ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

БЕЗОПАСНОСТЬ РАДИАЦИОННАЯ ЭКИПАЖА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЕТЕ

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКРАНИРОВАННОСТИ ТОЧЕК ВНУТРИ ФАНТОМА

ГОСТ 25645.204—83

Издание официальное

Цена 10 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

ИСПОЛНИТЕЛИ

П. А. Барсов; А .И. Григорьев, д-р мед. наук; **Е. Е. Ковалев,** д-р техн. наук; **Л. М. Коварский,** канд. техн. наук; **Е. И. Кудряшов,** канд. техн. наук; **Е. Н. Лесновский,** канд. техн. наук; **В. А. Панин; Н. М. Пинчук; И. Я. Ремизов,** канд. техн. наук; **В. А. Сакович,** канд. техн. наук; **В. М. Сахаров,** канд. техн. наук; **В. Б. Хвостов,** канд. физ.-мат. наук

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20 декабря 1983 г. № 6360

УДК 62—784.7:539.16:629.78:006.354 Группа Ф40

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Безопасность радиационная экипажа космического аппарата в космическом полете

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКРАНИРОВАННОСТИ ТОЧЕК ВНУТРИ ФАНТОМА

Spacecrew radiation safety during spaceflight.
Computation methods of points shielding inside fantom

ГОСТ 25645.204—83

ОКП 696800

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20 декабря 1983 г. № 6360 срок введения установлен с 01.01.85

Настоящий стандарт устанавливает требования к заданию объекта и алгоритм вычисления функций, характеризующих экранированность точек внутри объекта-фантома с окружающей его защитой.

Под защитой в стандарте понимают конструкцию космического аппарата (КА), его оборудование и специальное снаряжение, защищающее (экранирующее) космонавта от ионизирующего излучения.

Стандарт предназначен для подготовки исходных данных, необходимых при расчетах на предприятиях и организациях, занимающихся научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами, связанными с обеспечением радиационной безопасности экипажа космического аппарата в космическом полете.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Экранированность точки $\vec{r}_0$, расположенной внутри фантома, характеризует функция экранированности $w(\xi, \vec{r}_0)$ такая, что $w(\xi, \vec{r}_0)\, d\xi$ представляет вероятность для лучей, изотропно испущенных из точки $\vec{r}_0$, встретить на своем пути суммарное количество вещества фантома и защиты ξ в интервале от ξ до $\xi + d\xi$, выраженное в массовых единицах длины.

$$\xi = \xi_1 + \xi_2,$$

где ξ_1 — количество вещества фантома;

ξ_2 — количество вещества защиты.

1.2. Под массовой единицей длины в веществе понимают произведение линейной единицы длины на плотность вещества.

1.3. Самоэкранированность точки $\vec{r}_0$, расположенной внутри фантома, характеризует функция самоэкранированности $w_1(\xi_1, \vec{r}_0)$, тождественно равная $w(\xi, \vec{r}_0)_{\xi_2=0}$.

1.4. Экранированность защитой точки $\vec{r}_0$, расположенной внутри фантома, характеризует функция экранированности защитой $w_2(\xi, \vec{r}_0)$, тождественно равная $w(\xi, \vec{r}_0)_{\xi_1=0}$.

2. ЗАДАНИЕ ОБЪЕКТА

2.1. Объект, в виде выпуклого тела, задают совокупностью зон с постоянными физическими свойствами вещества в пределах зоны. Каждой зоне присваивают номер $K = 1, 2, ..., K_{max}$, где K_{max} — максимальное количество зон, необходимое для задания объекта.

Примечание. Если исходный объект представляет собой вогнутое тело, то его следует дополнить пустыми зонами.

Издание официальное ★ Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1984

2.2. Каждая зона объекта должна быть задана вектором поверхностей $\vec{j}_K$, вектором неопределенности $\vec{\alpha}_K(\vec{r}_K)$, индексом, характеризующим принадлежность вещества к фантому или защите, и плотностью вещества в зоне ρ_K.

