



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР**

---

# **ПОЛЕ МАГНИТНОЕ МЕЖПЛАНЕТНОЕ**

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ МОДЕЛЬ РЕГУЛЯРНОГО ПОЛЯ**

**ГОСТ 25645.135—86**

**Издание официальное**

**Цена 3 коп.**

## **ИСПОЛНИТЕЛИ:**

**С. И. Авдюшин**, 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. Свидский**, 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, Лялин 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  $B_\varphi$  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.

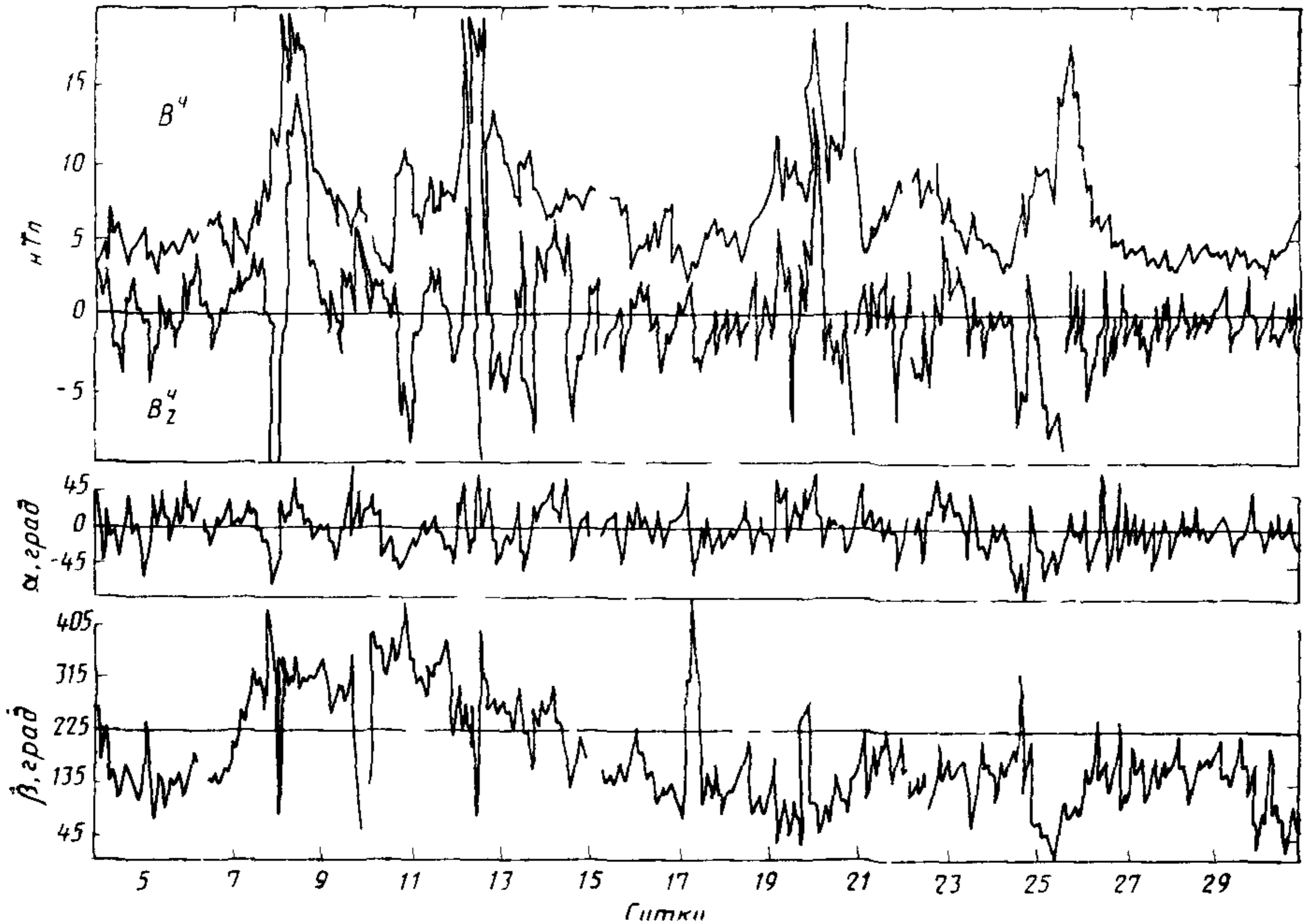
Вид силовых линий регулярного ММП и секторная структура ММП приведены в справочном приложении 3.

