

С. Данилин

Аэронавигация

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 656
ББК 39.1
С11

С11 **С. Данилин**
Аэронавигация / С. Данилин – М.: Книга по Требованию, 2024. – 172 с.

ISBN 978-5-458-38583-1

Аэронавигация

ISBN 978-5-458-38583-1

© Издание на русском языке, оформление
«УОУО Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

Основные положения

Глава 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Содержание и задачи аэронавигации. Аэронавигация — наука о том, как правильно ориентироваться в полете и как приводить самолет в желаемое место земной поверхности наиболее коротким и безопасным путем.

Весь комплекс работ экипажа самолета по приведению его в назначенное место называется самолетовождением.

Каждый летчик должен уметь ориентироваться в воздухе, твердо знать и уметь использовать все приборы, установленные на самолете, уметь вести самолет по заданному маршруту с заданными высотой и скоростью и применять методы аэронавигации в любых условиях погоды.

Общее положение об аэронавигационной службе ВС, обязанности летного состава и правила подготовки и выполнения полета полностью изложены в «Наставлении по аэронавигационной службе ВВС РККА». Каждый летчик должен твердо знать это наставление и руководствоваться им в своей работе при подготовке и выполнении полета.

2. Общие сведения о земле. Земля представляет собой шар, незначительно приплюснутый у полюсов. Радиус земного шара равен 6370 км (рис. 1).

Земной шар вращается вокруг земной оси, представляющей собой линию, мысленно проведенную через две противоположные точки на земной поверхности, называемые полюсами — северный и южный. На рис. 1 эти полюсы обозначены буквами *С* — северный и *Ю* — южный.

Вращение земли происходит с запада на восток, как показано стрелкой на рис. 1. Человеку, находящемуся на земле и не замечающему этого вращения, кажется, что земля неподвижна, а солнце движется с востока на запад. Кроме того земля имеет еще движение вокруг солнца, делая полный оборот за один год.

3. Географические координаты. В навигации требуется умение определять местоположение какого-либо пункта на земной поверхности. Для этой цели принято пользоваться *системой географических координат*.

Земной шар мысленно рассекается двумя плоскостями. Одна из них пересекает земной шар через центр его, перпендикулярно оси вращения. Эта плоскость при пересечении с земной поверхностью образует на ней большой круг¹, называемый *экватором* (рис. 1 и 2). Экватор делит земной шар на два равных полушария: северное и южное. Рассекая землю плоскостями параллельно экватору, мы получим при пересечении их с земной поверхностью ряд окружностей, называемых *параллелями* (рис. 2).

Второй основной плоскостью является плоскость, проведенная через полюсы земли, какую-либо точку на ней и ось вращения ее. Эта плоскость называется плоскостью меридиана, и пересечение ее с поверхностью земли дает линию меридиана (рис. 3). Через каждую точку на земной поверхности можно провести ее меридиан. Основным, главным меридианом принято считать тот, который проходит через Принвичскую обсерваторию в Англии. У нас в СССР, на старых картах, главным считается меридиан, проходящий через обсерваторию в Пулковке под Ленинградом.

Местоположение какой-либо точки A (рис. 4) на земной поверхности определяется положением ее относительно этих двух плоскостей.

Это положение определяется углом $АОМ$, образуемым плоскостью экватора и линией $ОА$, проведенной от определяемой точки до центра земли $О$ (вертикаль этой точки), и углом $РОМ$, составляемым плоскостью главного меридиана и плоскостью меридиана, проведенного через точку A . Угол $АОМ$ называется *угловой широтой* места точки A , угол $РОМ$ — *угловой долготой*. Этим углам на земной поверхности соответствуют: дуга $РМ$ по экватору — *долгота места*, и дуга $АМ$ по меридиану — *широта места*.

