

ИОНОСФЕРА ЗЕМЛИ ВЕРХНЯЯ

МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ В ПЛОСКОСТИ ГЕОМАГНИТНОГО ЭКВАТОРА

Издание официальное

БЗ 7—93/519

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

Предисловие

- 1 **РАЗРАБОТАН** Институтом земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Российской Академии наук и Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации Госстандарта России
- 2 **ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Госстандарта России от 01.11.1994 г. № 255
- 3 **ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

© Издательство стандартов, 1995

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

II

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1 Область применения | 1 |
| 2 Нормативные ссылки | 1 |
| 3 Определения и обозначения | 1 |
| 4 Общие положения | 2 |
| 5 Вводные параметры модели | 3 |
| 6 Возможные параметры и функции модели | 3 |
| 7 Модель распределения концентрации электронов ионосферы Земли над геомагнитным экватором в интервале высот 1000—20 000 км | 4 |
| Приложение А. Значения географической широты геомагнитного экватора в зависимости от географической долготы | 5 |
| Приложение Б. Значения концентрации электронов и высотного масштаба изменения концентрации электронов | 6 |
| Приложение В. Примеры расчетов концентрации электронов | 16 |

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИОНОСФЕРА ЗЕМЛИ ВЕРХНЯЯ

Модель распределения концентрации электронов в плоскости
геомагнитного экватора

Earth's uppermost ionosphere. Model of distribution of the concentration
of electrons in the flat of geomagnetic equator

Дата введения 1995—07—01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт устанавливает модель распределения средних за месяц концентраций электронов ионосферы Земли над геомагнитным экватором в интервале высот 1000—20 000 км на любых долготах для любого времени суток различных дней года и уровней солнечной активности.

Стандарт предназначен для определения количества электронов ионосферы Земли, воздействующих на технические устройства в космическом пространстве, а также проектирования средств радиосвязи и радионавигации.

Стандарт не распространяется на периоды ионосферных бурь.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 24375—80 Радиосвязь. Термины и определения

ГОСТ 25645.146—89 Ионосфера Земли. Модель глобального распределения концентрации, температуры и эффективной частоты соударений электронов

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

В настоящем стандарте применяют следующие термины и обозначения

Издание официальное



2—350

1

| Термин | Обозначение | Пояснение |
|-------------------------------|-------------|--|
| Солнечная активность | — | Комплекс процессов, происходящих в атмосфере Солнца, оказывающих воздействие на межпланетное пространство и, в частности, на Землю. Уровень Солнечной активности характеризуется индексами. Наиболее употребляемый индекс — число Вольфа |
| Число Вольфа | W | Международное относительное число солнечных пятен, определяемое ежедневно |
| Среднее значение числа Вольфа | \bar{W} | Значение, полученное усреднением ежедневных чисел Вольфа за интервал в 31 сутки, центрированный на заданную дату |
| Ионосферная буря | — | По ГОСТ 24375 |
| Геомангнитный экватор | — | Линия на поверхности Земли, где магнитное наклонение равно нулю |

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Модель распределения средних за месяц значений концентраций электронов ионосферы Земли над геомагнитным экватором в интервале высот 1000—20 000 км (ниже модель) представлена в аналитическом виде. Входные параметры модели приведены в разделе 5. Формулы, по которым определяют значение концентрации электронов на основе входных параметров, приведены в разделах 6 и 7.

4.1.1 Таблица, по которой для заданной географической долготы определяют географическую широту геомагнитного экватора, приведена в приложении А. В этой таблице долгота приведена с шагом 10° . Если выбранное значение не совпадает с табличным, для определения широты геомагнитного экватора используют линейную интерполяцию.

4.1.2 Модель не имеет разрывов при непрерывном изменении любого из входных параметров модели и высоты в интервале 1000—20 000 км.

4.1.3 Концентрация электронов над геомагнитным экватором на высоте 1000 км задается по ГОСТ 25645.146, для обеспечения стыковки данной модели с нижележащей ионосферой (приложение Б).

4.2. Для проверки правильности использования модели в приложении В приведены таблицы тестовых расчетов по модели средних за месяц значений концентрации электронов над геомагнитным экватором в интервале высот 1000—20 000 км.

□

4.3 Погрешности модельных значений концентрации электронов определены как относительные средние квадратические отклонения этих значений от реальных средних за месяц для данных геофизических условий.

Эти погрешности составляют:

$\pm 20\%$ — для интервала высот 3000—15 000 км;

$\pm 35\%$ — для интервала высот 15 000—20 000 км.

Для интервала высот 1000—3000 км погрешность совпадает с погрешностью концентраций электронов над геомагнитным экватором на высоте 1000 км по ГОСТ 25645.146.

