

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. Аядюшин, 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. Домрин, 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. Сандский, 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. 28.06.86 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_θ и азимутальную B_ϕ 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_θ принимают равной нулю, а радиальную составляющую B_r и азимутальную составляющую B_φ 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;

θ — полярный угол, отсчитываемый от оси вращения Солнца, рад.;

Ω — 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° .

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.

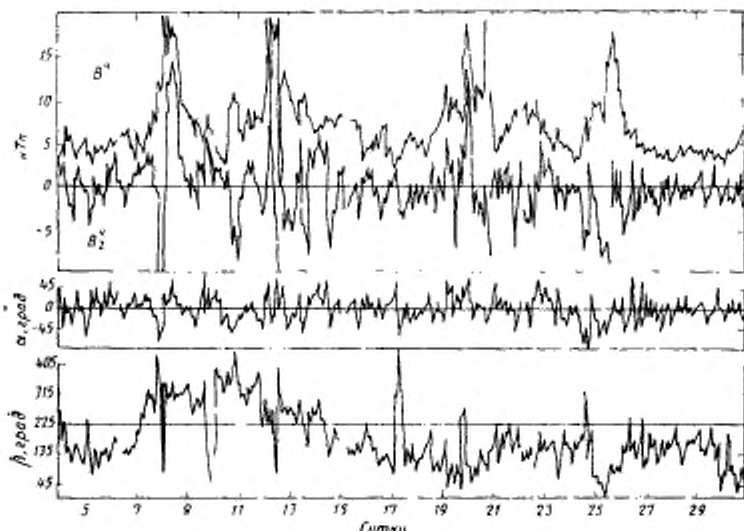
9. Сравнение пространственной модели регулярного ММП с результатами измерений на различных космических аппаратах на гелиоцентрических расстояниях от 0,3 до 5 а. е. приведено в справочном приложении 4.

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^u — среднечасовое значение индукции ММП, нТл;

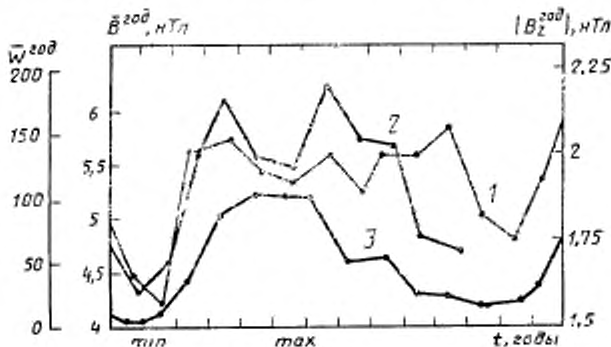
α — угол между вектором ММП и плоскостью эклиптики, град;

β — угол между проекциями на плоскость эклиптики вектора ММП и направления из точки наблюдения на Солнце, град;

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

Черт. 1

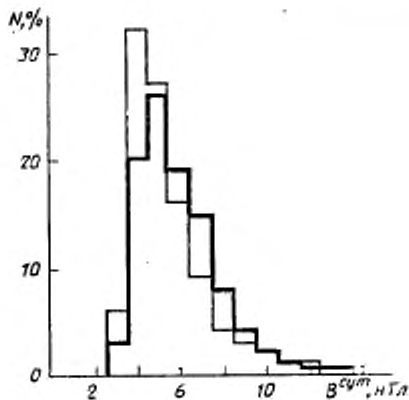
2. Изменение среднего значения индукции ММП B и модуля составляющей B_z на орбите Земли в зависимости от фазы солнечной активности в ходе 11-летнего цикла солнечной активности приведено на черт. 2.



