f);
- S — центр проектирования (в фотограмметрии — узловая точка объектива АФА);

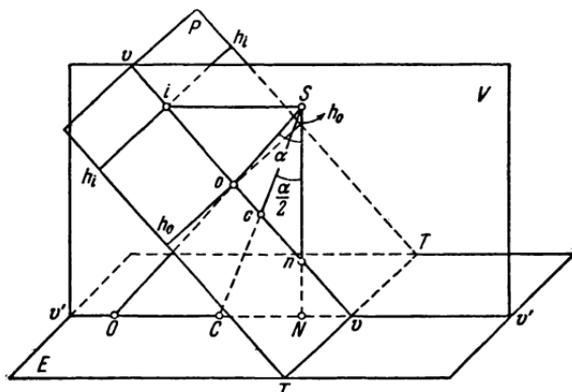


Рис. 135

- α — угол отклонения оптической оси SO от вертикали SN , или, что то же, угол наклона аэроснимка;
- o — главная точка аэроснимка (г. т.) — точка пересечения оптической оси АФА SO с плоскостью аэроснимка P ;

- c — точка нулевых искажений (т. н. и.) — точка пересечения биссектрисы угла α с главной вертикалью. Углы, вершиной которых служит т. н. и., не имеют искажений за перспективу, а масштаб перспективного аэроснимка по горизонтали, проходящей через т. н. и., равен масштабу планового, сфотографированного с той же высоты. Т. н. и. отстоит от главной точки o на расстоянии

$$oc = -f \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2};$$

- n — точка надир (т. н.) — точка пересечения надирной линии SN с главной вертикалью vv' . Т. н. является точкой схода на аэроснимке изображения всех вертикальных линий местности. Углы, вершина которых находится в т. н., не имеют искажений за рельеф. Т. н. отстоит от главной точки o на расстоянии

$$on = -f \operatorname{tg} \alpha;$$

i — главная точка схода (г. т. с.) — точка пересечения главной вертикали vv с линией истинного горизонта h, h_i . Г. т. с. является точкой схода всех прямых, параллельных линии направления съемки $v'v'$; от главной точки снимка o она отстоит на расстоянии

$$oi = f \operatorname{ctg} \alpha.$$

ЭЛЛИпсоИД (двухосный) — геометрическое тело, образуемое вращением эллипса вокруг его малой оси. Э. вполне определяется длинами полуосей образующего его эллипса: большой полуоси a и малой полуоси b . При определении размеров Э. вместо малой полуоси обычно пользуются сжатием Э.:

$$\alpha = \frac{a-b}{a}.$$

Поверхность Э. надлежаще установленных размеров по форме близка к поверхности геоида и принимается в геодезии за математическую фигуру Земли (см. *Референц-эллипсоид*).

В геодезических работах в СССР и ряде зарубежных стран приняты размеры, выведенные в 1940 г. под руководством Ф. Н. Красовского и называемые эллипсоидом Красовского. Размеры Э. Красовского, а также некоторые другие размеры земного Э. приведены в таблице.

Размеры земного Э.

Автор и год вывода	Большая полуось a , м	Сжатие α
Красовский, 1940	6 378 245	1 : 298,3
Хейфорд, 1909	6 378 388	1 : 297,0
Кларк, 1866	6 378 206,4	1 : 294,98
Кларк, 1880	6 378 249	1 : 293,4663

В некоторых видах геодезических вычислений, когда имеют дело с линиями и углами на ограниченных частях земной поверхности, например: при решении геодезических треугольников, при вычислениях редукционных поправок в проекции Гаусса, поверхность Э. заменяют поверхностью шара радиуса, равного среднему радиусу кривизны под надлежаще выбранной широтой (см. *Радиус кривизны средний*). Однако необходимо иметь в виду, что при точных геодезических расчетах, связанных с нормальными к поверхности, даже малые части поверхности эллипсоида нельзя заменять поверхностью шара; например, при равных по длине и одинаково расположенных дугах на поверхности Э. и шара разности широт и долгот этих дуг на Э. нельзя считать равными разности широт и долгот на шаре даже при малых величинах дуг.

В картографических работах при расчете проекций для мелко-масштабных карт обычно пренебрегают сжатием земного Э. и считают Землю либо шаром, объем которого равен объему земного Э., либо чаще шаром, имеющим одинаковую с Э. поверхность.

Радиус R' шара, равного по объему Э., определяется формулой

$$R' = \sqrt[3]{a^2 b}.$$

Для Э. Красовского $R' = 6\,371\,110$ м.