5 ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МОДЕЛИ

5.1 Для определения концентрации электронов над геомагнитным экватором в интервале высот h от 1000 до 20 000 км необходимо задать:

восточную географическую долготу выбранной точки над геомагнитным экватором λ в градусах;

дату, по которой определяется номер дня в году ND ;

T — местное время в часах;

среднее значение числа Вольфа \bar{W} .

5.2 По заданной долготе λ с помощью таблицы приложения А определяют географическую широту выбранной точки над геомагнитным экватором φ в градусах.

5.3 По заданным параметрам и таблицам приложения Б определяют дополнительные параметры: концентрацию электронов на высоте 1000 км $N(1000)$ и H — характерный высотный масштаб изменения концентрации электронов.

5.3.1 Таблицы приложения Б приведены для следующих исходных данных: географических долгот $\lambda = 30, 150$ и 270° ; марта, июня, сентября, декабря (значения параметров отнесены к 15-му числу каждого месяца, т. е. к номерам дней в году $ND = 74, 166, 258, 349$, соответственно); средних значений числа Вольфа $\bar{W} = 10, 100, 150$.

5.3.2 Для промежуточных значений λ , ND , T и \bar{W} значения $N(1000)$ и H определяют линейной интерполяцией.

5.4 Величины λ , ND , T , \bar{W} , $N(1000)$ и H являются входными параметрами модели.

6 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ФУНКЦИИ МОДЕЛИ

6.1 Вспомогательные параметры

$$A_0 = (1 + 0,7 \cos(\pi(\lambda + 70)/180)) \cdot (1 + \cos(2\pi(ND + 16)/365,25)), \quad (1)$$

$$A_1 = 1 - 0,1 \cos (\pi (T-4) / 12), \quad (2)$$

$$A_2 = 1 + 0,2 \bar{W}^{1/2}, \quad (3)$$

$$A_3 = 1 + 0,001 \bar{W}. \quad (4)$$

6.2 Вспомогательные функции

Вспомогательная функция от высоты — расстояние от центра Земли до высоты h в радиусах Земли $R_E = 6370$ км:

$$L = 1 + h/R_E. \quad (5)$$

Вспомогательная функция, которая зависит от высоты h через L

$$A(L) = 1 - \exp(-0,04L^4). \quad (6)$$

Вспомогательная функция, которая содержит вспомогательный параметр A_0 и зависит от высоты h через L и $A(L)$

$$B(L) = 0,5A_0 \cdot A(L) - 0,7L \cdot \exp(0,1A_0 \cdot A(L)). \quad (7)$$

7 МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ НАД ГЕОМАГНИТНЫМ ЭКВАТОРОМ В ИНТЕРВАЛЕ ВЫСОТ 1000—20 000 КМ

По входным параметрам и вспомогательным параметрам и функциям модели определяют последовательно:

высотное распределение концентрации электронов $N(h)$, м^{-3} , в интервале 1000—6370 км:

$$N(h) = N_1(h) = N(1000) \cdot \exp((1000-h)/(H \cdot L^2)), \quad (8)$$

высотное распределение концентрации электронов $N(h)$, м^{-3} , в интервале 6370—20 000 км:

$$N(h) = N_2(h) = 3 \cdot 10^9 A_1 \cdot A_2 \cdot \exp(A_3 \cdot B(L)). \quad (9)$$

Уравнения (8) и (9) совместно со вспомогательными параметрами и функциями (1) — (7) являются моделью распределения средних за месяц значений концентрации электронов ионосферы Земли над геомагнитным экватором в интервале высот 1000—20 000 км.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

**Значения географической широты геомагнитного экватора в зависимости
от географической долготы**

Углы в градусах

| Долгота | Широта | Долгота | Широта |
|---------|--------|---------|--------|
| 10,0 | 10,43 | 190,0 | 0,36 |
| 20,0 | 10,06 | 200,0 | -0,42 |
| 30,0 | 9,60 | 210,0 | -1,37 |
| 40,0 | 9,10 | 220,0 | -2,84 |
| 50,0 | 8,76 | 230,0 | -4,01 |
| 60,0 | 8,60 | 240,0 | -4,15 |
| 70,0 | 8,74 | 250,0 | -4,37 |
| 80,0 | 9,29 | 260,0 | -6,34 |
| 90,0 | 9,82 | 270,0 | -9,73 |
| 100,0 | 9,83 | 280,0 | -12,75 |
| 110,0 | 9,27 | 290,0 | -14,46 |
| 120,0 | 8,38 | 300,0 | -14,12 |
| 130,0 | 7,48 | 310,0 | -10,41 |
| 140,0 | 7,07 | 320,0 | -3,90 |
| 150,0 | 7,05 | 330,0 | 2,66 |
| 160,0 | 6,25 | 340,0 | 7,44 |
| 170,0 | 4,07 | 350,0 | 9,95 |
| 180,0 | 1,76 | 360,0 | 10,62 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

Таблицы Б.1—Б.36

Значения концентрации электронов на высоте 1000 км $N(1000)$ и высотного масштаба изменения концентрации электронов H для трех уровней солнечной активности: $\overline{W}=10$, $\overline{W}=100$, $\overline{W}=150$.

**ЗНАЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ
И ВЫСОТНОГО МАСШТАБА ИЗМЕНЕНИЯ
КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ**

Таблица Б.1

Долгота = 30°, $\overline{W}=10$, $MD=74$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 0 3,72+10 401,9 | 2 2,38+10 457,7 | 4 1,17+10 600,3 | 6 1,58+10 531,5 | 8 4,02+10 392,9 | 10 6,12+10 354,5 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 6,55+10 352,8 | 14 6,90+10 351,2 | 16 8,88+10 330,4 | 18 1,33+11 299,7 | 20 9,91+10 318,1 | 22 6,12+10 354,6 |

Таблица Б.2

Долгота = 150°, $\overline{W}=10$, $MD=74$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 0 4,26+10 378,6 | 2 2,37+10 447,2 | 4 9,81+09 629,4 | 6 1,56+10 519,7 | 8 3,76+10 392,4 | 10 6,33+10 345,0 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 7,15+10 338,6 | 14 7,03+10 343,1 | 16 9,28+10 321,3 | 18 1,43+11 290,4 | 20 1,07+11 307,2 | 22 6,88+10 337,7 |

Таблица Б.3

Долгота = 270°, $\overline{W}=10$, $MD=74$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 4,39+10 398,0 | 02 2,36+10 481,3 | 04 1,14+10 645,1 | 06 1,89+10 523,0 | 08 4,42+10 397,4 | 10 6,38+10 363,4 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 6,82+10 361,7 | 14 6,79+10 365,5 | 16 9,90+10 332,4 | 18 1,68+11 293,3 | 20 1,17+11 315,6 | 22 7,50+10 348,2 |

Таблица Б.4

Долгота = 30°, $\bar{W} = 10$, $ND = 166$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 2,01+10 466,6 | 02 1,32+10 537,3 | 04 9,00+09 631,0 | 06 1,94+10 466,1 | 08 3,70+10 385,0 | 10 4,95+10 360,2 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 5,28+10 358,7 | 14 5,84+10 352,4 | 16 7,09+10 336,4 | 18 8,46+10 321,2 | 20 5,36+10 357,2 | 22 3,31+10 403,8 |

Таблица Б.5

Долгота = 150°, $\bar{W} = 10$, $ND = 166$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 2,14+10 456,8 | 02 1,42+10 522,2 | 04 8,85+09 635,9 | 06 1,81+10 477,2 | 08 3,43+10 393,3 | 10 4,50+10 369,7 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 4,60+10 372,3 | 14 5,54+10 357,3 | 16 7,19+10 335,2 | 18 9,32+10 313,9 | 20 5,76+10 350,5 | 22 3,54+10 395,9 |

Таблица Б.6

Долгота = 270°, $\bar{W} = 10$, $ND = 166$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 2,22+10 451,0 | 02 1,47+10 515,8 | 04 8,32+09 655,0 | 06 1,54+10 506,6 | 08 3,63+10 387,1 | 10 5,05+10 358,2 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 5,46+10 355,5 | 14 6,37+10 344,6 | 16 7,65+10 330,0 | 18 9,46+10 312,8 | 20 6,31+10 342,4 | 22 3,89+10 385,1 |

Таблица Б.7

Долгота = 30°, $\bar{W} = 10$, $ND = 258$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 2,73+10 442,4 | 02 1,85+10 500,4 | 04 1,01+10 640,4 | 06 1,76+10 509,3 | 08 3,76+10 400,2 | 10 5,88+10 358,1 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 6,13+10 358,7 | 14 6,45+10 357,1 | 16 8,02+10 338,7 | 18 9,51+10 323,7 | 20 6,44+10 354,1 | 22 4,28+10 391,2 |

Таблица Б.8

Долгота = 150°, $\bar{W} = 10$, $ND = 258$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| T , ч $N(1000)$, m^{-3} H , км | 00 2,90+10 424,1 | 02 1,63+10 511,4 | 04 5,57+09 955,5 | 06 1,71+10 502,0 | 08 3,79+10 391,0 | 10 5,51+10 357,5 |
| T , ч $N(1000)$, m^{-3} H , км | 12 5,35+10 365,2 | 14 5,96+10 358,0 | 16 7,86+10 334,4 | 18 9,94+10 315,0 | 20 6,73+10 343,6 | 22 4,56+10 370,6 |

