* 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.
литическое счисление применяется:

ывной выработке текущих счислимых координат места судна, вводимых в систем
адача решается с помощью автоматических счетно-решающих устройств (или ЭВМ);
ическом вычислении счислимых координат места судна в тех случаях, когда необ
решности счисления за счет неточности графических построений, связанных с прокл
омасштабной карте. **Задача решается вручную или с помощью счетно-решающих у**
ости графических построений на карте; определения места судна по разновременны

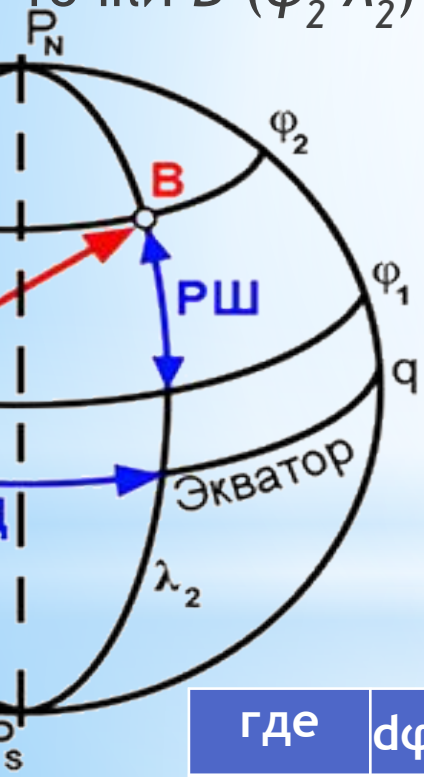
е счисление с помощью автоматических счетно-решающих устройств производит
четом сжатия Земли. В простейших системах решаются формулы без учета сжат

* Основные формулы аналитического счисления

чки *А* (φ_1 λ_1), следуя постоянным курсом (*К*) по локсодромии, пришло

известны сделанные судном разность широт (*РШ*) и разность долгот (*Р*
точки *В* (φ_2 λ_2) легко получить из соотношений:

$$\varphi_2 = \varphi_1 + РШ$$
$$\lambda_2 = \lambda_1 + РД$$



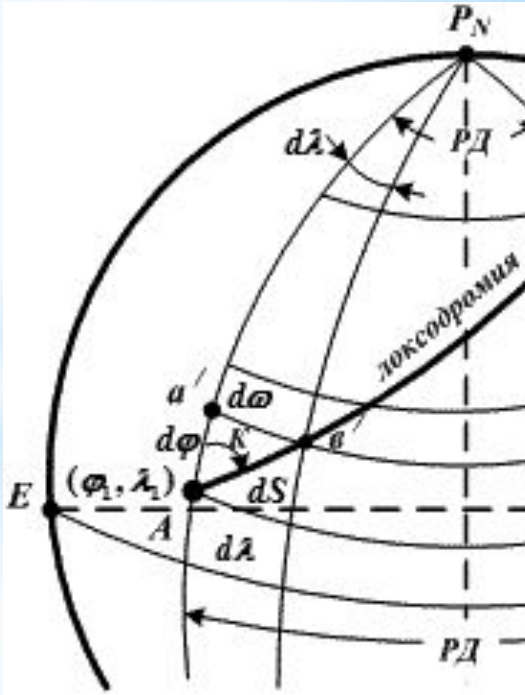
Значение разности широт (*РШ*) и разности долгот (*РД*) можно рассчитать по известным элементам движения: *К* → курсу судна и *S* → плаванию судна по этому курсу.

Считая Землю за сферу (шар) из элементарно малого треугольника *Аа′в′*:

Аа′ = dφ → приращение широты;

b′a′ = dω → приращение **отшествия**;

Ab′ = dS → приращение расстояния,



где	dφ - разность широт (мили);
	dω – расстояние между меридианами по параллели от т. а′ до т. в′ – отшествие (мили);

* Продолжение

′ принять за плоский, можно написать дифференциальные уравнения

$\}$ **(17.2)**

В результате интегрирования значений ***dφ*** и ***dω*** при ***K = const***, получим:

1)→ $\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} d\varphi = \cos$

$\left.\begin{aligned} \varphi_1 &= S \cdot \cos K \\ &= S \cdot \cos K \end{aligned}\right\}$ **(17.3)**

2)→ $\int_0^{\omega} d\omega = \sin K \int_0^{S} dS$

то есть **ω = S · sin**

значения разности долгот – *РД*, тношением между длиной дуги ли:

$$d\lambda = d\omega / \cos\varphi$$

Умножим числитель (***dω***) и знаменатель (***cos φ***) на ***dφ***, тогда

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

′ $d\omega / d\varphi = tgK$ то $d\lambda = tgK \cdot \frac{d\varphi}{\cos\varphi}$.