Вид поверхности	Уравнение поверхности	Тип поверхности	Максимальное число коэффициентов	Вводимые коэффициенты
Плоскость, перпендикулярная оси:				
X	$X=C$	1	1	C
Y	$Y=C$	2	1	C
Z	$Z=C$	3	1	C
Плоскость, параллельная оси:				
X	$\frac{Y-Y_1}{Z-Z_1}=\frac{Y_2-Y_1}{Z_2-Z_1}$	4	4	Y_1, Z_1, Y_2, Z_2
Y	$\frac{X-X_1}{Z-Z_1}=\frac{X_2-X_1}{Z_2-Z_1}$	5	4	X_1, Z_1, X_2, Z_2
Z	$\frac{X-X_1}{Y-Y_1}=\frac{X_2-X_1}{Y_2-Y_1}$	6	4	X_1, Y_1, X_2, Y_2
Конус, параллельный оси:				
X	$\frac{\sqrt{(Y-Y_1)^2+(Z-Z_1)^2}-R_1}{X-X_1}=\frac{R_2-R_1}{X_2-X_1}$	7	6	$Y_1, Z_1, R_1, X_1, R_2, X_2$
Y	$\frac{\sqrt{(X-X_1)^2+(Z-Z_1)^2}-R_1}{Y-Y_1}=\frac{R_2-R_1}{Y_2-Y_1}$	8	6	$X_1, Z_1, R_1, Y_1, R_2, Y_2$
Z	$\frac{\sqrt{(X-X_1)^2+(Y-Y_1)^2}-R_1}{Z-Z_1}=\frac{R_2-R_1}{Z_2-Z_1}$	9	6	$X_1, Y_1, R_1, Z_1, R_2, Z_2$
Цилиндр, параллельный оси:				
X	$\frac{(Y-Y_1)^2}{a^2}+\frac{(Z-Z_1)^2}{b^2}=1$	10	4	Y_1, a, Z_1, b
Y	$\frac{(X-X_1)^2}{a^2}+\frac{(Z-Z_1)^2}{b^2}=1$	11	4	X_1, a, Z_1, b
Z	$\frac{(X-X_1)^2}{a^2}+\frac{(Y-Y_1)^2}{b^2}=1$	12	4	X_1, a, Y_1, b
Эллипсоид	$\frac{(X-X_1)^2}{a^2}+\frac{(Y-Y_1)^2}{b^2}+\frac{(Z-Z_1)^2}{C^2}=1$	13	6	X_1, a_1, Y_1, b, Z_1, C
Поверхность второго порядка общего вида	$a_1+a_2X+a_3Y+a_4Z+a_5X^2+a_6Y^2+a_7Z^2+a_8XY+a_9YZ+a_{10}XZ=0$	14	10	$a_1, a_2, \ldots, a_{10}$

2.2.1. Поверхности задают в виде уравнений 1 и 2-го порядков в декартовой системе координат $\vec{r}=\{X, Y, Z\}$ в общем $u(\vec{r})=0$ или каноническом виде в соответствии с таблицей. Каждой поверхности присваивают номер $i=1, 2, \ldots, I_{max}$, где I_{max} — максимальное количество поверхностей, необходимое для задания объекта.

2.2.2. Совокупность номеров поверхностей, ограничивающих K-ю зону $\{i\}_K$, из множества номеров поверхностей $\{i\}$ $(i=1, 2, \ldots, I_{max})$ образует вектор поверхностей $\vec{j}_K$.

2.2.3. Каждая поверхность $u_i(\vec{r})=0$ разделяет два объема: внутренний — $u_i(\vec{r})<0$ и внешний — $u_i(\vec{r})>0$. Принадлежность точки $\vec{r}^*$ к внутреннему или внешнему объему характеризу-

ют признаком, именуемым индексом неопределенности $\delta_i(\vec{r}^*)$, значение которого определяется выражением

$$\delta_i(\vec{r}^*) = -\frac{u_i(\vec{r}^*)}{|u_i(\vec{r}^*)|}. \quad (1)$$

2.2.4. Все точки зоны должны иметь одинаковые индексы неопределенности относительно поверхностей, ограничивающих ее.

2.2.5. Совокупность индексов неопределенности произвольной точки $\vec{r}^*$ для вектора $\vec{j}_K$ образует вектор неопределенности $\vec{\alpha}_K(\vec{r}^*)$. Вектор неопределенности для точек K-й зоны записывают как $\vec{\alpha}_K(\vec{r})$.

3. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ФУНКЦИИ ЭКРАНИРОВАННОСТИ

3.1. Функцию экранированности $w(\xi, \vec{r}_0)$ вычисляют в виде функции $w^{(l)}(\vec{r})$ кусочнопостоянной на отрезке (ξ_l, ξ_{l+1})

$$w^{(l)}(\vec{r}_0) = \frac{1}{4\pi\Delta\xi_l}\int_{4\pi}\eta_l(\vec{r}_0, \vec{\Omega})d\vec{\Omega}, \quad (2)$$

где $l=1, ..., L_{max}$ — номер отрезка;

$$\Delta\xi_l = \xi_{l+1} - \xi_l;$$

$$\eta_l(\vec{r}_0, \Omega) = \begin{cases} 1, & \text{если } \xi_l \leqslant \xi(\vec{r}_0, \vec{\Omega}) < \xi_{l+1}; \\ 0, & \text{если } \xi(\vec{r}_0, \vec{\Omega}) < \xi_l;\ \xi(\vec{r}_0, \vec{\Omega}) \geqslant \xi_{l+1}; \end{cases}$$

$\xi(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ — количество вещества, встреченного на пути луча из точки $\vec{r}_0$ в направлении $\vec{\Omega}$.

3.2. Для определения функции $w(\xi, \vec{r}_0)$ необходимо задать расчетную сетку $\{\xi_l\}$ в диапазоне $0 < \xi \leqslant \xi_{max}$, причем ширину интервала $\Delta\xi$ следует выбирать исходя из требований к погрешности функционала, вычисляемого с использованием $w(\xi, \vec{r}_0)$.

3.3. Для вычисления величины $\xi(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ необходимо определить расстояние, пройденное лучом в зонах объекта, что требует выполнения ряда операций, изложенных в пп. 3.3.1—3.3.7.

3.3.1. Вычисляют расстояния $S(\vec{r}_0, \vec{\Omega}, i)$ от точки $\vec{r}_0$ до пересечения луча в направлении $\vec{\Omega}$ со всеми поверхностями, решив для этого относительно S совместно систему уравнений, описывающих поверхность и прямую в направлении $\vec{\Omega}$, проходящую через точку $\vec{r}_0$

$$\begin{cases} u_i(\vec{r}') = 0 \\ \vec{r}' = \vec{r}_0 + S\vec{\Omega}, \end{cases} \quad (3)$$

где $0 \leqslant S < \infty$ — расстояние от точки $\vec{r}_0$ по лучу $\vec{\Omega}$ до пересечения с i-й поверхностью.

Система уравнений (3) для каждой поверхности может иметь одно, два или ни одного решения, что соответственно означает однократное, двукратное или отсутствие пересечения i-й поверхности лучом.

Полученным решениям присваивают номер n ($n=1, ..., N$, где N — максимальное количество пересечений лучом поверхностей объекта).

3.3.2. Располагают полученный массив значений $S_n(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ ($n=1, ..., N$) в порядке возрастания, формируя при этом последовательность соответствующих номеров поверхностей $i_n(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$.

3.3.3. Вычисляют длины отрезков $t_n(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ между последовательными пересечениями

$$t_n(\vec{r}_0, \vec{\Omega}) = S_n(\vec{r}_0, \vec{\Omega}) - S_{n-1}(\vec{r}_0, \vec{\Omega}), \quad (4)$$

положив $S_0(\vec{r}_0, \vec{\Omega}) \equiv 0$ (пересечение лучом точки $\vec{r}_0$).

3.3.4. Вычисляют $\delta_i(\vec{r}_n)$ в произвольной точке $\vec{r}_n$ каждого из отрезков $t_n(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ ($n=1, 2, ..., N$) относительно всех поверхностей $u_i(\vec{r}')=0$ ($i=1, 2, ..., I_{max}$), используя соотношение (1) и рекуррентные соотношения:

$$(\delta_i(\vec{r}_1)\equiv\delta_i(\vec{r}_0)$$

$$\delta_i(\vec{r}_{n+1})=\begin{cases}\delta_i(\vec{r}_n), & i\neq i_n\\ -\delta_i(\vec{r}_n), & i=i_n\end{cases} \qquad (5)$$

$$i=1,\ldots,I_{\max};\ n=1,\ldots,N-1,$$

где i_n — номер пересекаемой лучом поверхности.

3.3.5. Из полученных индексов неопределенности для точки $\vec{r}_n$ отбирают относящиеся к K-й зоне и формируют совокупность векторов неопределенности $\vec{\alpha}_K(\vec{r}_n)$ $(K=1, \ldots, K_{\max})$.