Таблица Б.9

Долгота = 270°, $\bar{W} = 10$, $ND = 258$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| T , ч $N(1000)$, m^{-3} H , км | 00 3,63+10 421,2 | 02 2,19+10 492,9 | 04 1,09+10 660,0 | 06 1,93+10 517,0 | 08 4,06+10 407,0 | 10 5,50+10 378,0 |
| T , ч $N(1000)$, m^{-3} H , км | 12 6,53+10 365,4 | 14 7,05+10 361,2 | 16 8,98+10 340,1 | 18 1,10+11 322,4 | 20 7,12+10 357,0 | 22 5,36+10 380,8 |

Таблица Б.10

Долгота = 30°, $\bar{W} = 10$, $ND = 349$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| T , ч $N(1000)$, m^{-3} H , км | 00 2,45+10 483,0 | 02 1,43+10 568,6 | 04 7,50+09 814,5 | 06 1,53+10 571,9 | 08 3,87+10 414,9 | 10 5,34+10 383,0 |
| T , ч $N(1000)$, m^{-3} H , км | 12 5,56+10 383,7 | 14 5,63+10 386,1 | 16 6,73+10 368,6 | 18 8,57+10 344,5 | 20 5,77+10 379,8 | 22 3,70+10 427,8 |

Таблица Б.11

Долгота = 150°, $\bar{W} = 10$, $ND = 349$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| T , ч $N(1000)$, m^{-3} H , км | 00 2,61+10 450,6 | 02 1,54+10 539,0 | 04 6,45+09 820,6 | 06 1,58+10 533,4 | 08 3,79+10 400,3 | 10 5,54+10 364,6 |
| T , ч $N(1000)$, m^{-3} H , км | 12 5,39+10 368,6 | 14 5,93+10 366,1 | 16 6,73+10 355,1 | 18 8,55+10 332,9 | 20 6,03+10 361,0 | 22 4,26+10 392,7 |

Таблица Б.12

Долгота = 270°, $\bar{W} = 10$, $ND = 349$

| | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 3,00 + 10 490,4 | 02 1,36 + 10 680,7 | 04 8,07 + 09 915,3 | 06 2,20 + 10 547,2 | 08 4,46 + 10 430,0 | 10 7,08 + 10 380,0 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 7,13 + 10 384,5 | 14 7,24 + 10 386,6 | 16 8,37 + 10 372,4 | 18 1,11 + 11 344,0 | 20 7,88 + 10 373,7 | 22 5,23 + 10 415,6 |

Таблица Б.13

Долгота = 30°, $\bar{W} = 100$, $ND = 74$

| | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 7,95 + 10 372,6 | 02 5,32 + 10 414,3 | 04 4,29 + 10 441,5 | 06 4,57 + 10 434,6 | 08 6,44 + 10 395,7 | 10 1,10 + 11 345,9 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,34 + 11 333,6 | 14 1,25 + 11 342,6 | 16 1,44 + 11 331,4 | 18 2,49 + 11 291,2 | 20 2,06 + 11 301,4 | 22 1,22 + 11 337,4 |

Таблица Б.14

Долгота = 150°, $\bar{W} = 100$, $ND = 74$

| | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 9,73 + 10 345,7 | 02 6,18 + 10 387,0 | 04 4,90 + 10 413,0 | 06 5,20 + 10 407,3 | 08 6,93 + 10 378,8 | 10 1,24 + 11 329,8 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,48 + 11 319,5 | 14 1,31 + 11 331,8 | 16 1,51 + 11 321,5 | 18 2,77 + 11 280,0 | 20 2,48 + 11 284,4 | 22 1,54 + 11 312,6 |

Таблица Б.15

Долгота = 270°, $\bar{W} = 100$, $ND = 74$

| | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 9,28 + 10 371,6 | 02 6,10 + 10 415,4 | 04 4,81 + 10 446,1 | 06 5,56 + 10 427,7 | 08 7,41 + 10 396,4 | 10 1,27 + 11 346,3 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,64 + 11 328,8 | 14 1,38 + 11 346,4 | 16 1,54 + 11 338,0 | 18 2,96 + 11 289,4 | 20 2,16 + 11 308,0 | 22 1,32 + 11 343,3 |

