\* ГЛАВА 17. АНАЛИТИЧЕСКОЕ (ПИСЬМЕННОЕ) СЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ 17.1. Сущность и основные формулы аналитического (письменного) счисления

счисление - вычисление географических координат судна по его курсу и плаван ом разностям широт и долгот) по формулам вручную или с помощью счетно-решающи счисление производится по формулам и применяется при плавании судна вдали о ходах, когда ведение графического счисления становится неточным из-за больших п строениях на морских навигационных картах мелкого масштаба. питическое счисление применяется:

ывной выработке текущих счислимых координат места судна, вводимых в системадача решается с помощью автоматических счетно-решающих устройств (или ЭВМ); ическом вычислении счислимых координат места судна в тех случаях, когда необрешности счисления за счет неточности графических построений, связанных с прокломасштабной карте. Задача решается вручную или с помощью счетно-решающих у ости графических построений на карте; определения места судна по разновременным

е счисление с помощью автоматических счетно-решающих устройств производитиетом сжатия Земли. В простейших системах решаются формулы без учета сжати

# \*Основные формулы аналитического счисления

чки A  $(arphi_{_1}\lambda_{_1}),$  следуя постоянным курсом (K) по локсодромии, пришло

известны сделанные судном разность широт (РШ) и разность долгот (л

точки B ( $\phi_2$   $\lambda_2$ ) легко получить из соотношений: Значение разности широт (РШ) и разности долгот ( $P\mathcal{A}$ ) можно рассчитать по известным элементам движения:  $K \rightarrow$ курсу судна и  $S \to плаванию судна по$ этому курсу. ΡШ Считая Землю за сферу (шар) из элементарно малого треугольника Аа'в': Экватор  $Aa' = d\phi \rightarrow$  приращение широты;  $b'a' = d\omega \rightarrow$  приращение отшествия;  $Ab' = dS \rightarrow$  приращение расстояния, где

 $oldsymbol{arphi}_2 = oldsymbol{arphi}_1 + PIII$   $oldsymbol{\lambda}_2 = oldsymbol{\lambda}_1 + PII$ 

dφ - разность широт (мили);

dω расстояние между меридианами ПО параллели от т. а' до т. в' - отшествие (мили);

## **\*** Продолжение

<mark>′ принять за плоский</mark>, можно написать дифференциальные уравнения

(17.2) В результате интегрирования значений 
$$d \varphi$$
 и  $d \omega$  при  $K = const$ , получим:

$$7.3) \qquad 2) \rightarrow \int d\boldsymbol{\omega} = \sin K \int dS$$

то есть

$$\omega = S \cdot \sin \theta$$

значения разности долгот – 
$$P\mathcal{I}$$
, ношением между длиной дуги

тогда

Умножим числитель (
$$d\omega$$
) и знаменатель ( $cos\ \varphi$ ) на  $d\varphi$ , тогда

ель 
$$(\cos \varphi)$$
  $d\lambda =$ 

$$d\lambda = \frac{d\omega}{\cos\varphi}$$

Решение этого уравнения приводит к известному интегралу:

$$d\omega/d\varphi = tgK$$
 To  $d\lambda = tgK \cdot \frac{d\varphi}{\cos\varphi}$ 

=PMY,

 $p_1 = S \cdot \cos K$ =  $S \cdot \cos K$ 

имой связи между отшествием (OTШ) и разностью долгот (PД),

 $\frac{d\boldsymbol{\varphi}}{\partial \boldsymbol{\varphi}} = \frac{\boldsymbol{\varphi}_2 - \boldsymbol{\varphi}_2}{\partial \boldsymbol{\varphi}}$ 

(17.5)

нем значении интеграла, которая лает:

# \* Продолжение

$$P \mathcal{I} = tgK \cdot \frac{PIII}{\cos \varphi_n}$$

значения  
от (
$$P$$
Д $)$ ,

l7.5) и (17.6),

й широты  $\varphi_{_{n}}$ :

$$PM\mathbf{Y} \cdot tg\mathbf{K} = tg\mathbf{K} \cdot \frac{PIII}{\cos \boldsymbol{\varphi}_n}$$

откуда

(17.7)

$$\cos \varphi_n = \frac{PIII}{PMY}$$
.

ение  $\cos \varphi_n$  (формула 17.8) в формулу (17.6) олгот (PД) и учтя, что

получим:

$$P\mathcal{I} = \frac{OTIII}{\cos \varphi_n} = OTIII \frac{PMY}{PIII}$$

(17.10)

(ОТШ) и разность широт (РШ) в милях.