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

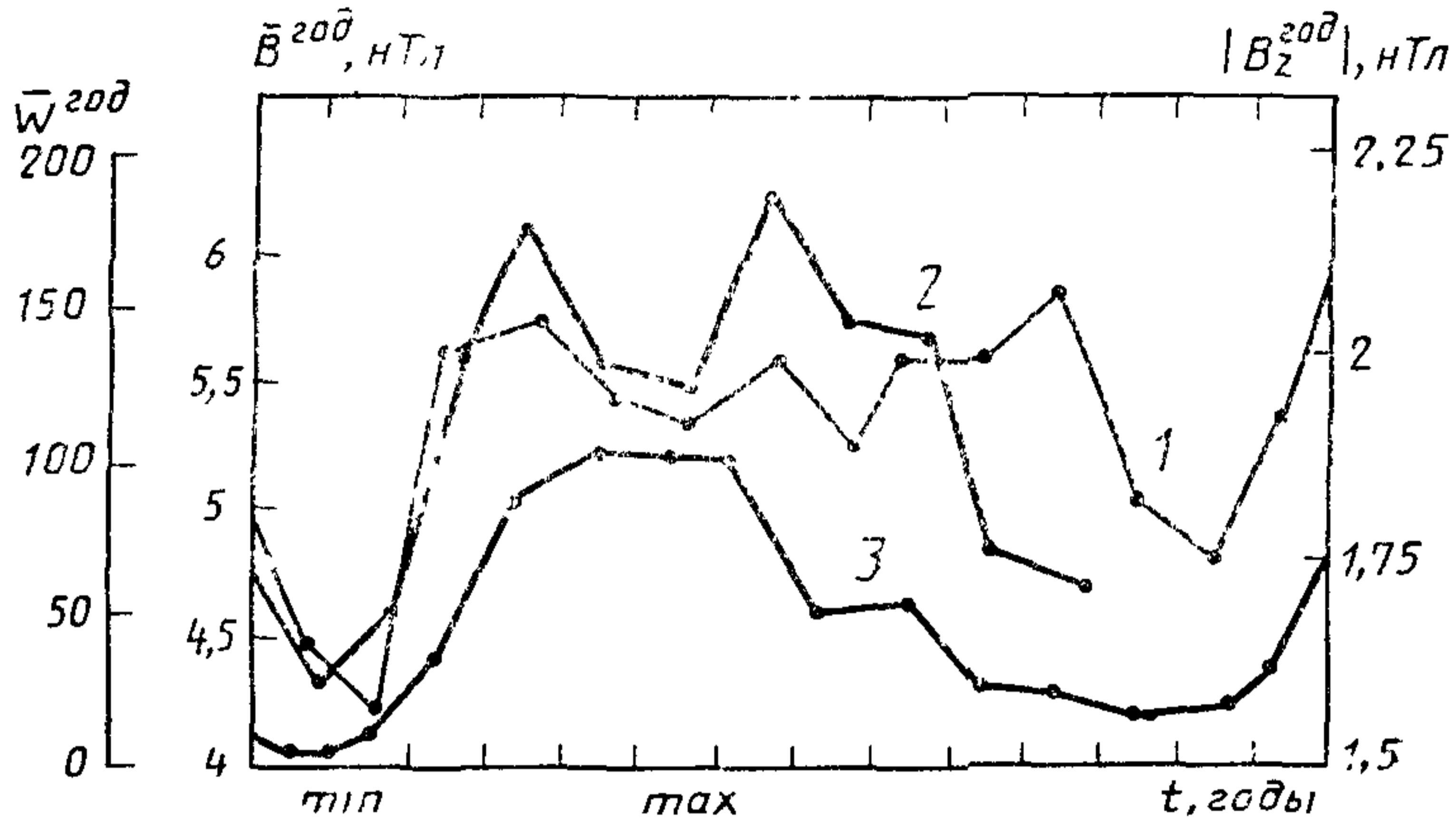
Пример изменения вектора индукции ММП на орбите Земли за один оборот Солнца приведен на черт. 1 в геоцентрической солнечно-эклиптической системе координат.