Таблица Б.16

Долгота = 30°, $\bar{W} = 100$, $ND = 166$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 5,95+10 385,8 | 02 4,45+10 415,8 | 04 3,85+10 433,2 | 06 4,87+10 404,5 | 08 6,35+10 378,7 | 10 9,60+10 343,6 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,17+11 331,1 | 14 1,15+11 334,9 | 16 1,16+11 335,7 | 18 1,46+11 316,5 | 20 1,15+11 332,2 | 22 8,34+10 356,4 |

Таблица Б.17

Долгота = 150°, $\bar{W} = 100$, $ND = 166$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 7,43+10 362,6 | 02 5,57+10 388,7 | 04 4,79+10 404,6 | 06 5,47+10 390,8 | 08 6,77+10 371,9 | 10 9,82+10 341,6 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,11+11 335,1 | 14 1,14+11 335,9 | 16 1,21+11 331,9 | 18 1,66+11 307,0 | 20 1,35+11 319,9 | 22 1,01+11 339,0 |

Таблица Б.18

Долгота = 270°, $\bar{W} = 100$, $ND = 166$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 6,56+10 373,9 | 02 5,29+10 394,7 | 04 4,32+10 417,8 | 06 5,32+10 393,9 | 08 7,21+10 365,5 | 10 1,09+11 333,1 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,36+11 319,3 | 14 1,28+11 326,6 | 16 1,22+11 331,6 | 18 1,57+11 311,2 | 20 1,18+11 330,1 | 22 8,39+10 355,8 |

Таблица Б.19

Долгота = 30°, $\bar{W} = 100$, $ND = 258$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 6,81+10 389,0 | 02 4,93+10 423,8 | 04 3,94+10 453,8 | 06 4,51+10 436,1 | 08 6,36+10 396,8 | 10 1,13+11 343,4 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,37+11 331,3 | 14 1,24+11 342,5 | 16 1,32+11 338,2 | 18 1,62+11 320,8 | 20 1,26+11 338,2 | 22 9,14+10 363,4 |

40

Таблица Б.20

Долгота = 150°, $\bar{W} = 100$, $ND = 258$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 8,11+10 362,5 | 02 5,83+10 393,5 | 04 4,39+10 426,9 | 06 5,40+10 402,5 | 08 7,32+10 372,8 | 10 1,20+11 332,1 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,28+11 330,6 | 14 1,20+11 338,9 | 16 1,32+11 332,2 | 18 1,75+11 309,3 | 20 1,41+11 322,9 | 22 1,06+11 342,5 |

Таблица Б.21

Долгота = 270°, $\bar{W} = 100$, $ND = 258$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 7,68+10 391,4 | 02 5,73+10 422,7 | 04 4,25+10 464,2 | 06 5,60+10 425,8 | 08 7,84+10 389,1 | 10 1,31+11 345,3 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,77+11 322,4 | 14 1,56+11 335,4 | 16 1,57+11 336,0 | 18 1,91+11 319,1 | 20 1,21+11 355,0 | 22 8,86+10 381,2 |

Таблица Б.22

Долгота = 30°, $\bar{W} = 100$, $ND = 349$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 8,31+10 384,6 | 02 5,06+10 442,4 | 04 4,22+10 468,4 | 06 4,87+10 448,1 | 08 6,66+10 410,7 | 10 1,05+11 365,4 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,28+11 351,2 | 14 1,10+11 369,2 | 16 1,15+11 365,7 | 18 1,57+11 336,4 | 20 1,23+11 354,9 | 22 9,26+10 378,5 |

Таблица Б.23

Долгота = 150°, $\bar{W} = 100$, $ND = 349$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 1,06+11 346,6 | 02 6,26+10 395,0 | 04 4,81+10 426,3 | 06 5,69+10 406,6 | 08 6,99+10 386,9 | 10 1,11+11 345,6 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,36+11 332,8 | 14 1,25+11 342,7 | 16 1,18+11 349,3 | 18 1,66+11 319,8 | 20 1,50+11 324,9 | 22 1,23+11 336,8 |

Таблица Б.24

Долгота = 270°, $\bar{W} = 100$, $ND = 349$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 1,01+11 393,9 | 02 5,73+10 466,0 | 04 4,67+10 499,0 | 06 6,12+10 455,6 | 08 7,66+10 428,3 | 10 1,29+11 372,7 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,53+11 360,6 | 14 1,33+11 378,2 | 16 1,25+11 386,6 | 18 1,72+11 352,8 | 20 1,48+11 363,7 | 22 1,21+11 379,3 |

Таблица Б.25

Долгота = 30°, $\bar{W} = 150$, $ND = 74$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 1,07+11 351,0 | 02 7,07+10 389,3 | 04 6,41+10 398,9 | 06 6,65+10 396,4 | 08 7,65+10 384,9 | 10 1,42+11 331,2 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,90+11 312,5 | 14 1,72+11 322,6 | 16 1,91+11 315,5 | 18 3,75+11 271,6 | 20 3,22+11 278,2 | 22 1,69+11 317,4 |

