

25645.135-86



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР

# ПОЛЕ МАГНИТНОЕ МЕЖПЛАНЕТНОЕ

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ МОДЕЛЬ РЕГУЛЯРНОГО ПОЛЯ

ГОСТ 25645.135-86

Издание официальное

3  
Цена 3 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ

Москва



## ИСПОЛНИТЕЛИ:

С. И. Аядюшни, д-р техн. наук; А. Е. Антонова, канд. физ.-мат. наук;  
Ю. А. Винтенко, канд. техн. наук; Е. В. Горчаков, д-р физ.-мат. наук;  
В. И. Домри, канд. физ.-мат. наук; Е. Г. Ерошенко, канд. физ.-мат. наук;  
Г. А. Жеребцов, д-р физ.-мат. наук; И. П. Иваненко, д-р физ.-мат. наук;  
В. А. Коваленко, канд. физ.-мат. наук; Н. П. Коржов; Е. Н. Лесновский,  
канд. техн. наук; В. В. Мигулин, чл.-кор. АН СССР; И. Я. Ремизов, канд.  
техн. наук; Н. М. Руднева, канд. физ.-мат. наук; П. М. Свицкий, канд.  
физ.-мат. наук; Л. Н. Степанова; И. Б. Теплов, д-р физ.-мат. наук;  
М. В. Терновская, канд. физ.-мат. наук

**СОГЛАСОВАНО** с Государственной службой стандартных справочных данных [протокол от 11 ноября 1985 г. № 22]

**УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 27 марта 1986 г. № 715

Редактор *А. И. Ломина*  
Технический редактор *Н. В. Белякова*  
Корректор *В. И. Варенцова*

Сдано в наб. 16.04.86 Подп. в печ. 26.06.86 0,75 усл. п. л. 0,75 усл. кр.-отт. 0,54 уч.-изд. л.  
Тир. 6.000 Цена 3 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер. 3  
Тип «Московский печатник», Москва, Ляля пер., 6. Зак. 2190

## ПОЛЕ МАГНИТНОЕ МЕЖПЛАНЕТНОЕ

Пространственная модель регулярного поля

Interplanetary Magnetic Field.  
Spatial model of regular field

ГОСТ

25645.135-86

ОКСТУ 0080

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 27 марта 1986 г. № 715 срок введения установлен

с 01.07.87

1. Настоящий стандарт устанавливает пространственную модель регулярного межпланетного магнитного поля (ММП) в плоскости эклиптики на гелиоцентрических расстояниях от 0,3 до 10 астрономических единиц (а. е.).

Стандарт предназначен для использования в расчетах при определении условий функционирования технических устройств в космическом пространстве.

2. Пространственная модель регулярного ММП построена в гелиоцентрической системе координат в предположении радиального сферически симметричного истечения солнечного ветра с постоянной скоростью.

3. Магнитную индукцию регулярного межпланетного магнитного поля в сферической гелиоцентрической системе координат представляют в виде вектора  $\vec{B}$ , разложенного на радиальную  $B_r$ , меридиональную  $B_\theta$  и азимутальную  $B_\phi$  составляющие.

4. Магнитную индукцию регулярного ММП оценивают вектором магнитной индукции межпланетного поля  $\vec{B}(r, t)$ , усредненным по времени за одни сутки.

Изменение вектора индукции ММП  $\vec{B}$  за один оборот Солнца вблизи максимума солнечной активности, в ходе 11-летнего цикла солнечной активности, а также относительная частота появления среднесуточных значений индукции в минимуме и максимуме солнечной активности приведены в справочном приложении 1.

Издание официальное

Перепечатка воспрещена



©Издательство стандартов, 1986

5. В модели меридиональную составляющую  $B_\theta$  принимают равной нулю, а радиальную составляющую  $B_r$  и азимутальную составляющую  $B_\varphi$  считают не зависящими от времени и вычисляют по формулам

$$|B_r| = B_0 \left( \frac{r_0}{r} \right)^2, \quad (1)$$

$$|B_\varphi| = B_0 \frac{r_0^2 \Omega}{V r} \sin \theta, \quad (2)$$

где  $r_0$  — гелиоцентрическое расстояние, равное 1 а. е. (расстояние от Солнца до Земли);

$r$  — гелиоцентрическое расстояние, а. е.;

$B_0$  — среднее значение радиальной составляющей  $B_r$  на орбите Земли, равное 3,54 нТл в минимуме солнечной активности и 4,95 нТл в максимуме;

$\theta$  — полярный угол, отсчитываемый от оси вращения Солнца, рад.;

$\Omega$  — угловая скорость вращения Солнца, равная  $2,7 \cdot 10^{-6}$  рад/с;

$V$  — средняя скорость солнечного ветра, м/с, — по ГОСТ 25645.136—86.