3.3.6. Определяют последовательность номеров зон K_n $(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ $(n=1, \ldots, N_0)$, в которых расположены отрезки луча t_n $(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$, путем отыскания одинаковых (равных) векторов среди $\vec{\alpha}_K(\vec{r}_K)$ и $\vec{\alpha}_K(\vec{r}_n)$ $(K=1, \ldots, K_{\max})$. Отсутствие таких векторов для некоторой точки $\vec{r}_{N_0}$ $(N_0\leqslant N)$ свидетельствует о ее расположении вне объекта и процесс идентификации отрезков t_n $(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ для $n>N_0$ прекращают.

3.3.7. Вычисляют количество вещества на пути луча ξ $(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ по формуле

$$\xi(\vec{r}_0, \vec{\Omega})=\sum_{n=1}^{N_0-1} t_n(\vec{r}_0, \vec{\Omega})\cdot\rho_K(\vec{r}_0, \vec{\Omega}). \qquad (6)$$

3.4. Функции самоэкранированности w_1 $(\xi_1, \vec{r}_0)$ и экранированности защитой w_2 $(\xi_2, \vec{r}_0)$ должны быть рассчитаны аналогично w $(\xi, \vec{r}_0)$, причем для вычисления ξ_1 $(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ и ξ_2 $(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ осуществляют раздельное суммирование расстояний, пройденных лучом в зонах фантома и защиты, умноженных на плотность вещества в соответствующих зонах.

3.5. Возможный способ реализации алгоритма приведен в рекомендуемом приложении.

ПРИЛОЖЕНИЕ
Рекомендуемое

СПОСОБ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА (ПРОГРАММА OPTIC)

1. Описание программы OPTIC

1.1. Программа OPTIC предназначена для расчета функций экранированности w $(\xi, \vec{r}_0)$, самоэкранированности w_1 $(\xi_1, \vec{r}_0)$ и экранированности защитой w_2 $(\xi_2, \vec{r}_0)$ точек $\vec{r}_0$ в объектах сложной геометрической конфигурации с непостоянными физическими свойствами по объему. Вычисление функции экранированности, определяемой выражением (2) настоящего стандарта, осуществляется методом Монте-Карло. Программа написана на языке Фортран и ориентирована на ЭВМ типа ЕС или БЭСМ-6. Время счета одного варианта зависит от сложности объекта и требуемой точности вычисляемого функционала. Блок-схема вычисления функционалов w, w_1 и w_2 представлена на черт. 1 (в левом углу блоков указаны номера, соответствующие пунктам описания программы).

Передача информации между подпрограммами и связь их с управляющей программой осуществляется в виде описания COMMON-областей и путем задания формальных параметров.

1.2. Описание COMMON-областей

1.2.1. COMMON /AG/ UR, VV, WR, A (50, 10), RO (30),

где UR, VV, WR — рабочие ячейки;

A (50, 10) — массив коэффициентов, описывающих поверхности (задается в соответствии с таблицей настоящего стандарта;

RO (30) — плотность вещества в зоне

1.2.2. COMMON AG1/N, NZON, IT (50), NCF (50), MI (30), IPZ (30,6), ID (30,6), KPN (30),

где N<50 — количество поверхностей, применяемое для задания объекта;

NZON<30 — количество зон, применяемое для задания объекта (включая пустоты);

IT (I)<14, I=1, . . . , N — тип поверхности;

NCF (I)<10, I=1, . . , N — максимальное количество коэффициентов, необходимое для задания поверхности I;

MI(K)<6, K=1, . . , NZON — количество поверхностей, ограничивающих зону K;

IPZ (K, J)<50 — порядковый номер поверхности, ограничивающей K-ю зону (K=1, . . . , NZON; J=1, . . . , MI(K));

KPN (K) — индекс материала в зоне K (предполагается, что индекс KPN=1, имеет вещество фантома).