- $B^y$  — 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;  
 $B_z^y$  — среднечасовая z-составляющая индукции ММП в геоцентрической-магнитосферной системе координат.

Черт. 1

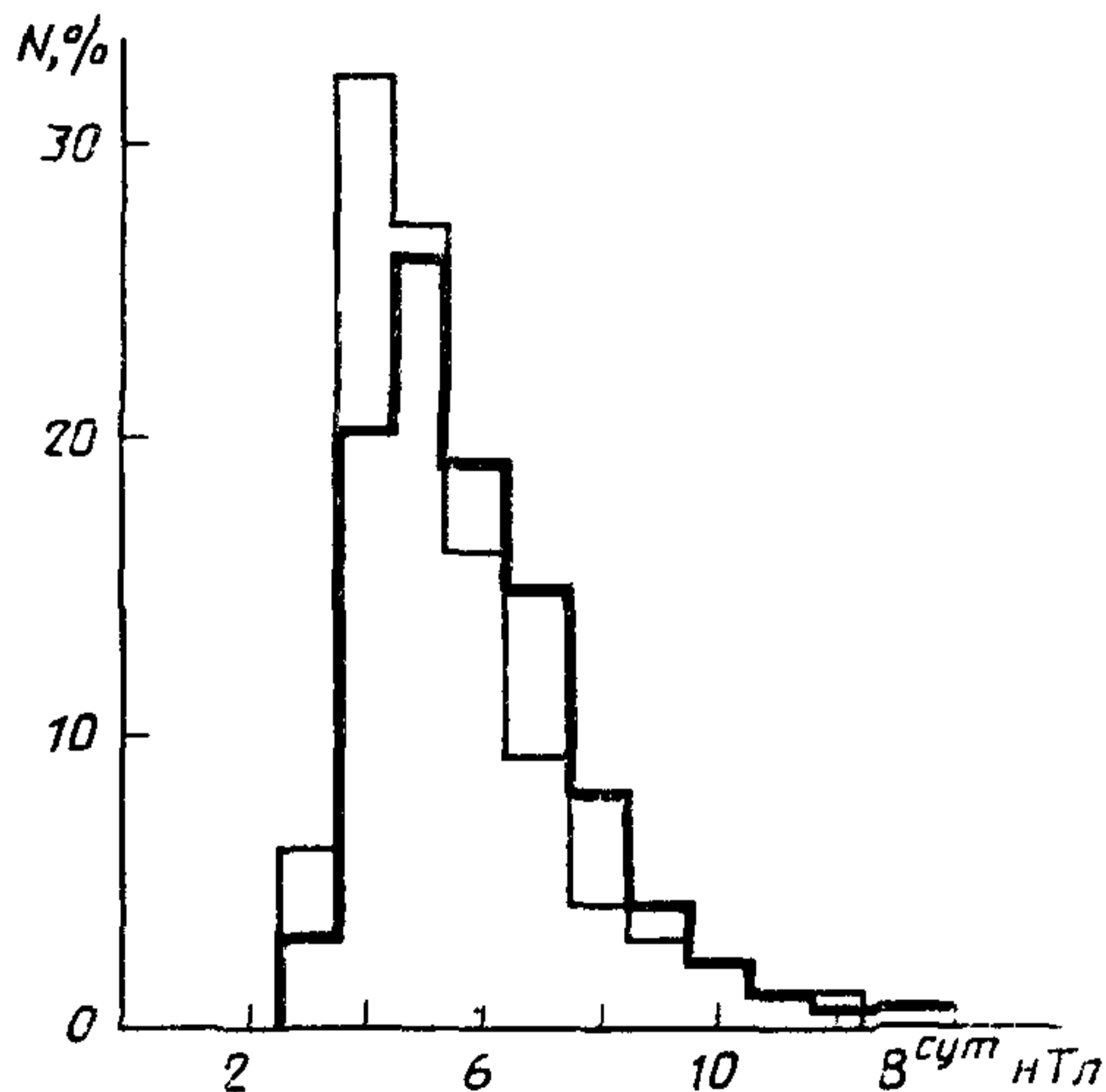
2. Изменение среднего значения индукции ММП  $B$  и модуля составляющей  $B_z$  на орбите Земли в зависимости от фазы солнечной активности в ходе 11-летнего цикла солнечной активности приведено на черт. 2.