Широта измеряется в градусах от 0 до 90° в обе стороны от экватора к полюсам. Следовательно все точки, лежащие на экваторе, будут иметь широту 0° , а точка на полюсе 90° . Все промежуточные точки будут иметь широту от 0 до 90° , и чем дальше от экватора, тем широта будет больше. Широта считается «южной», если точка лежит к югу от экватора, и «северной» — если к северу.

¹ Большим кругом на шаре называется такой, плоскость которого проходит через центр шара.

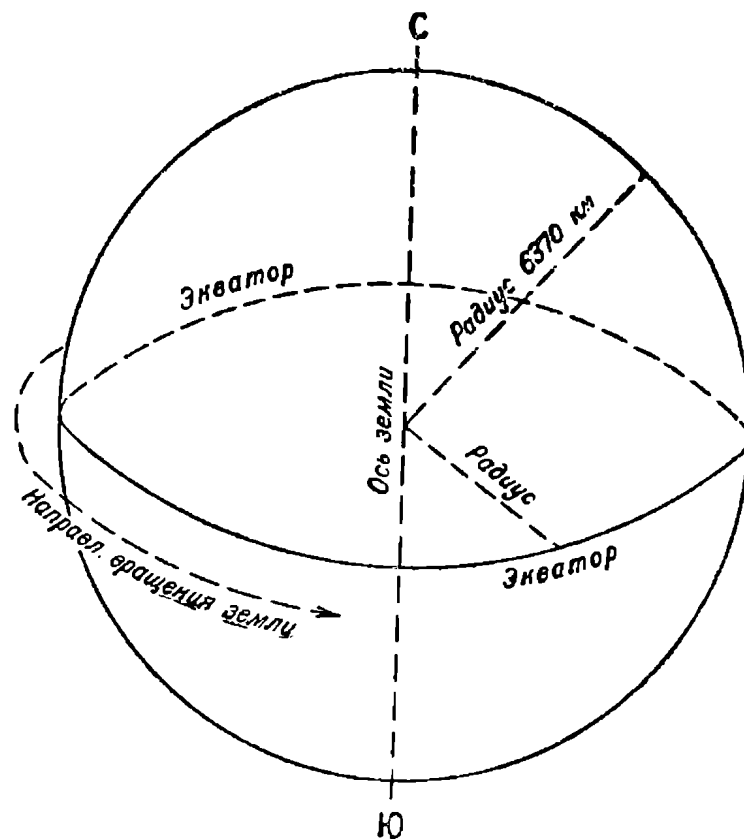


Рис. 1

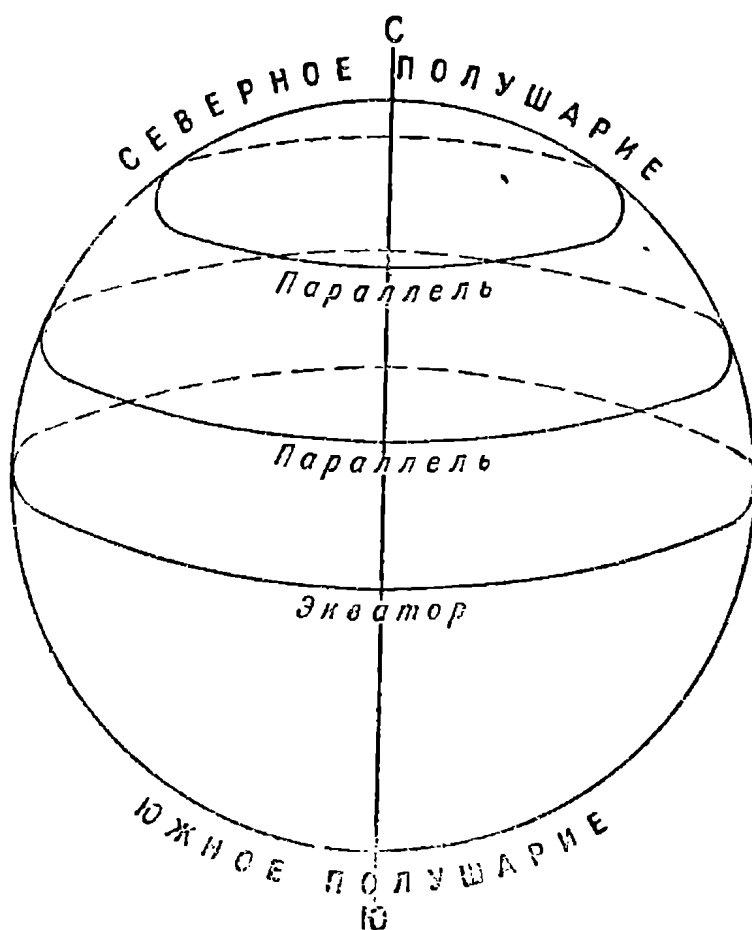


Рис. 2. Экватор и параллели

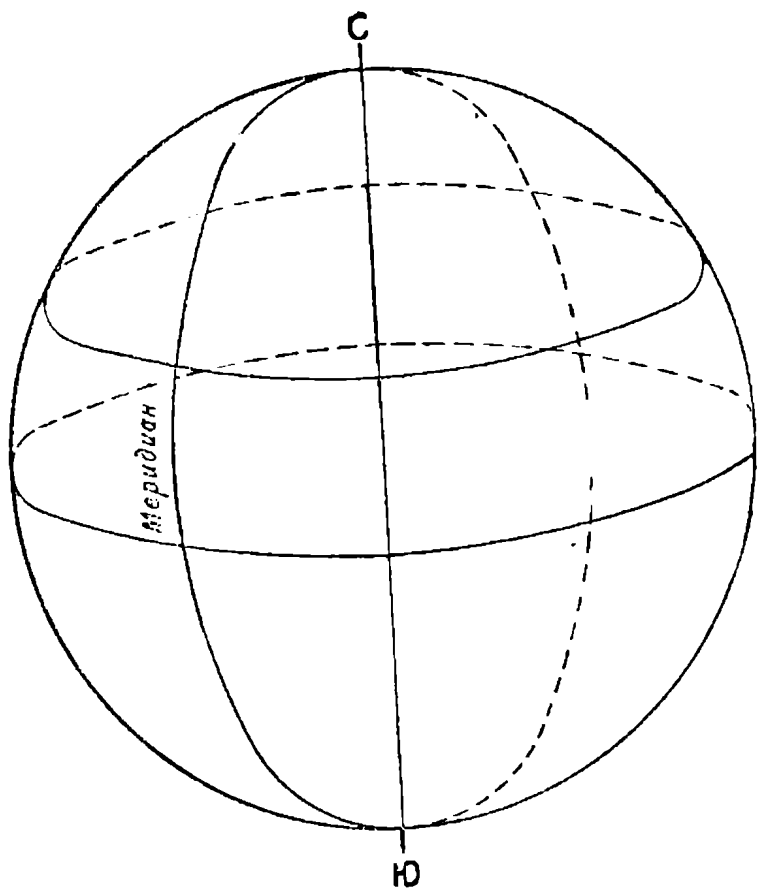


Рис. 3. Меридиан

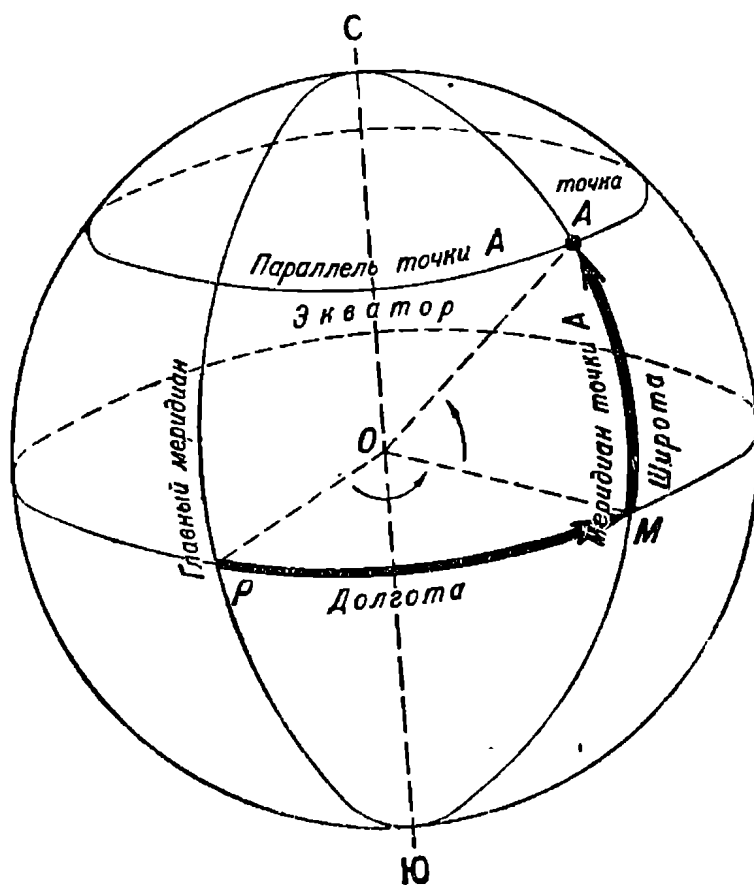


Рис. 4. Широта и долгота места

Долгота тоже измеряется в градусах. Измерение происходит от 0 до 180° в обе стороны от главного меридиана. Долгота считается «восточной», если точка лежит на восток от главного меридиана, и «западной» — если на запад (рис. 5).

СССР расположен на востоке от главного меридиана и в северном полушарии, следовательно у нас восточные долготы и северные широты.