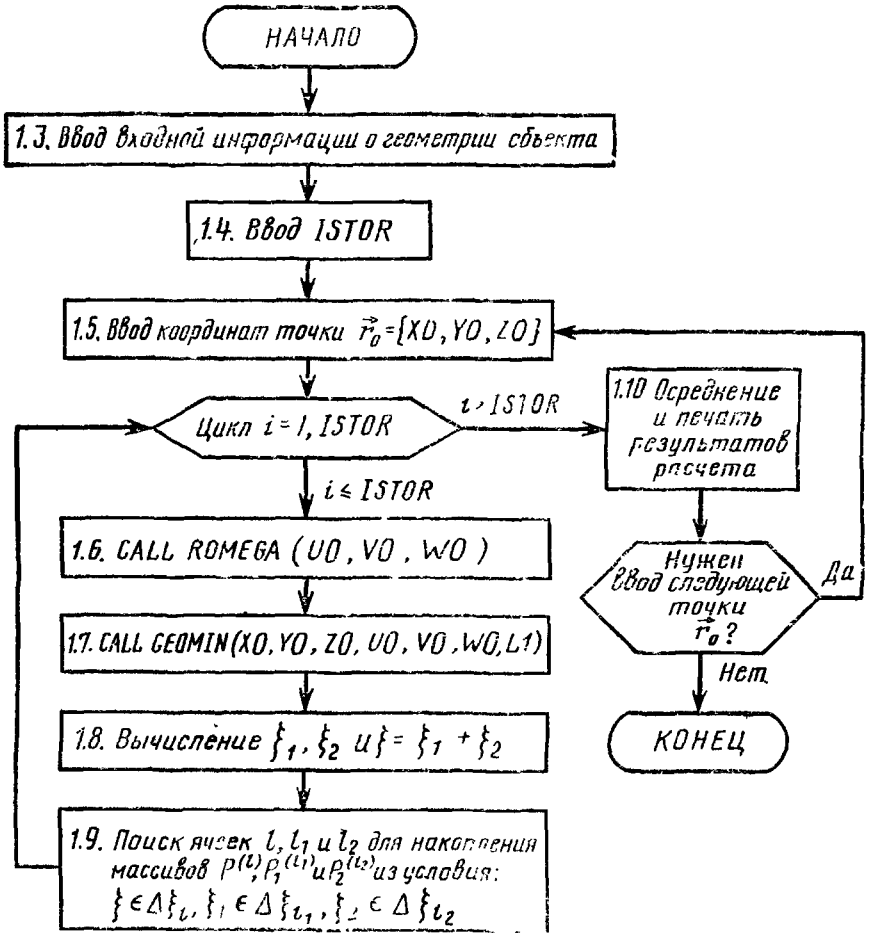
1.2.3. COMMON /AG2/ IDI (100), IP (100), SP (100), KP (100),

где IDI (100) — массив рабочих ячеек;

IP (100) — массив порядковых номеров поверхностей, пересекаемых прямой в направлении $\vec{\Omega}$, в порядке очередности;

SP (100) — массив расстояний от точки $\vec{r}_0$, расположенной в объекте в направлении $\vec{\Omega}$, до пересечения с поверхностями в порядке возрастания (SP(1)=0);

Блок-схема вычисления функций экранированности w, самоэкранированности w_1 и экранированности защитой w_2



Черт 1

KP (100) — массив индексов материалов, пересекаемых лучом, в порядке очередности (KP(1) — индекс материала в зоне, содержащей точку $\vec{r}_0$);

KP=0 — признак выхода из объекта.

1.3 Входная информация о геометрии объекта

Входная информация о геометрии объекта считывается с перфокарт и содержится COMMON-областях, описанных в пп. 1.2.1 и 1.2.2.

В данной версии программы предусмотрено использование не более 50 поверхностей 1 и 2-го порядка (задаваемых в соответствии с таблицей настоящего стандарта) для описания геометрии объекта. Максимальное количество зон не превышает 30, причем, каждая зона должна быть ограничена не более, чем шестью поверхностями. Все расстояния задаются в сантиметрах, плотность вещества в зоне — в граммах на кубический сантиметр. При необходимости расширить число зон и поверхностей для описания объекта необходимо изменить соответствующие размерности в COMMON-областях

1.4. ISTOR — число истории, необходимое для расчетафункций экранированности (рекомендуемое значение ISTOR$\geqslant$10000).

1.5. $\vec{r}0$={X0, Y0, Z0} — декартовы координаты точки $\vec{r}_0$.

1.6. Подпрограмма ROMEGA (U0, V0, W0) — подпрограмма для розыгрыша случайного направления вектора $\vec{\Omega}$, имеющего изотропное распределение; U0, V0, W0 — направляющие косинусы вектора $\vec{\Omega}$ в декартовой системе координат. Подпрограмма использует датчик случайных чисел, равномерно распределенных на участке (0,1).