отшествие (ОТШ) представляет собой длину параллели (в милях)

 $oldsymbol{a}$ нами точек A и B, широта которой (параллели) определяется соотношением

$$\boldsymbol{\varphi}_n = \operatorname{arc} \cos \frac{PIII}{PMY} \,. \tag{17.11}$$

### \* Продолжение

ике, при ведении аналитического учета на коротких расстояниях, пустить, что в интервале от  $\varphi_1$  до  $\varphi_2$  значение  $\cos \varphi$  изменяется линейно, тогда



(17.12) и приближенная формула для расчета разности долгот —  $P \mathcal{I}$  примет вид:



сть долгот ( $P\mathcal{A}$ ) равна отшествию (OTШ), деленному на косинус средней шир (17.3) и (17.4) составлены **таблица 24 «МТ-75» (с. 260÷272) и таблица 2.1** (с. 282÷294) «Pashoctb широт и отшествие». В этих таблицах по плаванию <math>S (через 1°) можно **получить готовые значения разности широт (PU) и отш**ины которых даны в таблице до сотых долей мили и поэтому могут быть испособ (S) в 10 и 100 раз больших (или меньших)  $\rightarrow$  переносом запятой  $\rightarrow$  см. табл.

## \* Практические расчёты

ена также специальная таблица 25*а* «Разность долгот» (с. 273÷278) формуле (17.13).

лица 2.20 - см. «МТ-2000» (с. 296÷301).

и отшествие

или с. 293 «МТ-2000»)

| ОТШ              | РШ              |
|------------------|-----------------|
| 76,60 + (766,0)  | 64,28 + (642,8) |
| 65,88 (658,8)    | 55,28 (552,8)   |
| Σ ОТШ = 142,48 = | ΣРШ =119,56 =   |
| (1424,8')        | (1195,6')       |
| 23               | O°              |

Входные аргументы: 1) ОТШ = 1, 2, 3 2)  $\phi_m = 0 \div 86^\circ$  через 0

іений разности долгот (*РД*) для десятков или сотен миль значений отшествия ым переносом запятой, отделяющей целую часть от дробной в найденных та

#### \* Практические расчёты

Найти значение разности долгот (РД), если  $\phi_1 = 60^\circ \text{N}$ ,  $\phi_2 = 20^\circ \text{N}$  и отшествие - ОТШ = 246′ к W.

$$\boldsymbol{\varphi}_{CP} = \frac{\boldsymbol{\varphi}_1 + \boldsymbol{\varphi}_2}{2} = 40^{\circ}.$$

$$100 + 100 + 40 + 6$$
.

21,0′ κ *W*.

o 1.

100, 100, 40 и 6 для  $\varphi_{CP} = 40^{\circ}$  из табл. 25a «МТ-75» (с. 273) или табл. 2.20

6) выбираем значения разности долгот (см. табл. 17.2):

Пример 2.

Решение:

 $\varphi_1 = 60^{\circ} N .... M4$  $\varphi_{2} = 20^{\circ} \text{N....} \text{M4}_{2}$ 

По данным примера 1 най

разности долгот (РД), исп

промежуточную широту (

$$\varphi_n$$
 (см. ф. 17.8).

Значения меридиональных частей ( $MY_1$  и  $MY_2$ ) выбираем из табл. 26 «МТ-75» (с. 280÷287) или табл. 2.28a «МТ-2000» (с. 314÷321) → табл. 24.5.

#### \* Практические расчёты

«МТ-75» (с. 288) или табл. 2.28*б* «МТ-2000» (с. 322) «Поправки для <mark>льных частей шара</mark>» выбираем поправки для перехода к меридионал на шаре (в навигационных задачах Землю принимают за шар).

0' (для 
$$\varphi_1 = 60^\circ$$
) и  $\Delta M Y_2 = +7.8$ ' (для  $\varphi_2 = 20^\circ$ )  
 $\sec \varphi_n = \frac{(4507.4' + 20.0') - (1217.3' + 7.8')}{40\%(60\% - 20\%)} = \frac{3302.3}{2400.0} = 1.37596$ 

| PIC | SHAACHIMA         | Tph onomer ph accens    |
|-----|-------------------|-------------------------|
| бл. | 24.6.             |                         |
| ем  | значение отшестви | ag - OTIII = 246' = 100 |

≈ 43,4° (см. табл. 6a «МТ-75» (с. 156÷199)

| тветствующие им (100, 100, 40, 6)                      |     |
|--|-----|
| юсти долгот – $P\!\mathcal{I}$ из табл. 25 $a$ «МТ-75» | ИЛИ |

ванием между 
$$\varphi_n = 43^\circ$$
 и  $\varphi_n = 43.5^\circ$  ванием между  $\varphi_n = 43.5^\circ$ 

2a «MT-2000» (c. 460)

ОТШ

Сравнивая значение разности долгот  $(P A_1 = 321,0' \, \kappa \, W)$  и значение разност табл. 17.3 ( $P_{\mathcal{A}_2} = 338,6' \text{ к } W$ ) видно ( $\Delta$ при больших значениях разности ш нужно пользоваться не средним зна широты ( $\phi_{CP}$ ), а значением промежу широты ( $\varphi_{\Pi P}$ ).