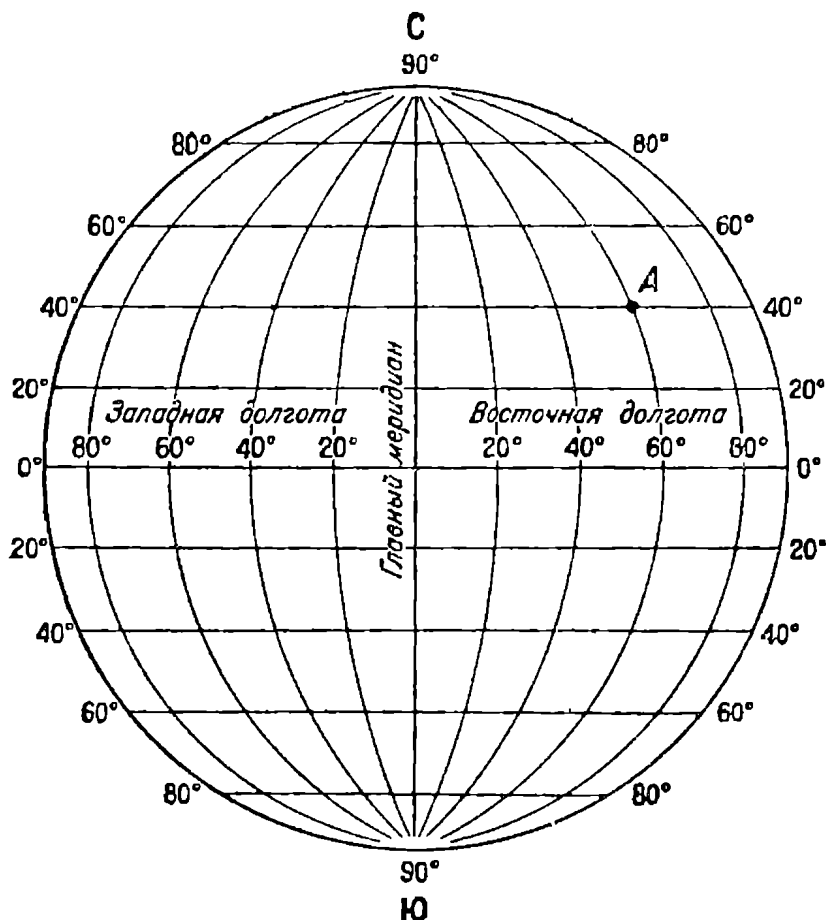


Рис. 5. Географические координаты

Для того чтобы ясно представить систему географических координат, нужно взглянуть на глобус, изображающий земной шар. На глобусе параллельно экватору прочерчен ряд окружностей, расположенных на равных расстояниях друг от друга. Окружности эти нанесены через равное число градусов широты и, как было указано выше, называются параллелями. Другие окружности-меридианы нанесены от полюса к полюсу и пересекают экватор под прямыми углами. Они также расположены через равное число градусов и образуют сетку долгот.

Каждая параллель и долгота оцифрованы, и при определении местоположения какой-либо точки нужно определить, какой цифрой оцифрованы параллель и долгота, на пересече-

чений которых стоит эта точка. На рис. 5 точка А находится в северном полушарии к востоку от главного меридиана на параллели 40° и на долготе 60° , следовательно местоположение ее будет 40° северной широты и 60° восточной долготы.

Каждый градус долготы и широты делится на 60 минут ($60'$), каждая минута — на 60 секунд ($60''$).

Если будет задано по широте и долготы найти на глобусе какую-либо точку, поступают также, но в обратном порядке, т. е. сперва ищут параллель, которая соответствует заданной широте, а потом, следуя по ней, доходят до пересечения с заданной долготой.

Глава 2

КАРТЫ

4. Понятие о картах. Карта является изображением на плоскости части земной поверхности в соответственно уменьшенном против действительности виде. Карты составляются таким образом, чтобы, пользуясь ими, можно было получить полное представление о той части поверхности земли, которую изображает ее лист, т. е. о взаимном расположении и виде различных объектов, как-то: суши, моря, рек, дорог, лесов, полей и т. п., а также о возвышенностях, горах и взаимном превышении их друг против друга.

Каждая карта имеет сетку географических координат (картографическую сетку), подобную той, которая имеется на глобусе (рис. 6). Однако изображение на плоскости шарообразной поверхности участка земли нельзя передать его без тех или иных искажений, поэтому различные карты имеют разный вид картографической сетки в зависимости от того способа, который применен для передачи на плоскость изображения земной поверхности. Этот способ называется *проекцией* карты. Проекция карты выбирается в зависимости от того, какое свойство карты желают получить с наименьшим искажением по сравнению с действительным видом на земной поверхности, т. е. правильность углов или расстояний, или взаиморасположения объектов. Таким образом карты различаются по их проекциям. Вид проекции каждой карты узнается по ее координатной сетке. Оцифровка сетки производится по краям карты: оцифровка параллелей нанесена по бокам карты, а долгот — по нижнему и верхнему обрезу ее. Оцифровка наносится в целых градусах или долях их. В промежутке между цифрами рамка карты имеет деления в виде штрихов; каждый штрих равен нескольким мину-

там в зависимости от типа карты. На приводимом рисунке каждый штрих равен 10'.

5. Определение широты и долготы по карте. Определение широты и долготы заданного пункта по карте производится следующим образом: на карте находят заданную точку и