6. Модуль вектора индукции регулярного ММП  $|\vec{B}|$ , нТл, вычисляют по формуле

$$|\vec{B}| = B_0 \left( \frac{r_0}{r} \right)^2 \cdot \left[ 1 + \left( \frac{r}{r_0} \right)^2 \right]^{1/2}. \quad (3)$$

Значения средней индукции регулярного ММП на различных расстояниях от Солнца в минимуме и максимуме солнечной активности приведены в справочном приложении 2.

7. Силовые линии ММП имеют вид спиралей Архимеда, закрученных против вращения Солнца. Угол наклона спирали относительно радиального направления на орбите Земли в среднем равен  $45^\circ$ .

8. Направление регулярного ММП определяется вращающейся вместе с Солнцем секторной структурой. Вблизи плоскости эклиптики наблюдается четное число секторов (обычно два или четыре), в которых магнитное поле направлено к Солнцу или от Солнца.

Вид силовых линий регулярного ММП и секторная структура ММП приведены в справочном приложении 3.

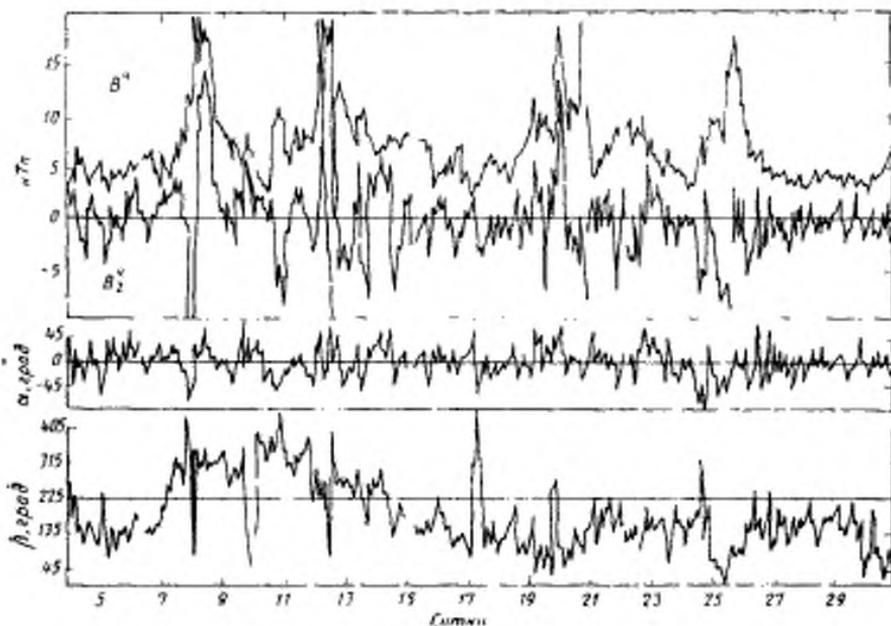
9. Сравнение пространственной модели регулярного ММП с результатами измерений на различных космических аппаратах на гелиоцентрических расстояниях от 0,3 до 5 а. е. приведено в справочном приложении 4.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Справочное

## ИЗМЕНЕНИЕ ВЕКТОРА ИНДУКЦИИ ММП

Пример изменения вектора индукции ММП на орбите Земли за один оборот Солнца приведен на черт. 1 в геоцентрической солнечно-эклиптической системе координат.