Радиус R'' шара, поверхность которого равновелика поверхности Э., определяется формулой

$$R'' = \sqrt{\int_0^{\frac{\pi}{2}} MN \cos \varphi \, d\varphi},$$

где M — радиус кривизны меридиана и N — длина нормали под широтой φ .

Для Э. Красовского $R'' = 6\,371\,116$ м.

ЭТАЛОНЫ ДЕШИФРИРОВАНИЯ — отдешифрованные в поле аэроснимки, на которых указано значение типичных для данного района объектов, трудно опознаваемых в камеральных условиях. Э. д. служат пособием при камеральном дешифрировании: сличая с ними аэроснимки, опознают по сходственным признакам одноименные объекты.

ЭФЕМЕРИДЫ — таблицы, содержащие заранее вычисленные приближенные значения азимутов и зенитных расстояний небесных светил для места астрономических наблюдений на выбранную дату и время суток. Э. служат для наведения на светила зрительной трубы угломерного инструмента.

Я

ЯРД — линейная мера в английской системе мер, равная 0,914398 м; ярд = 3 футам = 36 дюймам.

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ

- Аддитаменты S и T 5
Азимут астрономический
 (истинный) 5
 — геодезический 6
 — магнитный 6
 — прямого нормального сечения 6
Алгоритм 7
Альмукантарат 7
Анаглифия 7
Апогей 8
Арифмометр 8
Артиллерийская буссоль 9
Артиллерийский целлулоидный круг 9
Астероиды 9
Астрономическая единица 9
Астрономические системы счета времени 9
Астрономический ежегодник СССР 11
Астрономия 12
Атласы географические 12
Атмосферное давление 12
Афелий 13
Аэронивелирование 13
Аэроснимок 14
 — горизонтальный 14
 — плановый 14
 — перспективный 15
 — спектрональный 15
 — цветной 15
Аэрофотоаппарат (АФА) 15
Аэрофоторазведка 16
Аэрофотосъемка (воздушное фотографирование) 17
Аэрофототопографическая съемка 19
Аэрофототопография 20
Базис геодезический 20
 — фотографирования 20
Базисная сеть 20
 — сторона 20
Барометр 20
Барометрическая ступень высот 22
Барометрическое нивелирование 22
Боевые графические документы 23
Болотова способ 23
Буссоль 23
Величины измеренные и вычисленные 24
 — независимые и зависимые 24
 — необходимые и избыточные 24
Вертикаль 25
Вертикаль главная 25
Вес функции измеренных величин 25
Веса измерений 25
Весовое среднее 26
Видимость геодезическая 26
Военная топография 26
Время среднее, звездное и др. 26
Высота абсолютная 26
 — нормальная, динамическая и ортометрическая 27
 — относительная 27
 — светила 27
 — сечения 27
 — фотографирования 27
Ганзена задача 28
Гаусса алгоритм 28
 — проекция 29

Гелиотроп 30
Генерализация картографическая 31
Геодезическая задача обратная 31
— на плоскости 32
— на сфере 32
— на поверхности эллипсоида 33
— прямая на плоскости 34
— линия 34
— привязка боевых позиций 34
Геодезические сети СССР 35
Геодезическое и топографическое обеспечение войск 35
Геодезия 35
Геодиметр 36
Геодид 36
Геометрическая сеть 36
Гироазимут (гироскопический курсоуказатель) 36
Гирокомпас 36
Гироскоп (трехстенный) 36
Гироскопический азимут 38
— стабилизатор 38
Гиротеодолит 38
Глазомерная съемка 39
Горизонтالي (изогипсы) 39
Горизонталь аэроснимка 40
Гравиметр 40
Гравиметрическая карта 40
Гравиметрическая станция 41
— съемка 41
Гравиметрические единицы 41
Гравиметрия 42
Град 42
Градиент температуры земной атмосферы 42
Графическая точность 42
Дальномеры геодезические 42
Дальность видимого горизонта 44
— видимости 44
Движение по азимутам 45
Демаскирующие признаки 45
Дешифрирование аэроснимков 45
Дирекционный угол 46
Долгота географическая 46
Долгота дня 47
Дорожная сеть (изображение на картах) 49
Закон нормального распределения ошибок 50

Засечка комбинированная 51
— обратная 51
— прямая 52
Засечки графические 53
Звезды 53
Зенитное расстояние 54
Знак геодезический 54
Знаки нивелирные 54
Зрительные трубы 55