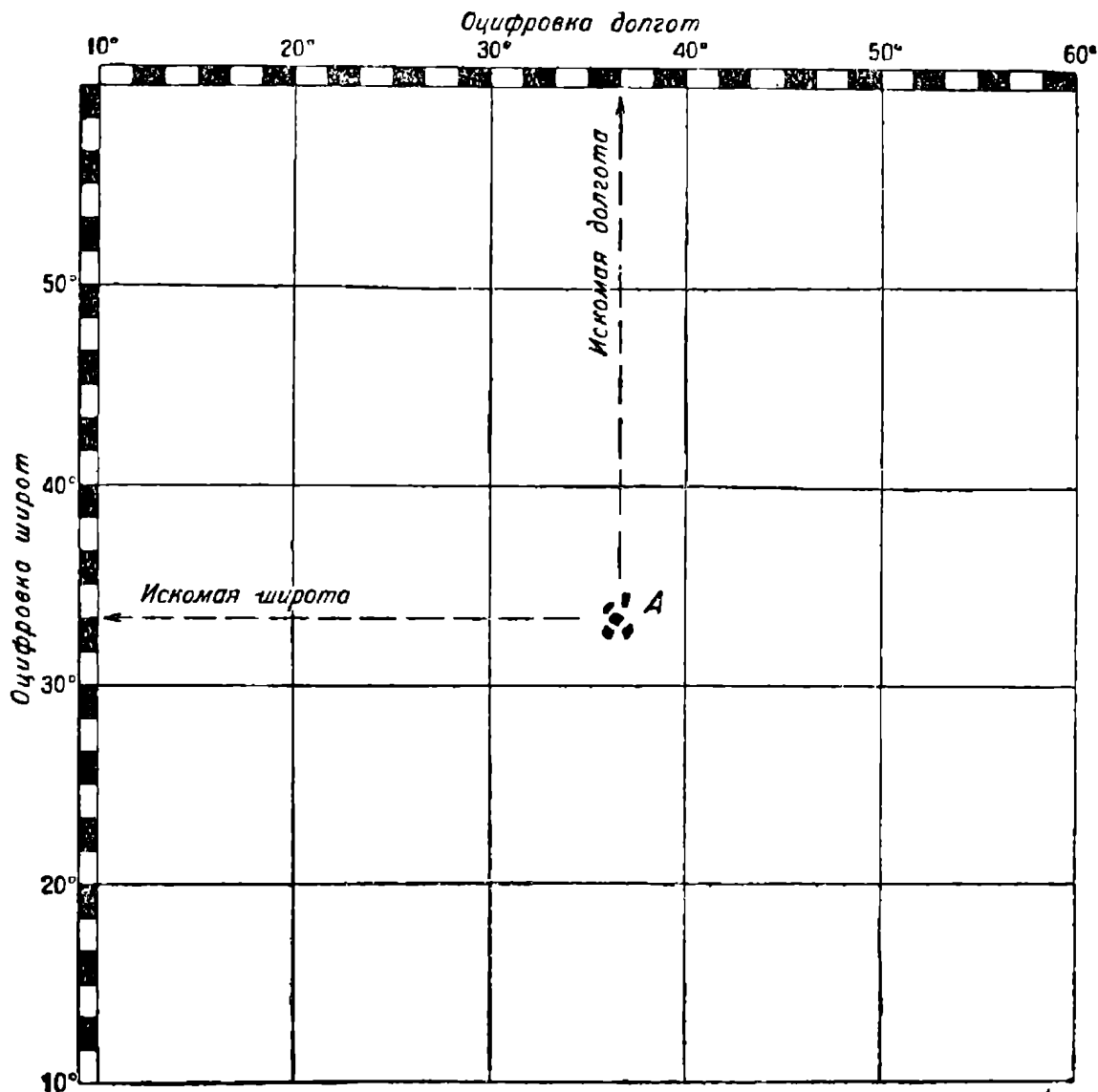


Рис. 6. Сетка географических координат на карте

при помощи линейки от этой точки к рамкам карты проводят линии, параллельные ближайшим параллелям и долготам (рис. 6). В точках пересечения этих линий с рамками карты по боковой рамке отсчитывается широта места, а по верхней или нижней — долгота. Отсчет ведется в следующем порядке. Сперва отсчитывают цифру, стоящую на ближайшей слева параллели (долготе), потом, определив, скольким минутам

равно каждое деление по рамке карты, считают количество их до проведенной линии и прибавляют к отсчитанной выше цифре. В приведенном рисунке наша линия, параллельная меридиану, пересекает край 4-го деления (каждое деление равно $10'$). Меридиан, от которого нужно вести счет, имеет цифру 30° , следовательно долгота точки *A* будет $30^\circ 40'$. Широта точки *A* будет $30^\circ 20'$, так как линия пересекает край 2-го деления, цена которого также $10'$ и ближайшая параллель оцифрована цифрой 30° .