$B_z^v$  — среднечасовое значение индукции ММП, нТл;

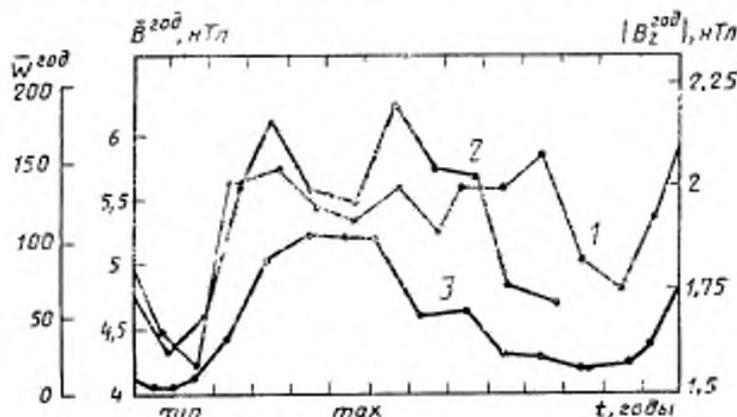
$\alpha$  — угол между вектором ММП и плоскостью эклиптики, град;

$\beta$  — угол между проекциями на плоскость эклиптики вектора ММП и направления из точки наблюдения на Солнце, град.

$B_z^v$  — среднечасовая z-составляющая индукции ММП в геоцентрической-магнитно-сферной системе координат.

Черт. 1

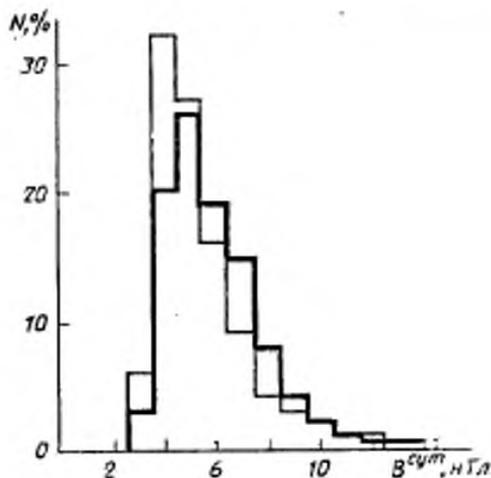
2. Изменение среднего значения индукции ММП  $B$  и модуля составляющей  $B_z$  на орбите Земли в зависимости от фазы солнечной активности в ходе 11-летнего цикла солнечной активности приведено на черт. 2.



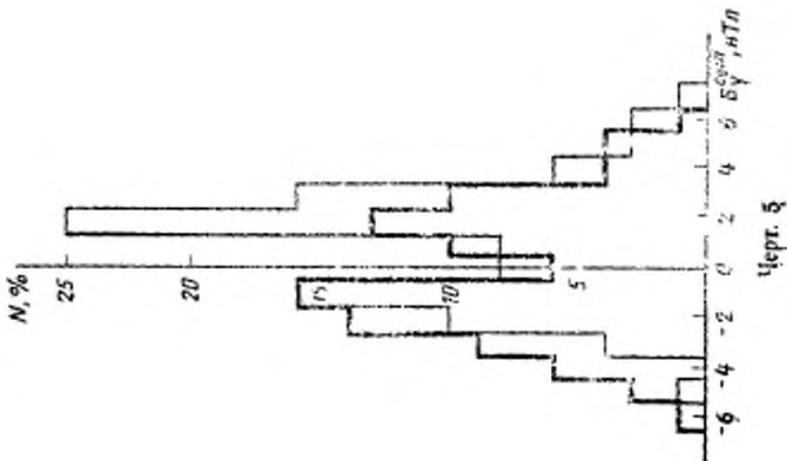
1 — среднегодовая индукция ММП  $B^{\text{год}}$ , нТл;  
2 — среднегодовое значение модуля  $Z$ -составляющей ММП  $B_z^{\text{год}}$ , нТл; 3 — среднегодовое число Вольфа  $W^{\text{год}}$  — по ГОСТ 25645.302—83.

Черт. 2

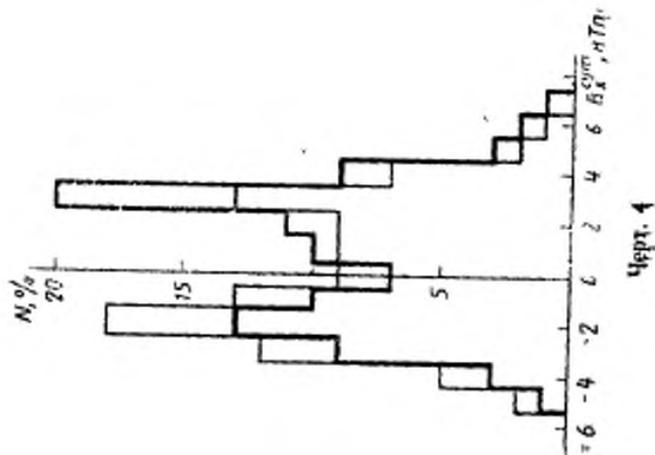
3. Гистограммы распределения вероятности наблюдения среднесуточных значений модуля и составляющих индукции ММП в минимуме и максимуме солнечной активности приведены на черт. 3—6.