Издание карт 56
Измерение вертикальных углов 57
— горизонтальных углов 58
Изоаномала 60
Изобары 60
Изобаты 60
Изогипсы 61
Изгоны 61
Изоклина 61
Изоколы 61
Изолинии 61
Изотермы 62
Интерполирование 62
Искажение изображений на аэроснимке 63
Исходная астрономо-геодезическая и гравиметрическая основа 64
Исходные геодезические данные 64

Кабельтов 64
Карта анаглифическая 64
Картографическая (географическая) сетка 65
Картографические проекции 65
Картография 67
Картографо-геодезическая служба СССР 68
Картометрия 70
Карты авиационные 71
— географические 71
— дорожные 71
— морские 71
— рельефные 71
— специальные 72
— топографические 72
Каталог гравиметрических пунктов 74
— координат геодезических пунктов 74
Километровая сетка 74
Кипрегель 74
Компаратор 24-метровый 74

- Компас магнитный 74
 Конические проекции 75
 Контактный отпечаток 78
 Координатная сетка 78
 — — на аэроснимке 78
 Координатные зоны 79
 — метки на аэроснимке 80
 Координатометр 80
 Координаты биполярные 80
 — географические 80
 — плоские прямоугольные 81
 — полярные 82
 — сокращенные 82
 — сферические прямоуголь-
 ные 82
 — фотограмметрические 83
 Коэффициент рефракции 84
 Коэффициенты a и b 85
 Кроки 85
 Круг склонений 85
 Крутизна ската 85
 Кульминация светила 85
 Курвиметр 85
- Лапласа азимут 86
 — пункт 86
 Легенда 86
 Линейка логарифмическая 86
 — синусная 89
 Линии положения 89
 Личная разность или личное
 уравнение 89
 Локсодромия 90
- Магнетизм земной 91
 Магнитная аномалия 91
 Магнитные бури 92
 Макет местности 92
 Малотиражные способы пе-
 чатания 92
 Маршруты каркасные 93
 Масштаб, масштаб линейный,
 численный, поперечный,
 клиновой, времени, шагов,
 частный и главный 93
 — аэроснимка 95
 — аэрофотосъемки 96
 — карты 96
 Межень 96
 Мензула 96
 Мензульная съемка 96
 Мензульный ход 97
 Меридиан астрономический
 (истинный), небесный, гео-
 дезический 97
- Меридиан географический 97
 Мерка тора поперечная проек-
 ция 98
 — проекция 98
 Мерные линейные приборы 100
 Меры длины 101
 — угловые 101
 Местность 102
 Местные предметы 104
 Место зенита (МЗ) 104
 — нуля (МО) 104
 Метр 104
 Микроскоп-микрометр 104
 Микроскоп шкаловой 105
 Миля 105
 Минута 105
 Модель стереоскопическая 106
 Монтаж аэроснимков 106
 Морские палубные часы 106
 Мультиплекс 106
- Навигационные приборы на-
 земных машин 108
 Наземная стереофотограмме-
 трическая съемка 108
 Наклонение магнитной стрел-
 ки 108
 Направление измеренное и
 уравненное 108
 Населенные пункты (изобра-
 жение на картах) 109
 Начальное направление на
 аэроснимке 109
 Небесная сфера 109
 Невязка 111
 Нивелир 111
 Нивелирование геометриче-
 ское 115
 — тригонометрическое 117
 Номенклатура топографиче-
 ских карт 117
 Нормальное сечение 117
- Обновление топографических
 карт 118
 Общий земной эллипсоид 118
 Ознакомление с картой и под-
 готовка ее к работе 118
 Окулярный микрометр 119
 Опорная геодезическая сеть
 120
 Определение длины маршрута
 по карте 120
 Оптический микрометр 120

Оригиналы карт 122
Ориентирование аэроснимков
топографическое 122
— — фотограмметрическое 123
— — по карте 123
Ортодромия 124
Ось мира 125
Отбеливание фотоизображе-
ния 125
Отвес оптический 126
Отвесная линия 126
Отклонение ускорения силы
тяжести 126
Ошибка абсолютная 126
— вероятная 127
— вероятнейшая 127
— единицы веса 127
— нормированная 127
— округления 127
— относительная 127
— предельная 127
— срединная 128
— средняя 128
— средняя квадратическая 128
Ошибки систематические 129
— случайные 129

Панорама 129
Пантограф 129
Параллакс 130
— нитей 130
Параллактические пласти-
ны 130
Параллель географическая,
небесная, геодезическая 131
Передача географических на-
званий 131
Перекрытие аэроснимков 131
Перенос объектов с аэро-
снимка на карту 131
Переходная точка 132
Перигей 132
Перигелий 132
Петерса формула 132
План топографический 133
Планеты 133
Планшет 134
Поверки нивелиров 134
— теодолита 135
Поле невидимости 136
Полевая подготовка аэросним-
ков 136
Полезная площадь аэро-
снимка 137

