

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ЛУЧИ КОСМИЧЕСКИЕ СОЛНЕЧНЫЕ.
МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ПРОТОНОВ**

РД 50—25645.152—90

БЗ 12—90/32

15 коп.

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И СТАНДАРТАМ
Москва—1991**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**РД****Лучи космические солнечные. Методика расчета
временных изменений энергетического спектра протонов 50—25645.152—90**

ОКСТУ 0080

Дата введения 01.01.92

Настоящие методические указания устанавливают методику расчета изменений во времени энергетического спектра протонов солнечных космических лучей с энергией от 30 до 500 мэВ, реализующегося при солнечном протонном событии вне магнитосферы Земли на гелиоцентрическом расстоянии ~ 1 астрономическая единица.

Методические указания предназначены для оценки мощности поглощенной дозы солнечного протонного излучения, воздействующего на технические и биологические объекты в космическом пространстве.

1. Солнечное протонное событие рассматривают как случайное событие, полный поток и интегральный энергетический спектр протонов солнечных космических лучей в котором определяют по ГОСТ 25645.134.

2. Временные изменения энергетического спектра протонов солнечных космических лучей с энергией E в солнечном протонном событии определяют, рассчитывая плотность потока протонов $J(R, t)$, $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{МВ}^{-1}$, с жесткостью R в разные моменты t солнечного протонного события по формуле

$$J(R, t) = \frac{A_0}{\left(\frac{t}{\tau}\right)^{2,5}} \cdot \exp \left[-\frac{\tau}{t} - \frac{R-239}{R_a} \cdot \left(1 - \frac{\tau}{10t} \right) \right], \quad (1)$$

где R — жесткость протонов, МВ, с энергией E , рассчитываемая по формуле

$$R = \sqrt{E(E + 1876)}; \quad (2)$$

E — энергия протона, МэВ;

t — момент времени солнечного протонного события, отсчитываемый от момента фиксирования оптической вспышки и лежащий в интервале $0,1 < t < 10 \tau$, с;

τ — коэффициент, характеризующий длительность солнечного протонного события, с, и вычисляемый по формуле

$$\tau = T_0 \cdot N_{30}^{0,16}; \quad (3)$$

T_0 — коэффициент, равный $2 \cdot 10^3$ с;

N_{30} — полный поток протонов с энергией больше 30 МэВ в рассматриваемом солнечном протонном событии, см^{-2} , определяемый по ГОСТ 25645.134;

R_a — асимптотическая жесткость спектра протонов, МВ, вычисляемая по формуле

$$R_a = 0,8 R_0; \quad (4)$$

R_0 — характеристическая жесткость спектра потоков протонов солнечных космических лучей за все солнечное протонное событие, МВ, рассчитываемая на основе метода случайной выборки в соответствии с ГОСТ 25645.134;

A_0 — коэффициент, $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{МВ}^{-1}$, вычисляемый по формуле

$$A_0 = \frac{G}{R_a} \cdot N_{30}^{0,84}; \quad (5)$$

G — коэффициент, равный $2 \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$.

3. Плотность потока протонов $J(R, t)$ принимает значение, равное нулю при $t \leq 0, 1 \tau$ или $t \geq 10 \tau$.

4. Примеры расчета временных изменений энергетического спектра протонов с энергией E солнечных космических лучей в солнечном протонном событии приведены в приложении.

**ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ПРОТОНОВ СОЛНЕЧНЫХ
КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В СОЛНЕЧНОМ ПРОТОННОМ СОБЫТИИ**

Пример 1

Необходимо вычислить в моменты времени $t=3$ ч и $t=5$ ч после начала солнечного протонного события плотность потока протонов с энергиями E , равными 30, 60, 100 и 200 МэВ.

Для этого необходимо выполнить следующие действия.