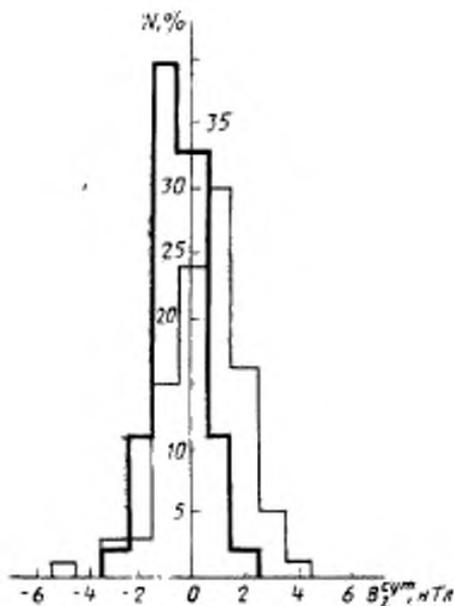
Черт. 3



сrp. 5



сrp. 4



Черт. 6

где тонкая линия — вероятность наблюдения в минимуме солнечной активности, а толстая — в максимуме солнечной активности;

$N$  — отношение времени наблюдения данного значения ко всему интервалу измерений ММП, %;

$B^{СУТ}$  — среднесуточное значение модуля индукции ММП, нТл;

$B_X^{СУТ}$ ,  $B_Y^{СУТ}$ ,  $B_Z^{СУТ}$  — среднесуточные значения составляющих вектора индукции ММП в солнечно-магнитосферной системе координат, нТл.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
Справочное

**СРЕДНЯЯ ИНДУКЦИЯ РЕГУЛЯРНОГО ММП НА РАЗЛИЧНЫХ  
РАССТОЯНИЯХ ОТ СОЛНЦА**

В таблице приведены вычисленные по формуле (3) настоящего стандарта средние значения индукции регулярного ММП в минимуме  $B^{\min}$  и максимуме  $B^{\max}$  солнечной активности на различных гелиоцентрических расстояниях.

Расстояние, а. е.	$B^{\min}$ , нТл	$B^{\max}$ , нТл
0,3	41,01	57,42
1,0	5,00	7,00
3,0	1,24	1,74
5,0	0,72	1,01
7,0	0,51	0,71
10,0	0,36	0,50

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**  
Справочное

**СТРУКТУРА РЕГУЛЯРНОГО ММП В МОДЕЛИ**

В модели регулярного ММП полагают, что основания силовых линий ММП жестко связаны с вращающимся Солнцем.

Условие совместного вращения магнитного поля с Солнцем задается уравнением

$$V \sin \varphi = \Omega \cdot r \cdot \cos \varphi,$$

где  $\varphi$  — угол между радиальным направлением и касательной к силовой линии магнитного поля в данной точке.

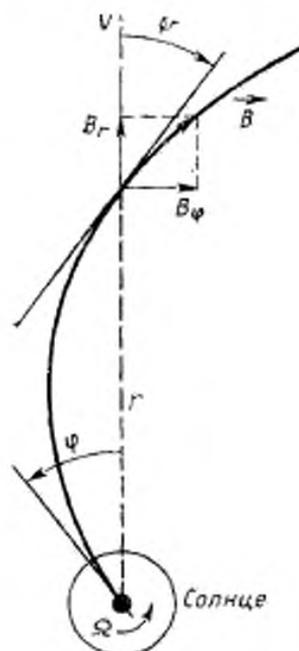
Вид силовой линии ММП представлен на черт. 1.

При постоянных скоростях  $\Omega$  и  $V$  магнитные силовые линии определяются уравнениями:

$$r - \frac{V}{\Omega} \varphi = \text{const},$$

$$\theta = \text{const}.$$

При  $\theta = 90^\circ$  силовые линии ММП располагаются в плоскости гелиоэкватора.