1.7. Подпрограмма GEOMIN (X0, Y0, Z0, U0, V0, W0, L1) — основной модуль программы, предназначенный для вычисления расстояний от внутренней точки объекта $\vec{r}_0$= {X0, Y0, Z0} в направлении $\vec{\Omega}$ = {U0, V0, W0} до пересечения с поверхностями, описывающими объект, а также идентификация материалов, пересекаемых при этом лучом.

Выходная информация содержится в COMMON-области, описанной в п. 1.2 3, и параметре L1.

L1 — максимальное количество пересечений (плюс 1) луча с поверхностями до выхода из объекта (KP (L1) = 0).

1.8. Вычисление толщин вещества фантома ξ_1 и защиты ξ_2 осуществляется раздельным суммированием расстояний, пройденных лучом в фантоме и защите в направлении $\vec{\Omega}$, умноженным на плотность вещества в соответствующих зонах

1 9. Анализируется попадание величин ξ_1, ξ_2 и $\xi = \xi_1 + \xi_2$ в заданные интервалы толщин $\Delta\xi_l$.

В программе используется следующая сетка разбиения для $\{\xi_l\}$:

$\Delta\xi_l = 1.$	$0 \leqslant \xi < 10$	$l = 1, \ldots, 10$
$\Delta\xi_l = 2.$	$10 \leqslant \xi < 20$	$l = 11, \ldots, 15$
$\Delta\xi_l = 5.$	$20 \leqslant \xi < 100$	$l = 16, \ldots, 31$
$\Delta\xi_l = 10.$	$10 \leqslant \xi < 290$	$l = 32, \ldots, 50$

Все случаи, когда $\xi \geqslant 290$, фиксируются в накопителе $l = 51$.

При попадании ξ $(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ в соответствующий интервал $\Delta\xi_l$ в накопитель информации $P^{(l)}$ добавляется 1.

1.10. Конечные функционалы получаются делением величин $P^{(l)}$ на число историй (ISTOR) и соответствующую ширину интервала $\Delta\xi_l$.

На печать выдаются распределения $w^{(l)}$, $w_1{}^{(l)}$ и $w_2{}^{(l)}$, $l = 1, \ldots, 50$, а также соответствующие величины вероятности:

$$P^{(l)} = w^{(l)} \cdot \Delta\xi_l; \quad P_1^{(l)} = w_1^{(l)} \cdot \Delta\xi_l \text{ и } P^{(l)} = w_2^{(l)} \cdot \Delta\xi_l.$$

1.11. Пакет программ содержит все необходимые для проведения расчетов вспомогательные подпрограммы, включая датчик случайных чисел для ЕС ЭВМ (подпрограмма RANDU). Для проведения расчетов на ЭВМ БЭСМ-6 рекомендуется использовать генератор случайных чисел RNDN (библиотечная программа мониторной системы «Дубна»). В этом случае необходимо заменить функцию RANNO на следующую:

```
FUNCTION RANNO (NMB)
RANNO=RNDM (—1)
RETURN
END
```