1. Из таблицы случайных чисел равномерно распределенных на интервале от 0 до 1 выбирают два любых числа, например $n_1=0,78$ и $n_2=0,33$
2. Вычисляют параметры N_{30} и R_0 по формулам:

$$N_{30} = 10^7 \exp \left[\pm (n_1 - 0,5) \cdot \frac{F^{-1}(n_1 - 0,5)}{0,4342} \right], \quad (6)$$

$$R_0 = 80 \exp \left[\pm (n_2 - 0,5) \cdot \frac{F^{-1}(n_2 - 0,5)}{2,1715} \right]. \quad (7)$$

Получают значения параметров $N_{30} = 5,89 \cdot 10^7 \text{ см}^{-2}$ и $R_0 = 65,32 \text{ МВ}$.

3. Вычисляют параметры τ , R_a и A_0 по формулам 3—5 настоящих методических указаний.

Получают значения $\tau = 35014 \text{ с}$, $R_a = 52,26 \text{ МВ}$ и $A_0 = 12,78 \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{МВ}^{-1}$.

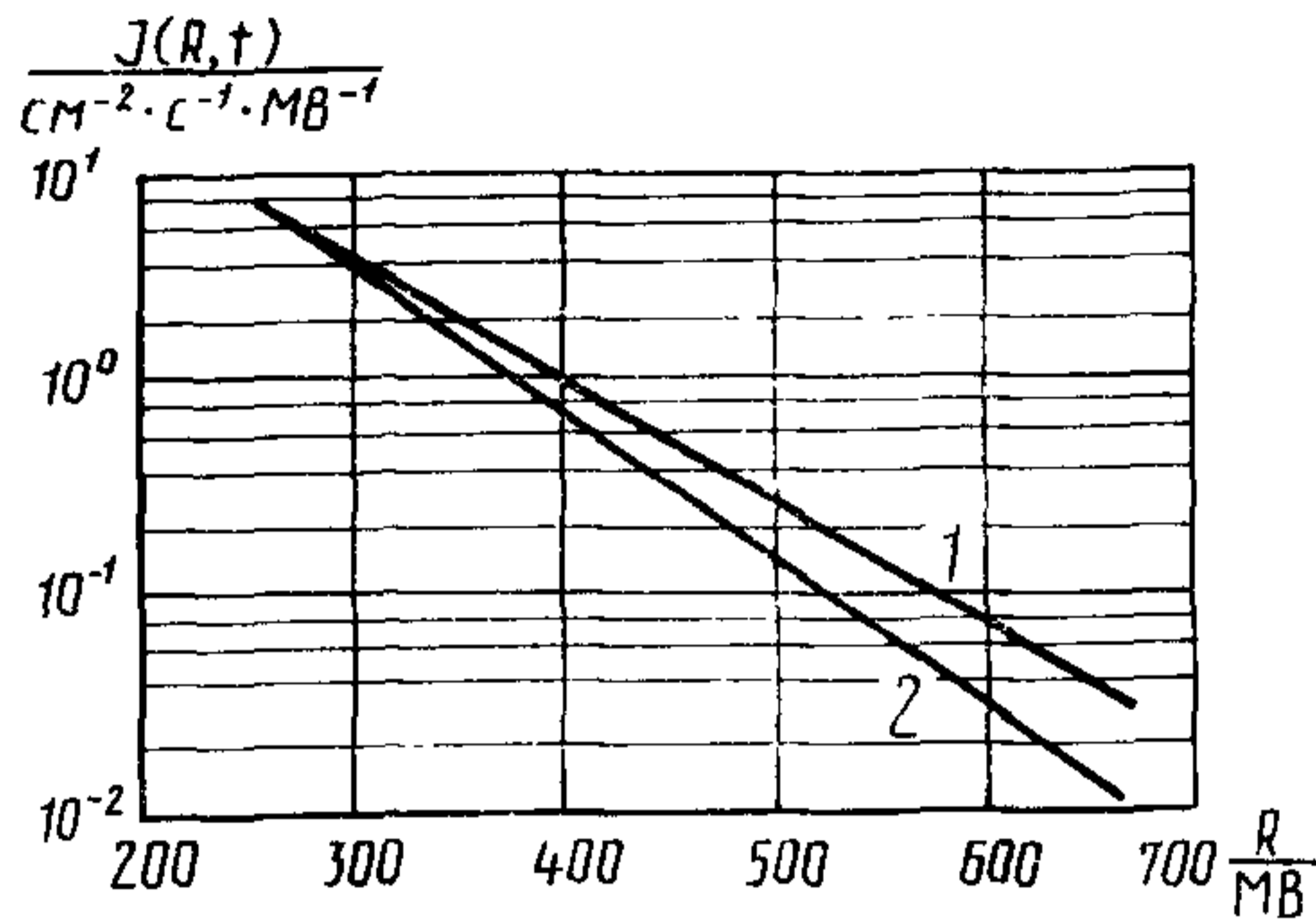
4. Рассчитываем жесткость протонов R и плотность потоков протонов $J(R, t)$ для заданных значений энергии E по формулам 2 и 1 соответственно.