Для того чтобы не чертить на карте лишних линий, можно определить широту и долготу при помощи циркуля. В этом случае нужно измерить циркулем расстояние от определяемой точки до ближайшей параллели или меридиана, перенести затем этот раствор циркуля на рамку карты и отсчитать на ней количество минут¹.

6. Масштаб карт. Измерение расстояний по карте. Масштабом называется отношение действительного расстояния на земле между двумя какими-либо точками к изображенному на карте. Например: расстояние между двумя точками на земле равно 1 км , т. е. $100\,000 \text{ см}$, это же расстояние на карте укладывается в 1 см , следовательно уменьшение выражается дробью $1/100\,000$. Эта дробь и определяет численный масштаб карты.

Существует еще так называемый линейный масштаб, указывающий, сколько километров (верст) содержится в 1 см (дюйме), отмеренном по карте. Например: 10 верст в дюйме, 10 км в сантиметре, 1 верста в дюйме и т. д. Линейный масштаб является наиболее употребительным на практике. На каждом листе карты на нижнем обрезе ее имеется изображение линейного масштаба (рис. 7).

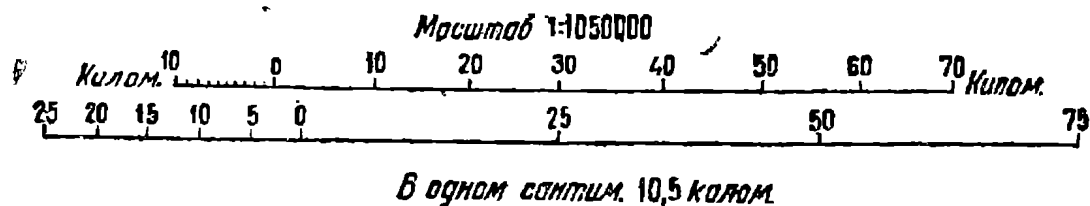


Рис. 7. Линейный масштаб

При помощи циркуля и линейного масштаба можно измерить по карте расстояние между какими-либо двумя точками на земной поверхности. Для этого нужно измерить циркулем расстояние между определяемыми точками и, перенеся раствор циркуля на изображение линейного масштаба, отсчитать

¹ Этот способ применим только для карт крупного масштаба.

искомое расстояние. Если раствор циркуля не укладывается в нарисованном масштабе, нужно взять по масштабу меньший раствор, равный круглому числу километров, и измерить, сколько раз он уложится между двумя точками. Возможный остаток измерить отдельно. Сумма уложившихся растворов циркуля, умноженная на величину раствора в километрах, плюс остаток, дадут длину измеряемого пути между данными точками.

ПРИМЕР. Раствором циркуля, равным 20 км, измерено расстояние по карте между двумя точками. Данный раствор уложился 6 раз. Остаток оказался равным 12 км. Общая длина будет $20 \text{ км} \times 6 = 120 \text{ км}$, плюс остаток 12 км. Всего 132 км.

При отсутствии на листе карты масштаба можно измерить расстояние сантиметровой линейкой и помножить количество сантиметров на 4,2 для карты масштаба 10 верст в дюйме и на 10,5 для масштаба 25 верст в дюйме (десяти- и двадцатипятиверсток).

ПРИМЕРЫ. 1. Измеренная сантиметровой линейкой длина маршрута по карте «10-верстке» оказалась равной 22,3 см. Умножая эту величину на 4,2, получаем $22,3 \times 4,2 = 93,6 \text{ км}$.