Полигонометрический ком-
плект ПК-4 137
Полигонометрия 137
Поликонические проекции 138
Полярная звезда 139
Полярные круги 139
Поправка за кривизну Земли
и рефракцию 139
— — рельеф 139
— — рен 139
Построение и определение ве-
личины угла графически 140
Приведение направлений к
центрам пунктов 140
— — на поверхность рефе-
ренц-эллипсоида 141
— — расстояний к горизонту, к
средней сфероидической по-
верхности и на поверхность
референц-эллипсоида 142
— — расстояний к центрам пунк-
тов 143
Проектор 143
Проекция центральная 143
Профиль местности 143
Прямое восхождение све-
тила 144
Пункт астрономический 144
— геодезический 144

Равнопромежуточные азиру-
тальные проекции (проекция
Постеля) 144
Равных азимутов линия 145
— разностей расстояний ли-
ния 146
— — расстояний линия 146
Радян 147
Радиовысотомер 147
Радиодальномер 147
Радиус кривизны нормального
сечения под азимутом A 148
— — меридиана 148
— — первого вертикала 149
— — средний 150
— — параллели 151
Разграфка и номенклатура
топографических карт в
СССР 151
Растительный покров (изо-
бражение на картах) 154
Расчет высот знаков 155
Регламентные геодезические
контроли 157
— — работы 157

- Редактирование карт 157
 Редукция силы тяжести 157
 Редукция направления в проекции Гаусса 158
 — расстояния в проекции Гаусса 158
 Редуцирование фототриангуляционных сетей 160
 Реки 160
 Рекогносцировка карт 161
 Рельеф (изображение на картах) 161
 Референц-эллипсоид 162
 Рефракция вертикальная 163
 — горизонтальная 163
 Решение сферических треугольников в геодезии 164
 — треугольников плоских 164
 Решение треугольников сферических 166
 Ритмические сигналы точного времени 167
- Сближение меридианов на плоскости 168
 — — на эллипсоиде 169
 Сборные листы (таблицы) 169
 Светодальномер 169
 Секунда 172
 Сила тяжести 172
 Склонение магнитной стрелки 175
 — — светила 175
 Составление карт 175
 Способ всевозможных комбинаций 176
 — круговых приемов 176
 — наименьших квадратов 176
 — повторений 176
 Средние и видимые места звезд 176
 Статоскоп 177
 Стереографическая (равноугольная азимутальная) проекция 177
 Стереометр 179
 Стереопроектор 180
 Стереоскоп 181
 Стереоскопическая модель 182
 — пара 182
 Стереоскопический эффект 183
 Столбовой центр 183
 Стороны горизонта 183
 Сутки звездные 184
 — истинные 184
- Сутки средние 184
 Сферический избыток 185
 Сфероид 185
 Съёмочная сеть 185
- Температурные шкалы 186
 Теодолит 186
 Топографическая съёмка 190
 Топография 190
 Топопривязчик 190
 Точка высотная 190
 — контурная на аэроснимке 190
 — фотографирования 190
 — аэроснимка 190
 Точки аэроснимка опорные 190
 — — равноденствий 191
 Точность измерения 191
 Транскрипция географических названий 191
 Трансформатор (фототрансформатор) 191
 Трансформирование аэроснимков 191
 Треугольник параллактический 193
 Трапеция съёмочная 193
 Триангуляция 194
 Трилатерация 195
- Угломерный круг 195
 Угол вертикальный 195
 — горизонтальный 196
 Узел 196
 Узловые точки объектива 196
 Уклонение отвесной линии 196
 Уклономер (эклиметр) 196
 Уравнение времени 196
 — линейной меры 196
 — поправок 197
 Уравнения нормальные 198
 Уравнительные вычисления 199
 Уровенная поверхность 200
 Уровень 200
 Ускорение силы тяжести 201
 Условное уравнение поправки 201
 Условные знаки карт 202
- Фокусное расстояние аэрофотокамеры 203
 Фотограмметрические приборы 203
 Фотограмметрия 204
 Фотокарта 204
 Фотоплан 204