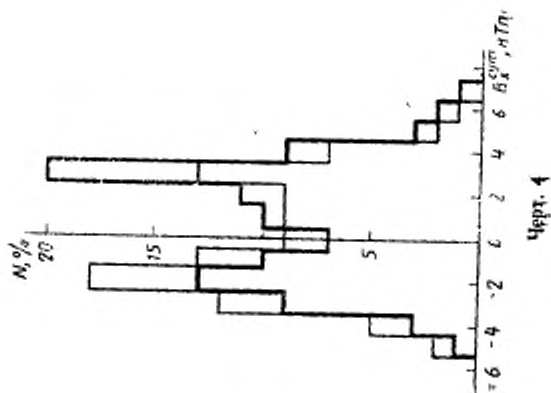
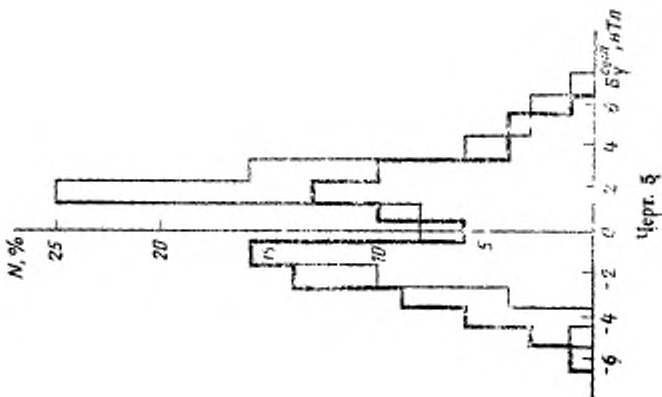
1 — среднегодовая индукция ММП $B^{\text{год}}$, нТл;
 2 — среднегодовое значение модуля Z -составляющей ММП $B_z^{\text{год}}$, нТл; 3 — среднегодовое число Вольфа $W^{\text{год}}$ — по ГОСТ 25645.302—83.

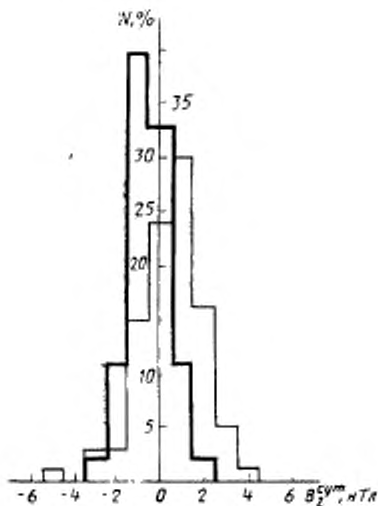
Черт. 2

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





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 φ — угол между радиальным направлением и касательной к силовой линии магнитного поля в данной точке.

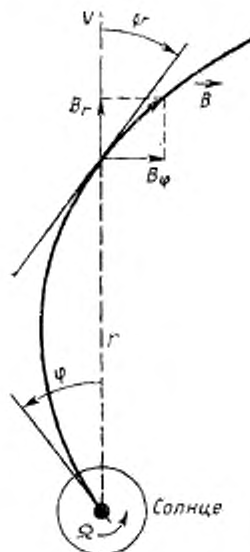
Вид силовой линии ММП представлен на черт. 1.

При постоянных скоростях Ω 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 θ витки спирали располагаются на поверхности конуса $\theta = \text{const}$.

Наклон спирали относительно радиального направления вычисляют по формуле

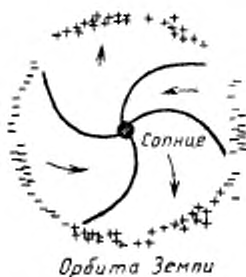
$$\varphi = \arctg\left(\frac{B_\varphi}{B_r}\right) = \arctg\left(\frac{r \cdot \Omega}{V} \sin \theta\right).$$

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 φ равно 45° .

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.



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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Справочное

СРАВНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ РЕГУЛЯРНОГО ММП С РЕЗУЛЬТАТАМИ ИЗМЕРЕНИЙ

1. Результаты обработки измерений радиальной составляющей B_r и азимутальной составляющей B_φ 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_φ — коэффициенты для радиальной азимутальной составляющих, нТл;

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

Год	V, м/с	r, в. в.	A _р , мТл		C _r		A _ф , мТл		C _ф	
			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 изменений	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 ⁴		2,35	0,17	-1,94	0,10	2,28	0,22	-1,27	0,14
1975	>6·10 ⁴		2,78	0,16	-1,92	0,11	2,26	0,22	-1,08	0,13
1976	Весь диапазон изменений	0,30-1,00	2,77	0,16	-1,97	0,06	2,43	0,11	-1,14	0,08
1976	>5·10 ⁴		2,77	0,10	-1,97	0,05	2,96	0,34	-1,07	0,20
1976	<4,5·10 ⁵		2,47	0,23	-2,02	0,16	2,19	0,10	-1,13	0,07
1977-1979	Весь диапазон изменений	1,00-5,00	—	—	-1,52	0,05	—	—	-0,56+-1,20	—