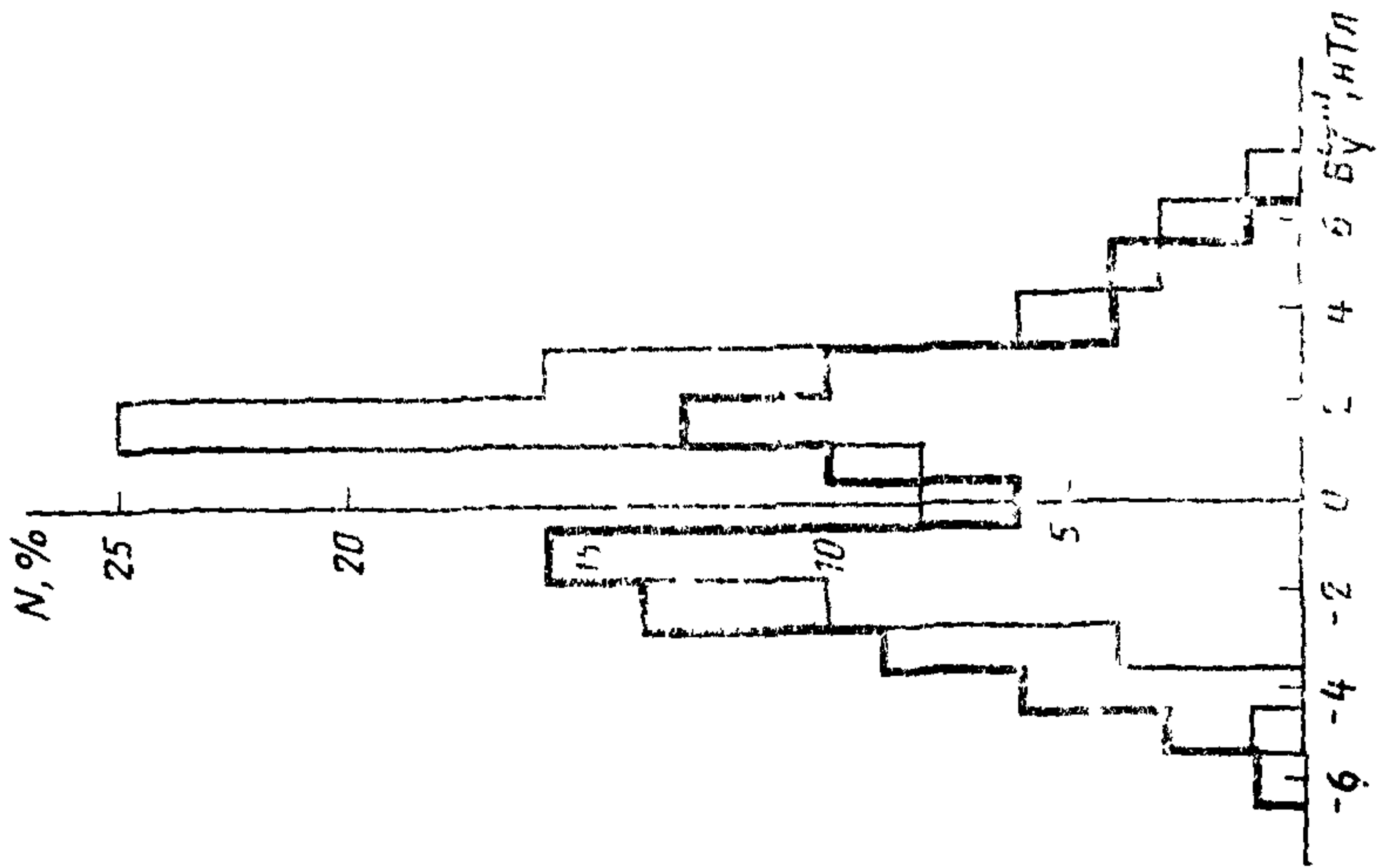
1 — среднегодовая индукция ММП  $B^{год}$ , нТл;  
 2 — среднегодовое значение модуля  $Z$ -составляющей ММП  $B_z^{год}$  нТл; 3 — среднегодовое число Вольфа  $W^{год}$  — по ГОСТ 25645 302—83.