Таблица Б.26

Долгота = 150°, $\bar{W} = 150$, $ND = 74$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 1,30+11 327,6 | 02 8,24+10 364,5 | 04 7,76+10 369,0 | 06 8,01+10 367,3 | 08 8,65+10 363,6 | 10 1,64+11 313,5 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 2,08+11 300,3 | 14 1,81+11 312,7 | 16 2,03+11 305,3 | 18 4,34+11 259,7 | 20 4,17+11 259,9 | 22 2,24+11 292,5 |

Таблица Б.27

Долгота = 270°, $\bar{W} = 150$, $ND = 74$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 1,34+11 344,9 | 02 8,44+10 386,5 | 04 7,50+10 398,3 | 06 8,30+10 388,4 | 08 8,72+10 387,3 | 10 1,64+11 331,5 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 2,57+11 301,8 | 14 2,07+11 319,9 | 16 2,03+11 322,3 | 18 4,31+11 272,4 | 20 3,21+11 287,5 | 22 1,83+11 322,8 |

Таблица Б.28

Долгота = 30°, $\bar{W} = 150$, $ND = 166$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 9,07+10 350,4 | 02 6,70+10 376,2 | 04 6,16+10 383,7 | 06 7,04+10 371,1 | 08 7,91+10 363,3 | 10 1,30+11 324,1 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,74+11 306,5 | 14 1,65+11 312,6 | 16 1,53+11 319,1 | 18 2,04+11 297,8 | 20 1,83+11 302,9 | 22 1,30+11 324,5 |

Таблица Б.29

Долгота = 150°, $\bar{W} = 150$, $ND = 166$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 1,10+11 333,4 | 02 8,23+10 355,8 | 04 7,76+10 359,9 | 06 8,40+10 353,8 | 08 8,98+10 351,3 | 10 1,40+11 318,7 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,70+11 307,7 | 14 1,67+11 311,7 | 16 1,61+11 315,4 | 18 2,31+11 289,7 | 20 2,18+11 291,2 | 22 1,58+11 309,6 |

Таблица Б.30

Долгота = 270°, $\bar{W} = 150$, $ND = 166$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 9,65+10 344,8 | 02 7,54+10 364,1 | 04 7,12+10 368,4 | 06 8,52+10 352,5 | 08 9,51+10 346,1 | 10 1,51+11 312,8 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 2,10+11 293,5 | 14 1,87+11 303,5 | 16 1,64+11 314,0 | 18 2,15+11 294,4 | 20 1,69+11 308,3 | 22 1,19+11 331,3 |

Таблица Б.31

Долгота = 30°, $\bar{W} = 150$, $ND = 258$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 9,46+10 362,5 | 02 6,76+10 394,1 | 04 6,18+10 402,9 | 06 6,56+10 397,5 | 08 7,79+10 382,5 | 10 1,52+11 325,3 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 2,05+11 306,8 | 14 1,79+11 318,9 | 16 1,82+11 318,9 | 18 2,35+11 299,7 | 20 1,91+11 311,9 | 22 1,29+11 338,9 |

Таблица Б.32

Долгота = 150°, $\bar{W} = 150$, $ND = 258$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 1,11+11 340,4 | 02 8,11+10 365,9 | 04 7,69+10 369,8 | 06 8,37+10 362,8 | 08 9,46+10 354,8 | 10 1,71+11 310,3 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 2,00+11 302,9 | 14 1,79+11 313,3 | 16 1,83+11 312,5 | 18 2,55+11 289,3 | 20 2,21+11 296,3 | 22 1,52+11 319,0 |

Таблица Б.33

Долгота = 270°, $\bar{W} = 150$, $ND = 258$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 1,10+11 362,1 | 02 8,03+10 391,5 | 04 7,05+10 405,1 | 06 8,69+10 382,6 | 08 1,00+11 371,4 | 10 1,88+11 320,4 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 2,98+11 291,6 | 14 2,44+11 307,3 | 16 2,20+11 315,7 | 18 2,77+11 298,6 | 20 1,70+11 332,2 | 22 1,20+11 359,1 |

Таблица Б.34

Долгота = 30°, $\bar{W} = 150$, $ND = 349$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 1,40+11 342,0 | 02 7,80+10 396,9 | 04 6,78+10 412,2 | 06 7,21+10 406,4 | 08 8,18+10 395,9 | 10 1,48+11 341,2 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 1,98+11 321,5 | 14 1,61+11 341,5 | 16 1,61+11 342,1 | 18 2,28+11 313,6 | 20 1,93+11 323,7 | 22 1,51+11 339,5 |