Решение этого уравнения приводит к известному интегралу:

$\lambda_2 - \lambda$

$= РМЧ$, тогда **РД = РМЧ · tgK** **(17.5)**

ямой связи между отшествием (*ОТШ*) и разностью долгот (*РД*),

$\int \frac{d\varphi}{\cos\varphi} = \frac{\varphi_2 -}{\cos}$

нем значении интеграла, которая дает:

* Продолжение

уточное значение широты в интервале между φ_1 и φ_2.
ти долгот – *РД* можно написать:

$$РД = tgK \cdot \frac{РШ}{\cos\varphi_n}$$

значения
от (*РД*),

17.5) и (17.6),
ние
й широты φ_n:

$$РМЧ \cdot tgK = tgK \cdot \frac{РШ}{\cos\varphi_n} \qquad (17.7)$$

откуда

$$\cos\varphi_n = \frac{РШ}{РМЧ}.$$

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

ОТШ = РШ · tgK,

получим:

$$РД = \frac{ОТШ}{\cos\varphi_n} = ОТШ\frac{РМЧ}{РШ} \qquad (17.10)$$

(*ОТШ*) и разность широт (*РШ*) в милях.
отшествие (*ОТШ*) представляет собой длину параллели (в милях)
анами точек *А* и *В*, широта которой (параллели) определяется соотношением

$$\varphi_n = arc\cos\frac{РШ}{РМЧ}. \qquad (17.11)$$

* Продолжение

ике, при ведении аналитического учета на коротких расстояниях,
пустить, что в интервале от φ_1 до φ_2 значение $\cos\varphi$ изменяется линейно, тогда

$$\frac{\varphi_1+\varphi_2}{2}=\varphi_m \qquad (17.12)$$

и приближенная формула для расчета разности долгот – *РД* примет вид:

$$РД=\frac{ОТШ}{\cos\varphi_m}$$

сть долгот (*РД*) равна отшествию (*ОТШ*), деленному на косинус средней шир
(17.3) и (17.4) составлены **таблица 24 «МТ-75» (с. 260÷272) и таблица 2.19**
с. 282÷294) «Разность широт и отшествие». В этих таблицах по плаванию *S*
(через 1°) можно **получить готовые значения разности широт (*РШ*) и отше**
ины которых даны в таблице до сотых долей мили и поэтому могут быть испо
(*S*) в 10 и 100 раз больших (или меньших) → переносом запятой → см. табл.

* Практические расчёты

) S = 450 миль, К = 37°, РШ = 359,4 мили к N и ОТШ = 270,
) К = 230°, S = 1860 миль, РШ = 1195,6′ к S и ОТШ = 1424,8′ к W (см. табл.

дена 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) 65,88 (658,8)	64,28 + (642,8) 55,28 (552,8)
	Σ ОТШ = 142,48 = (1424,8′)	Σ РШ =119,56 = (1195,6′)
	230°	

Входные аргументы:	
	1) ОТШ = 1, 2, 3 2) φ_m = 0÷86° через 0

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

* Практические расчёты

р 1.	Найти значение разности долгот (РД), если φ_1 = 60°N, φ_2 = 20°N и отшествие – ОТШ = 246′ к W.

$$\varphi_{CP} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} = 40°.$$

100 + 100 + 40 + 6.

100, 100, 40 и 6 для φ_{CP} = 40° из табл. 25*а* **«МТ-75» (с. 273) или табл. 2.20**
6) выбираем значения разности долгот (см. табл. 17.2):

Таблица 17.2.

	РД$_1$
	130,5′
	130,5′
	52,2′
	7,8′
246′	Σ РД = 321,0′ к W

21,0′ к *W*.

Пример 2.	По данным примера 1 най разности долгот (РД), исп промежуточную широту (с

Решение:

1. → Находим значение φ_n (см. ф. 17.8).

$$\sec\varphi_n = \frac{РМЧ}{РШ}$$

φ_1 = 60°*N* .... *МЧ*$_1$
φ_2 = 20°*N*.... *МЧ*$_2$

Значения меридиональных частей (*МЧ*$_1$ и *МЧ*$_2$) выбираем из табл. 26 «МТ-75» (с. 280÷287) или табл. 2.28*а* «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**
льных частей шара» выбираем поправки для перехода к меридионал
на шаре (в навигационных задачах Землю принимают за шар).

0′ (для φ_1 = 60°) и $\Delta МЧ_2$ = +7,8′ (для φ_2 = 20°)

:

$$\sec\varphi_n = \frac{(4507{,}4' + 20{,}0') - (1217{,}3' + 7{,}8')}{40'(60° - 20°)} = \frac{3302{,}3}{2400{,}0} = 1.37596$$

≈ 43,4° (см. табл. 6*а* «МТ-75» (с. 156÷199)
2*а* «МТ-2000» (с. 460)
ые значения тригонометрических
бл. 24.6.
ем значение отшествия – *ОТШ* = 246′ = 100

ОТШ	Р
100′	13
100′	13
40′	55
6′	8
Σ ОТШ = 246′	Σ РД = 3

ответствующие им (100, 100, 40, 6)
ности долгот – *РД* из табл. 25*а* «МТ-75» или
,
ванием между φ_n = 43° и φ_n = 43,5°
3).

Сравнивая значение разности долгот
($РД_1$ = 321,0′ к *W*) и значение разност
табл. 17.3 ($РД_2$ = 338,6′ к *W*) видно (Δ
при больших значениях разности ш
нужно пользоваться не средним зна
широты ($\varphi_{СР}$), а значением промежу
широты ($\varphi_{ПР}$).