Черт. 2

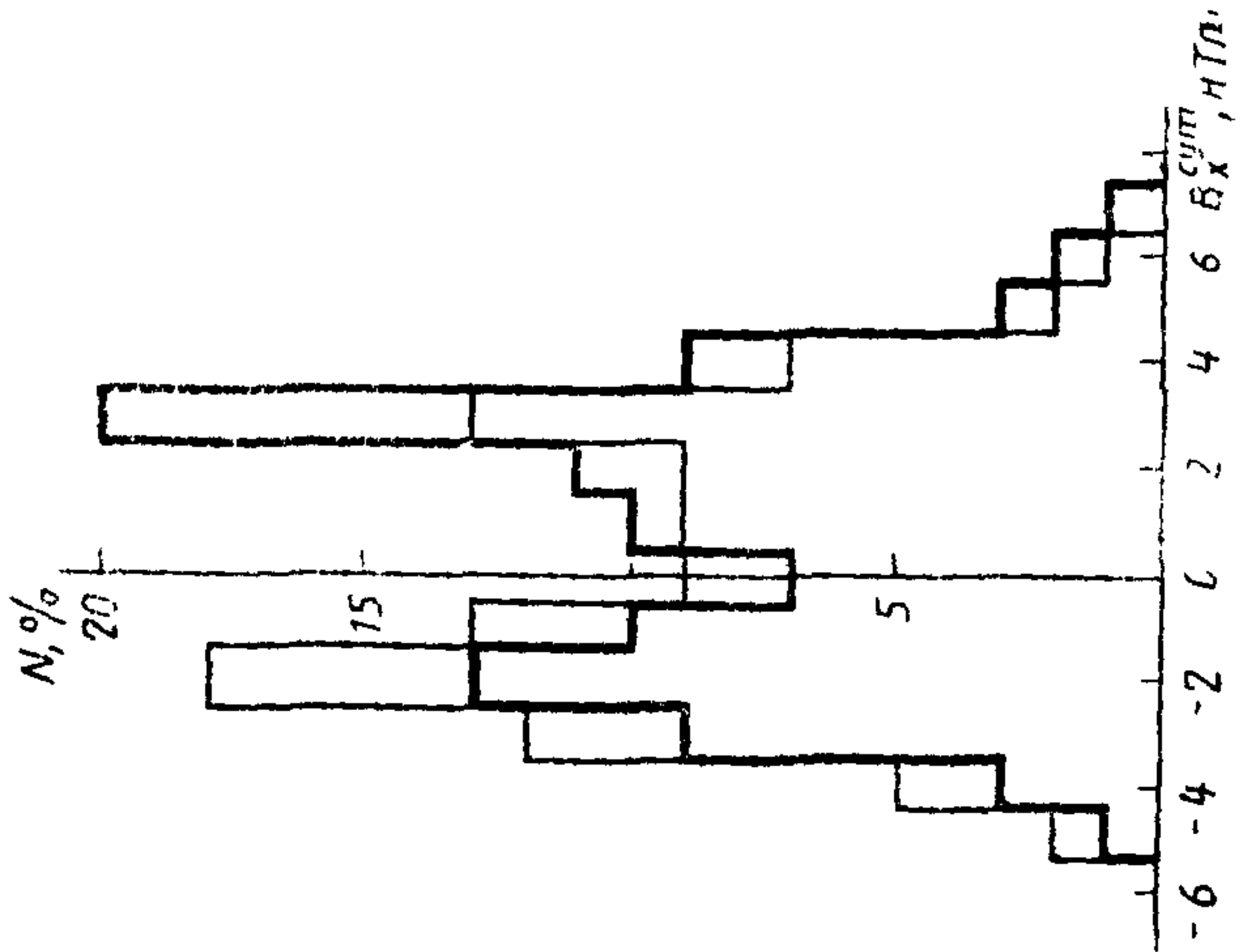
3. Гистограммы распределения вероятности наблюдения среднесуточных значений модуля и составляющих индукции ММП в минимуме и максимуме солнечной активности приведены на черт. 3—6.