Результаты расчета представлены в табл. 1 и на черт. 1.

Таблица 1

Энергия протонов E , МэВ	Жесткость протонов R , МВ	Плотность потока протонов $J(R, t)$, $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{МВ}^{-1}$ для моментов времени t , ч	
		3	5
30	239	9,52	9,71
60	341	2,58	2,05
100	444	0,67	0,41
200	644	0,05	0,02

$$\frac{J(R,t)}{\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{МВ}^{-1}}$$



1 — поток протонов в момент $t=3$ ч, 2 — поток протонов в момент $t=5$ ч

Черт. 1

Пример 2

Необходимо определить временные изменения потоков протонов с энергиями E , равными 30 и 100 МэВ для моментов времени t от 1 до 30 ч.

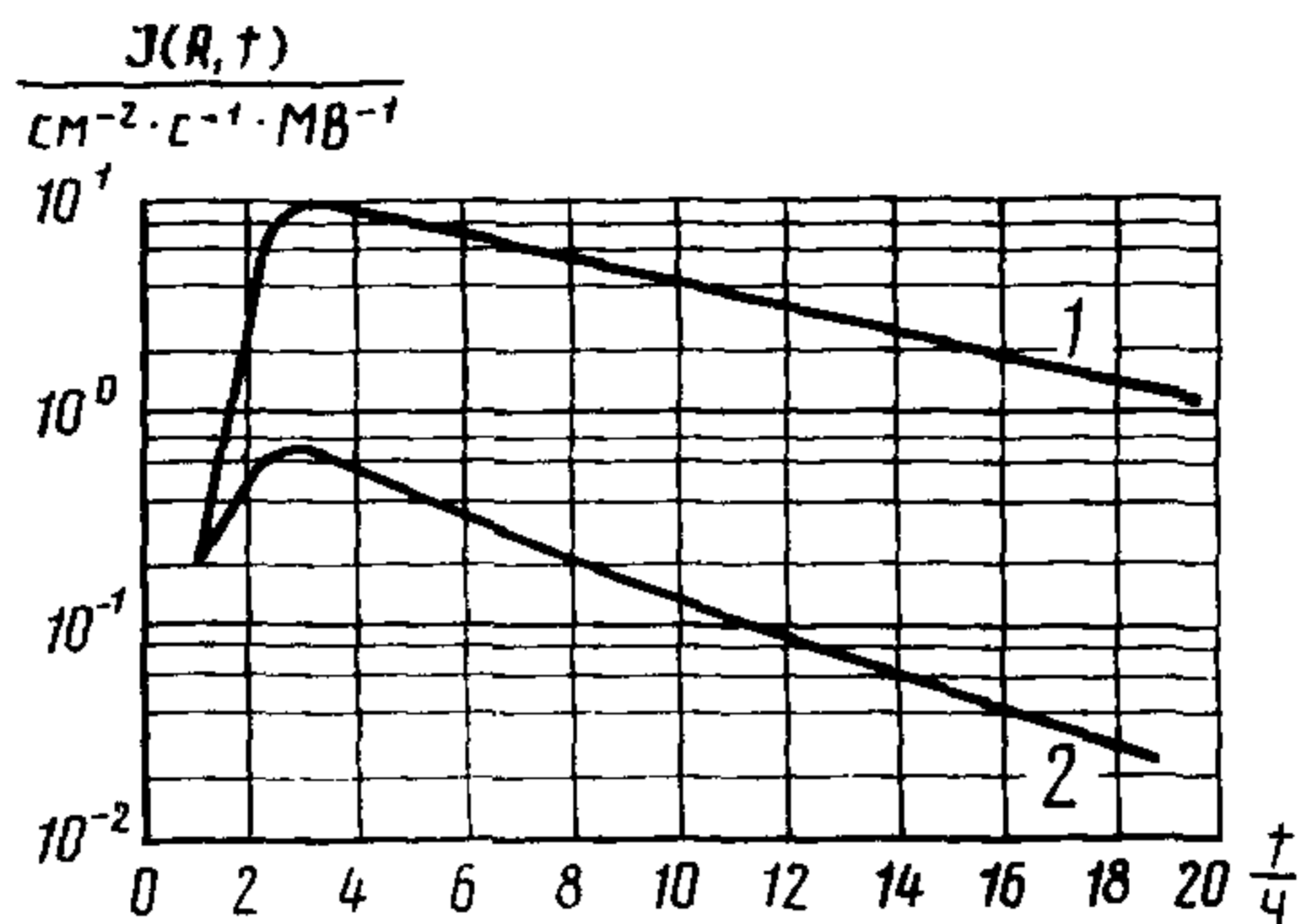
Для этого необходимо, используя значения параметров N_{30} , R_0 , τ , A_0 , R_a , R , полученные в примере 1 для потоков протонов с энергиями E , равными 30 и 100 МэВ, выполнить вычисления по формуле 1.