Черт. 1

При других значениях полярного угла  $\theta$  витки спирали располагаются на поверхности конуса  $\theta = \text{const}$ .

Наклон спирали относительно радиального направления вычисляют по формуле

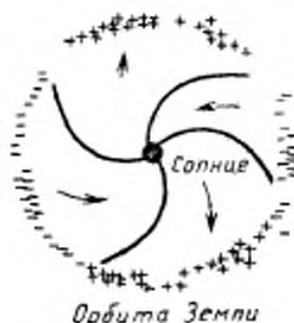
$$\varphi = \text{arctg} \left( \frac{B_\varphi}{B_r} \right) = \text{arctg} \left( \frac{r \cdot \Omega}{V} \sin \theta \right).$$

На орбите Земли при скорости солнечного ветра  $V$ , равной  $4 \cdot 10^5$  м/с, и  $\frac{r \cdot \Omega}{V}$ , равной 1, абсолютное значение  $\varphi$  равно  $45^\circ$ .

2. Секторная структура ММП вращается вместе с Солнцем со средним периодом обращения 27 сут.

Индукция ММП достигает максимума при пересечении границы сектора и уменьшается внутри сектора.

Схематическое представление секторной структуры ММП показано на черт. 2.



где знак «+» соответствует направлению ММП от Солнца;  
 знак «-» соответствует направлению ММП к Солнцу;  
 направление ММП показано внутри каждого сектора стрелкой;  
 граница секторов показана сплошной линией.

Черт. 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
 Справочное

СРАВНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ РЕГУЛЯРНОГО ММП  
 С РЕЗУЛЬТАТАМИ ИЗМЕРЕНИЯ

1. Результаты обработки измерений радиальной составляющей  $B_r$  и азимутальной составляющей  $B_\varphi$  приведены в таблице. Зависимость составляющих ММП от гелиоцентрического расстояния определяется формулами:

$$B_r = A_r \left( \frac{r}{r_0} \right)^{C_r}, \quad (1)$$

$$B_\varphi = A_\varphi \left( \frac{r}{r_0} \right)^{C_\varphi}, \quad (2)$$

где  $A_r$  и  $A_\varphi$  — коэффициенты для радиальной азимутальной составляющих, нТл;

$C_r$  и  $C_\varphi$  — показатели степени, радиальной зависимости составляющих  $B_r$  и  $B_\varphi$ ; в модели регулярного ММП  $C_r = -2$ ,  $C_\varphi = -1$ .

Год	V, м/с	r, в. в.	A <sub>г</sub> , в/г		C <sub>г</sub>		A <sub>р</sub> , в/г		C <sub>р</sub>	
			Среднее значение	Дисперсия	Среднее значение	Дисперсия	Среднее значение	Дисперсия	Среднее значение	Дисперсия
1965		0,81-1,00	—	—	-2,00	0,20	—	—	-2,50	0,20
1967		0,66-1,00	3,50	0,31	-1,78	0,02	3,23	0,26	-1,85	0,02
1973	Весь диапазон зон измерения	0,46-1,00	3,12	0,62	-1,96	0,31	2,49	0,51	-1,29	0,36
1964		1,00-1,50	2,39	0,17	-1,46	0,02	2,50	0,52	-1,25	0,02
1972		1,00-5,00	2,11	0,55	-2,10	0,30	3,93	0,29	-1,29	0,06
1975			2,65	0,17	-2,00	0,09	2,62	0,18	-1,09	0,10
1975	<5·10 <sup>5</sup>		2,35	0,17	-1,94	0,10	2,28	0,22	-1,27	0,14
1975	>6·10 <sup>5</sup>		2,78	0,16	-1,92	0,11	2,26	0,22	-1,08	0,13
1976	Весь диапазон зон измерения	0,30-1,00	2,77	0,16	-1,97	0,06	2,43	0,11	-1,14	0,08
1976	>5·10 <sup>5</sup>		2,77	0,10	-1,97	0,05	2,96	0,34	-1,07	0,20
1976	<4,5·10 <sup>5</sup>		2,47	0,23	-2,02	0,16	2,19	0,10	-1,13	0,07
1977- 1979	Весь диапазон зон измерения	1,00-5,00	—	—	-1,52	0,05	—	—	-0,56±-1,20	—