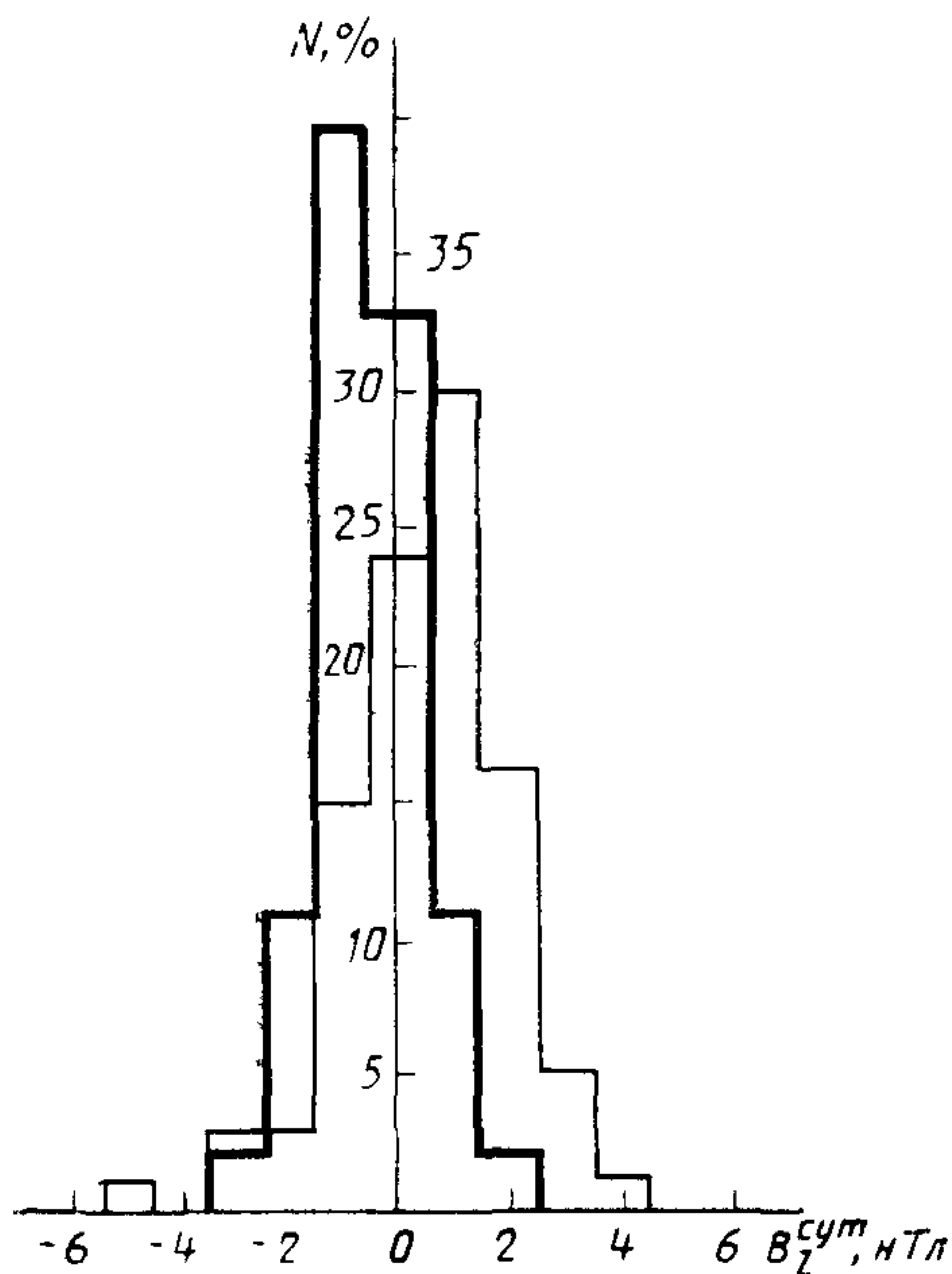
Черт. 3



Черт. 5



Черт. 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, %;

$B^{\text{сут}}$  — среднесуточное значение модуля индукции ММП, нТл;

$B_x^{\text{сут}}$ ,  $B_y^{\text{сут}}$ ,  $B_z^{\text{сут}}$  — 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.