2. По карте «25-верстке» измеренная длина оказалась равной 13,7 см. Умножая эту величину на 10,5, получаем: $13,7 \times 10,5 = 143,8 \text{ км}$.

В настоящее время в ВС для измерений расстояний по карте принята специальная масштабная линейка (рис. 8). Линейка предназначена для карт «25-» и «10-версток». Соответственно масштабам карт на каждом обрезе линейки нанесены шкалы расстояний в километрах. Для того чтобы измерить расстояние между двумя точками, нужно наложить линейку нулевым делением на точку вылета и против другой точки отсчитать по шкале расстояние в километрах.

Шкала линейки для «10-верстки» нанесена через 1 км от 0 до 100 км. Шкала для «25-верстки» нанесена через 5 км от 0 до 250 км. Цифры на обеих шкалах обозначают десятки километров.

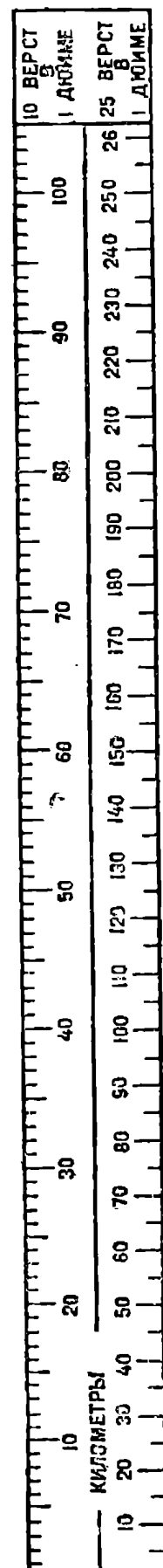


Рис. 8. Масштабная линейка

При помощи этой линейки можно измерить расстояние и по карте «2-верстка». Для этого расстояние измеряется шкалой «10-верстки» и полученный результат делится на 5.

7. Типы карт. Кроме масштаба и проекции карты различаются еще и своим назначением.

Нас интересуют только те карты, которые приняты в авиации.

Последние можно разбить на две группы: к первой группе относятся карты, которыми мы в настоящее время вынуждены пользоваться за неимением специальных авиационных, и ко второй группе — специальные авиационные полетные карты, изготовленные применительно к требованиям авиации.

К первой группе относятся следующие:

1. «Карта европейской России» масштаба 10 верст в дюйме, так называемая «10-верстка». Эта карта наиболее распространена в настоящее время. Карта в большей части листов имеет иллюминаровку (раскраску). На карте населенные пункты, дороги и названия нанесены черной краской, леса — зеленой, моря, реки и озера — синей. Населенные пункты на карте нанесены схематическими условными знаками, с сохранением их общей конфигурации. Дороги на карте делятся по своему назначению на железные, шоссейные и грунтовые. Условные обозначения различных населенных пунктов и дорог имеются внизу — на обрезе карты, там же помещен и линейный масштаб карты. Меридианы и параллели проведены через каждые 30'. Оцифровка их дана по рамке карты. Рамка имеет дополнительную разбивку в виде штрихов, каждый штрих равен 3'. Долгота считается от пулковского меридиана.

2. Военно-дорожная карта масштаба 25 верст в дюйме («25-верстка»). Эта карта менее употребительна из-за меньшего количества объектов для ориентировки. Пользуются ею обычно при больших маршрутных полетах.

Имеется еще ряд других карт, которые иногда употребляются для навигации. Из них наиболее известны «2-» и «3-верстки» и стратегическая карта «40-верстка». В гидроавиации применяются морские карты, отличающиеся своей особой проекцией (проекция Меркатора).

Ко второй группе относятся *специальные полетные карты*. В настоящее время приступлено к выпуску аэронавигационной полетной карты масштаба 10 км в сантиметре.

Карта печатается в пяти красках. Населенные пункты, железные дороги и надписи сделаны черной краской, леса — зеленой, реки и моря — синей, шоссе и грунтовые дороги — оран-