Фотосхема 204
Фототеодолитная съемка 204
Фототриангуляция 205
Фут 205

Хронограф 205
Хронометр 206

Центр геодезического пункта 207

Циркуль пропорциональный 207

Часовая мера углов 207
Часовой круг 207
Часовой угол 207

Широта географическая 207

Широта геоцентрическая 209
— приведенная 209
Шкала заложений 209

Экватор географический, небесный, геодезический 210

Эклиптика 210

Экспозиция 210

Эксцентриситет меридианного эллипса 211

Элементы ориентирования аэроснимков 211

— центральной проекции 212

Эллипсоид 214

Эталоны дешифрирования 215

Эфемериды 215

Ярд 215

Коллектив авторов

**КРАТКИЙ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ
СЛОВАРЬ-СПРАВОЧНИК**

Редактор *Кузьмин В. С.*

Ведущий редактор *Комарькова Л. М.*

Технический редактор *Шмакова Т. М.*

Корректор *Громова Н. А.*

Переплет художника *А. Д. Мичурина*

Подписано к набору 18/III 1967 г.

Подписано к печати 18 /VII 1968 г.

Формат 84 x 108 1/32. Бум. № 1. Печ. л. 7. Усл.
л. 11,76. Уч.-изд. л. 14,9. Т-10187. Тираж 26 000 экз.

Цена 80 коп., Индекс 1—2—1.

Издательство «Недра».

Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19,

Отпечатано с матриц Ленинградской типографии
№ 14 «Красный Печатник» Главполиграфпрома Ко-
митета по печати при Совете Министров СССР.
Московский проспект, 91, в Книжной типографии
«Коммунист» Комитета по печати при Совете Ми-
нистров УССР. Харьков. Пушкинская, 29. Зак. 301.

НОВЫЕ КНИГИ

ЛОБАНОВ А. Н.,
ЛЫСЕНКО Ф. Ф. и др.

Фототриангуляция с применением электронной цифровой вычислительной машины. Изд. 2. 17 л. Ц. 1 р. 59 к.

В книге изложена теория аналитического способа пространственной фототриангуляции, основанного на применении прецизионного стереокомпаратора и электронной вычислительной машины, используемых в фотограмметрии.

Рассмотрены результаты производственных работ по построению фотограмметрических сетей с применением этих машин.

Книга предназначается для инженеров и научных работников, решающих различные задачи фотограмметрическими методами. Она может служить учебным пособием по курсу фототопографии.

ИЗДАТЕЛЬСТВА „НЕДРА“

НЕДЕШЕВА Л. П.,
РОМАНОВ Н. Г.

Руководство и таблицы по короткобазисной параллактической полигонометрии. 35 л. Ц. 2 р. 06 к.

В руководстве приводится описание жезлов и звеньев короткобазисной параллактической полигонометрии. Изложена методика полевых работ при измерении расстояний и даны рабочие формулы и таблицы, облегчающие производство полевых и камеральных работ при этом способе.

Таблицы содержат значения $\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$ для углов, выраженных в градусной и в градусовой мерах в пределах соответственно от $0^{\circ} 05'$ до 20° и от 0° , 1 до 16° при разных ступенях.

Книга предназначена для широкого круга специалистов: геодезистов, топографов, маркшейдеров, изыскателей сухопутного и водного транспорта и других специалистов, выполняющих топографо-геодезические работы. Книга может служить пособием для студентов вузов и техникумов, изучающих курс геодезии.

НОВЫЕ КНИГИ

**ВИДУЕВ Н. Г.,
РАКИТОВ Д. И. и др.**

Геодезические измерения при установке машин и оборудования. 10 л. Ц. 68 коп.

В книге излагаются вопросы измерений, выполняемых при создании машин, агрегатов и промышленного оборудования и установке их в проектное положение.

Книга рассчитана на инженеров и техников-строителей, геодезистов, гидротехников и других специалистов, работающих в строительных, промышленных и монтажных организациях и выполняющих высокоточные измерения. Она может служить также пособием для студентов строительных и геодезических учебных заведений при изучении курса инженерной геодезии.

ИЗДАТЕЛЬСТВА „НЕДРА“

ГУРЕВИЧ И. В.

Справочник технического редактора-картографа. 12 л. Ц. 84 коп.

В справочнике изложены практические советы и различные способы технологии издания карт и атласов, применяемые в картографическом производстве Советского Союза. Основными разделами справочника являются: характеристика материалов, поступающих для издания карт и атласов (оригиналы, макеты, вспомогательные материалы); технические способы издания карт и атласов (изготовление печатных форм, печать красочных проб и тиражей, отделочные работы); технологические схемы издания для различных карт и атласов; вопросы технического редактирования в процессе подготовки к изданию и издание карт и атласов.

Справочник предназначен для технических редакторов-картографов, технических редакторов издательств и полиграфических предприятий, занимающихся изданием карт, а также может быть использован работниками картографического производства и картографии других ведомств.