Результаты расчета представлены в табл. 2 и на черт. 2.

Таблица 2

Энергия протонов E , МэВ	Плотность потока протонов $J(R,t)$, $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{МВ}^{-1}$, для моментов времени t , ч						
	1	2	3	5	10	20	30
30	0,23	5,19	9,52	9,71	4,53	1,30	0,56
100	0,20	0,69	0,67	0,41	0,13	0,03	0,01

$$\frac{J(R, t)}{\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{МВ}^{-1}}$$



1 — поток протонов с $E=30$ МэВ; 2 — поток протонов с $E=100$ МэВ.

Черт. 2

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТЧИКИ

С. И. Авдюшин, д-р техн. наук; **В. М. Балебанов**, канд. физ.-мат. наук; **В. В. Бенгин**, канд. физ.-мат. наук; **А. А. Волобуев**; **А. И. Григорьев**, д-р мед. наук; **А. Б. Малышев**, канд. физ.-мат. наук; **Н. А. Калинин**; **Е. Е. Ковалев**, д-р техн. наук; **Е. Н. Лесновский**, канд. техн. наук; **Ю. И. Логачев**, д-р физ.-мат. наук; **Е. И. Морозова**, канд. физ.-мат. наук; **Е. В. Пашков**, канд. техн. наук; **Н. К. Переяслова**, канд. физ.-мат. наук; **В. М. Петров**, канд. физ.-мат. наук; **Н. Ф. Писаренко**, д-р физ.-мат. наук; **Ю. В. Потапов**, канд. физ.-мат. наук; **А. И. Сладкова**, канд. физ.-мат. наук; **И. Б. Теплов**, д-р физ.-мат. наук; **И. П. Шестопалов**, канд. физ.-мат. наук

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 21.12.91 № 3234

3. Срок первой проверки — 1997 г.
Периодичность проверки — 5 лет

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, приложения
ГОСТ 25645.134—86	1, 2, приложение

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**Лучи космические солнечные.
Методика расчета временных изменений
энергетического спектра протонов**

РД 50—25645.152—90

Редактор *Бабкина В. С.*
Технический редактор *В. Н. Малькова*
Корректор *А. И. Зюбан*

Сдано в наб. 05.03.91 Подп. к печ 22.05.91 Формат 60×90^{1/16}. Бумага офсетная № 2. Гар-
нитура литературная. Печать высокая 0,5 усл. п л. 0,5 усл. кр.-отт. 0,31 уч.-изд. л.
Тираж 1000 экз Зак. 505 Цена 15 к. Изд. № 894/4

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, ГСП,
Новопресненский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 25б.