Таблица Б.35

Долгота = 150°, $\bar{W} = 150$, $ND = 349$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 00 1,77+11 310,8 | 02 9,25+10 361,7 | 04 8,14+10 373,2 | 06 8,88+10 365,8 | 08 8,98+10 368,6 | 10 1,56+11 324,2 |
| $T, \text{ч}$ $N(1000), \text{м}^{-3}$ $H, \text{км}$ | 12 2,14+11 304,4 | 14 1,90+11 315,5 | 16 1,65+11 327,3 | 18 2,43+11 298,2 | 20 2,53+11 293,3 | 22 2,10+11 302,2 |

Таблица Б.36

Долгота = 270°, $\bar{W} = 150$, $ND = 349$

| | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| T , ч $N(1000)$, m^{-3} H , км | 00 1,81+11 344,8 | 02 9,03+10 414,4 | 04 7,70+10 433,8 | 06 9,13+10 413,1 | 08 9,79+10 409,3 | 10 1,82+11 349,0 |
| T , ч $N(1000)$, m^{-3} H , км | 12 2,49+11 326,2 | 14 2,00+11 347,6 | 16 1,68+11 365,3 | 18 2,33+11 334,5 | 20 2,25+11 334,6 | 22 2,02+11 339,7 |

Примечание— В таблицах запись вида 2,02+11 означает $0,02 \cdot 10^{11}$

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

**ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ
КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ**

Примеры тестовых расчетов по модели средних за месяц значений концентрации электронов N над геомагнитным экватором на фиксированных высотах 1000—20 000 км.

Таблица В.1

Долгота = 30° , $\bar{W} = 10$, $ND = 74$

| Высота, км | N на фиксированных высотах, m^{-3} , для местного времени, ч | | | | | |
|------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 00 | 04 | 08 | 12 | 16 | 20 |
| 1000 | $3,72+10$ | $1,17+10$ | $4,02+10$ | $6,55+10$ | $8,88+10$ | $9,91+10$ |
| 1200 | $2,62+10$ | $9,24+09$ | $2,80+10$ | $4,38+10$ | $5,78+10$ | $6,35+10$ |
| 1400 | $1,91+10$ | $7,48+09$ | $2,03+10$ | $3,06+10$ | $3,94+10$ | $4,26+10$ |
| 1600 | $1,43+10$ | $6,18+09$ | $1,52+10$ | $2,21+10$ | $2,78+10$ | $2,97+10$ |
| 1800 | $1,11+10$ | $5,20+09$ | $1,17+10$ | $1,65+10$ | $2,04+10$ | $2,15+10$ |
| 2000 | $5,43+09$ | $4,46+09$ | $9,20+09$ | $1,27+10$ | $1,54+10$ | $1,60+10$ |
| 2500 | $1,43+09$ | $3,22+09$ | $5,61+09$ | $7,31+09$ | $8,54+09$ | $8,71+09$ |
| 3000 | $3,73+09$ | $2,51+09$ | $3,82+09$ | $4,77+09$ | $5,41+09$ | $5,42+09$ |
| 4000 | $2,23+09$ | $1,77+09$ | $2,25+09$ | $2,65+09$ | $2,89+09$ | $2,82+09$ |
| 5000 | $1,64+09$ | $1,44+09$ | $1,65+09$ | $1,86+09$ | $1,99+09$ | $1,92+09$ |
| 6000 | $1,37+09$ | $1,28+09$ | $1,38+09$ | $1,53+09$ | $1,61+09$ | $1,54+09$ |
| 7000 | $1,25+09$ | $1,19+09$ | $1,25+09$ | $1,38+09$ | $1,45+09$ | $1,38+09$ |
| 8000 | $1,15+09$ | $1,09+09$ | $1,15+09$ | $1,27+09$ | $1,33+09$ | $1,27+09$ |
| 9000 | $1,05+09$ | $9,97+08$ | $1,05+09$ | $1,16+09$ | $1,22+09$ | $1,16+09$ |
| 10000 | $9,56+08$ | $9,06+08$ | $9,56+08$ | $1,06+09$ | $1,11+09$ | $1,06+09$ |
| 12000 | $7,75+08$ | $7,34+08$ | $7,75+08$ | $8,56+08$ | $8,97+08$ | $8,56+08$ |
| 14000 | $6,15+08$ | $5,83+08$ | $6,15+08$ | $6,80+08$ | $7,12+08$ | $6,80+08$ |
| 16000 | $4,84+08$ | $4,59+08$ | $4,84+08$ | $5,35+08$ | $5,60+08$ | $5,35+08$ |
| 18000 | $3,80+08$ | $3,60+08$ | $3,80+08$ | $4,20+08$ | $4,40+08$ | $4,20+08$ |
| 20000 | $2,98+08$ | $2,82+08$ | $2,98+08$ | $3,29+08$ | $3,45+08$ | $3,29+08$ |