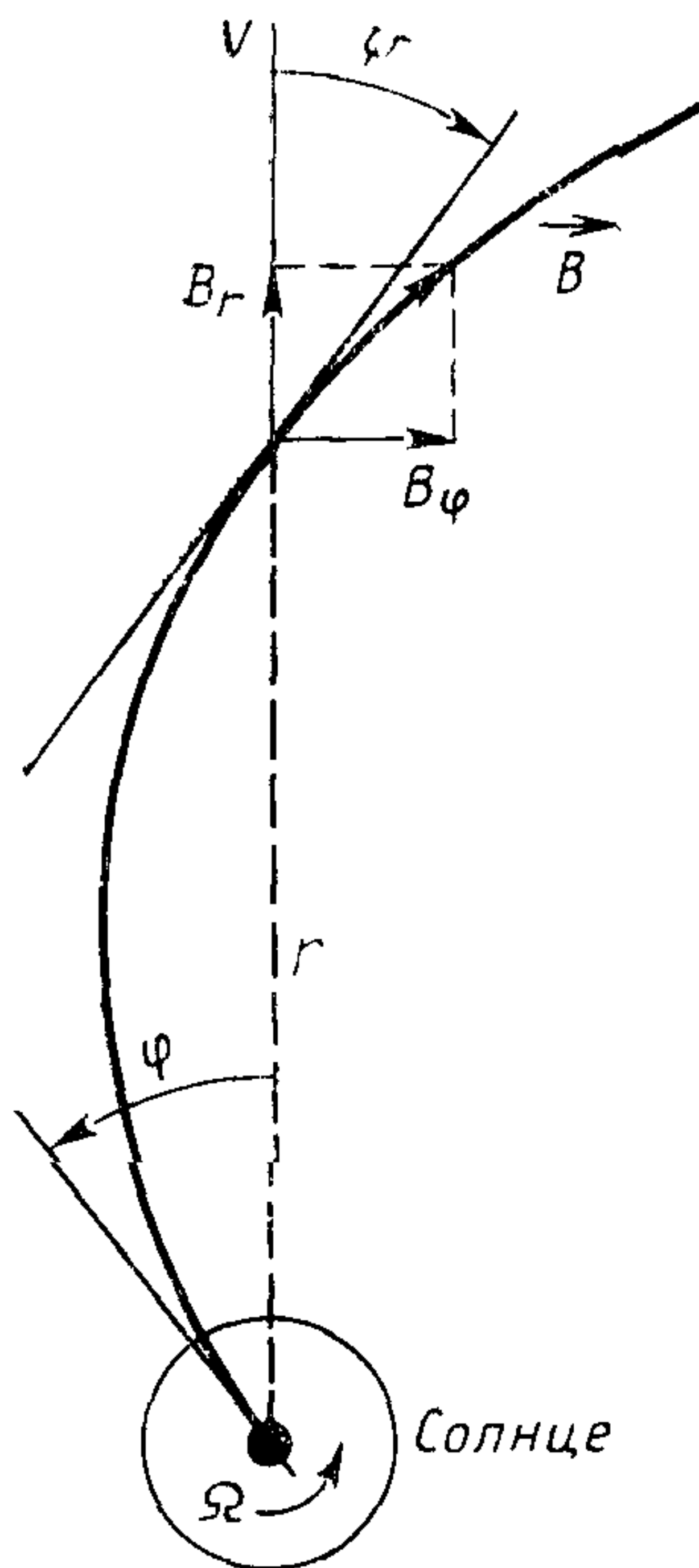
Вид силовой линии ММП представлен на черт. 1.