Таблица В.2

Долгота = 270°, $\bar{W} = 150$, $ND = 166$

| Высота, км | N на фиксированных высотах, м^{-1} , для местного времени, ч | | | | | |
|------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 00 | 04 | 08 | 12 | 16 | 20 |
| 1000 | 9,65 + 10 | 7,12 + 10 | 9,51 + 10 | 2,10 + 11 | 1,64 + 11 | 1,69 + 11 |
| 1200 | 6,40 + 10 | 4,85 + 10 | 6,32 + 10 | 1,30 + 11 | 1,04 + 11 | 1,07 + 11 |
| 1400 | 4,42 + 10 | 3,43 + 10 | 4,37 + 10 | 8,41 + 10 | 6,96 + 10 | 7,07 + 10 |
| 1600 | 3,17 + 10 | 2,52 + 10 | 3,14 + 10 | 5,69 + 10 | 4,84 + 10 | 4,88 + 10 |
| 1800 | 2,35 + 10 | 1,90 + 10 | 2,33 + 10 | 4,01 + 10 | 3,48 + 10 | 3,49 + 10 |
| 2000 | 1,80 + 10 | 1,48 + 10 | 1,78 + 10 | 2,92 + 10 | 2,59 + 10 | 2,58 + 10 |
| 2500 | 1,02 + 10 | 8,72 + 09 | 1,02 + 10 | 1,51 + 10 | 1,39 + 10 | 1,37 + 10 |
| 3000 | 6,61 + 09 | 5,79 + 09 | 6,58 + 09 | 9,02 + 09 | 8,62 + 09 | 8,43 + 09 |
| 4000 | 3,62 + 09 | 3,30 + 09 | 3,61 + 09 | 4,45 + 09 | 4,45 + 09 | 4,30 + 09 |
| 5000 | 2,53 + 09 | 2,36 + 09 | 2,53 + 09 | 2,92 + 09 | 3,00 + 09 | 2,88 + 09 |
| 6000 | 2,06 + 09 | 1,95 + 09 | 2,06 + 09 | 2,30 + 09 | 2,40 + 09 | 2,29 + 09 |
| 7000 | 1,81 + 09 | 1,72 + 09 | 1,81 + 09 | 2,01 + 09 | 2,10 + 09 | 2,01 + 09 |
| 8000 | 1,60 + 09 | 1,52 + 09 | 1,60 + 09 | 1,77 + 09 | 1,85 + 09 | 1,77 + 09 |
| 9000 | 1,41 + 09 | 1,34 + 09 | 1,41 + 09 | 1,56 + 09 | 1,63 + 09 | 1,56 + 09 |
| 10000 | 1,24 + 09 | 1,18 + 09 | 1,24 + 09 | 1,37 + 09 | 1,44 + 09 | 1,37 + 09 |
| 12000 | 9,65 + 08 | 9,14 + 08 | 9,65 + 08 | 1,07 + 09 | 1,12 + 09 | 1,07 + 09 |
| 14000 | 7,49 + 08 | 7,10 + 08 | 7,49 + 08 | 8,28 + 08 | 8,68 + 08 | 8,28 + 08 |
| 16000 | 5,82 + 08 | 5,51 + 08 | 5,82 + 08 | 6,43 + 08 | 6,74 + 08 | 6,43 + 08 |
| 18000 | 4,52 + 08 | 4,28 + 08 | 4,52 + 08 | 5,00 + 08 | 5,23 + 08 | 5,00 + 08 |
| 20000 | 3,51 + 08 | 3,33 + 08 | 3,51 + 08 | 3,88 + 08 | 4,06 + 08 | 3,88 + 08 |

Ключевые слова: ионосфера Земли верхняя, концентрация электронов, геомагнитный экватор, солнечная активность, радиосвязь, радионавигация

Редактор Р. С. Федорова
Технический редактор В. Н. Прусакова
Корректор М. С. Кабашова

Сдано в набор 24.11.94. Подп. в печ. 08.01.95. Усл. печ. л. 1,40. Усл. кр.-отт. 1,40.
Уч.-изд. л. 1,10. Тир. 233 экз. © 1974.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, Москва, 107076, Колодезный пер., 14
Тираж «Московский печатник», Москва, Лялин пер., 6. Зак. 350