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

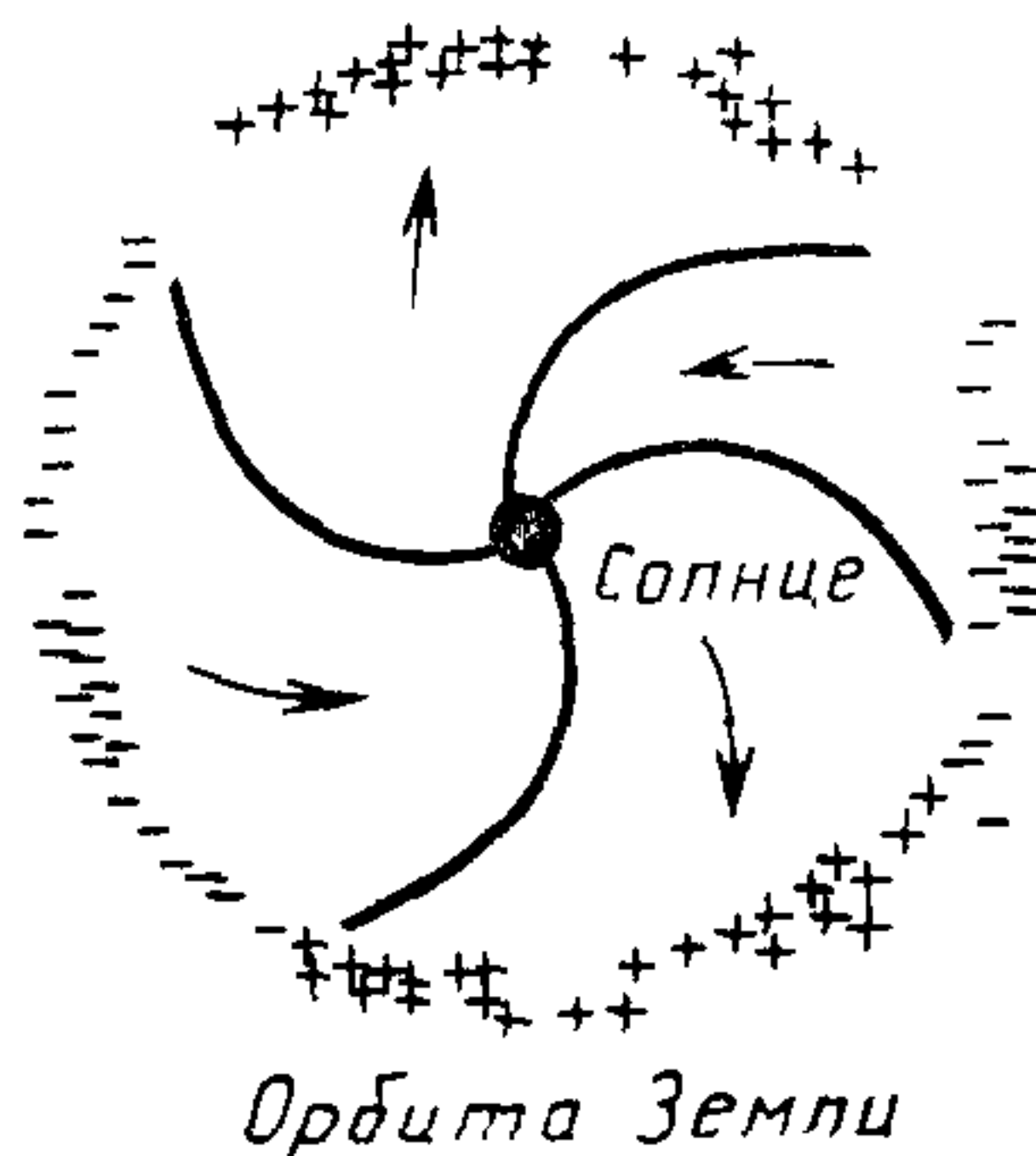
$$\psi = \text{arctg} \left( \frac{B_\phi}{B_r} \right) = \text{arctg} \left( \frac{r \cdot \Omega}{V} \sin \theta \right),$$

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  $\psi$  равно  $45^\circ$ .

2. Секторная структура ММП вращается вместе с Солнцем со средним периодом обращения  $T = 27$  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 ИЗМЕРЕНИЙ

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

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

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

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

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