2. Инструкция по вводу исходных данных

№ п/к	Считываемый символ	Формат	Назначение символа
1	N, NZON, NMAT	313	N — число поверхностей; NZON — число зон; NMAT — число разных материалов
2—1 2—2 2—3	(IT (I), I=1, N)	2413	IT_i — тип i-й поверхности (в соответствии с таблицей настоящего стандарта) в порядке нумерации поверхностей. При N>24 заносить данные на карты 2—2 и 2—3
3—1 3—2 3—3	(NCF (I), I=1, N)	2413	NCF_i — число вводимых коэффициентов (в соответствии с таблицей настоящего стандарта) в порядке нумерации поверхностей. При N>24 заносить данные на карты 3—2 и 3—3
4—1 4—2	(MI(K), K=1, NZON)	2413	Число поверхностей, ограничивающих K-ю зону в порядке принятой нумерации зон. При NZON>24 заносить данные на карту 4—2
5—1 . . . 5—NZON	((IPZ, (K, J), J=1,6), K=1, NZON)	613	Векторы поверхности j_K — номера поверхностей (в принятой нумерации), ограничивающих K-ю зону Требуется ввести п/к с 5—1 до 5—NZON
6—1 . . . . . 6—NZON	((ID (K, J), J=1,6), K=1, NZON)	613	Векторы неопределенности. $\vec{\alpha}_K(\vec{r}_K)$ — индексы неопределенности внутренней точки зоны K относительно ограничивающих ее поверхностей. Последовательность номеров поверхностей при описании зоны задается вектором $\vec{J}_K$. Требуется ввести п/к с 6—1 до 6—NZON
7—1 7—N	((A (I, J), J=1, NCF (I)), I=1, N)	6E10.0	Значения коэффициентов в уравнении i-й поверхности, задаваемой в соответствии с таблицей настоящего стандарта). Требуется ввести п/к с 7—1 до 7—N. Для поверхности общего вида, содержащей более 6 коэффициентов, информация вводится на 2-х п/к, т. е. 7—i—1 и 7—i—2.
8—1 8—2	(KPN (K), K=1, NZON)	2413	Номер материала, расположенного в K-й зоне, в соответствии с принятой нумерацией. *Значение KPN=1 принято для вещества фантома* При NZON>24 заносить данные на п/к 8—2
9—1 9—5	(RO (I), I=1, NMAT)	6E10.0	Плотность вещества в соответствии с принятой нумерацией (см п/к 8). При числе различных веществ, большем 6, данные заносить на п/к 9—1, 9—2, . . .
10	ISTOR	16	Число историй, необходимое для оценки интегралов w, w_1, w_2 (рекомендуется $\geqslant$ 10000)
11—1	X0, Y0, Z0	3E10.0	Координаты точки $\vec{r}_0$, в которой производится расчет функций w, w_1 и w_2 Требуется столько п/к, сколько вариантов расчета для разных точек $\vec{r}_0$ в данном объекте

3. Текст программы OPTIC

```
0048          606 CONTINUE
              C   - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
0049              IF(IDENT)511,511,512
0050          512 READ 5,XO,YO,ZO,UO,VO,WO
0051              CALL GEOMIN(XO,YO,ZO,UO,VO,WO,L1)
0052              PRINT 70,XO,YO,ZO,UO,VO,WO
0053           70 FORMAT(2X,3(E10.3),5X,3(E10.3))
0054              PRINT 71,L1
0055           71 FORMAT(9X,I4)
0056              DO 81 IZ=1,L1
0057              PRINT 72,IP(IZ),SP(IZ+1),KP(IZ)
0058           72 FORMAT(5X,I4,5X,E10.3,5X,I4)
0059           81 CONTINUE
0060              GO TO 502
0061          511 READ 11,ISTOR
0062           11 FORMAT(I6)
0063           13 CONTINUE
0064              READ 12,XO,YO,ZO
0065           12 FORMAT(3E10.0)
              C   ------------------------------------------------------------------
0066              DO 306 IN=1,100
0067              DOPT(IN)=0.
0068              DOPT1(IN)=0.
0069              DOPT2(IN)=0.
0070              DOPT3(IN)=0.
0071              DOPT4(IN)=0.
0072              DOPT5(IN)=0.
0073          306 CONTINUE
              C   - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
0074              DO 400 IS=1,ISTOR
0075              CALL ROMEGA(UO,VO,WO)
0076              CALL GEOMIN(XO,YO,ZO,UO,VO,WO,L1)
0077              DL=0.
0078              DL1=0.
0079              DL2=0.
0080              DO 308 KL=2,L1
0081              NL=KL-1
0082              IF(KP(NL).EQ.0) GO TO 307
0083              IF(KP(NL).GT.1) GO TO 351
0084              DL1=DL1+SP(KL)-SP(NL)
0085              GO TO 308
0086          351 DL2=DL2+(SP(KL)-SP(NL))*RO(KP(NL))
0087          308 CONTINUE
0088          307 CONTINUE
0089              DL=DL1+DL2
              C   - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
0090              IND=INDEX(DL)
0091              IND1=INDEX(DL1)
0092              IND2=INDEX(DL2)
              C   - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
0093              DOPT(IND)=DOPT(IND)+1.
0094              DOPT1(IND1)=DOPT1(IND1)+1.
0095              DOPT2(IND2)=DOPT2(IND2)+1.
0096          400 CONTINUE
              C   - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
0097              PRINT 220
0098              PRINT 430,ISTOR,XO,YO,ZO
0099          430 FORMAT(/10X,'ЧИСЛО ИСТОРИЙ =',I6,5X,'КООРДИНАТЫ ТОЧКИ',2X,'XO=',
```

```
     *E10.3,'(CM)',2X,'YO=',E10.3,'(CM)',2X,'ZO=',E10.3,'(CM)',/)
      PRINT 420
      PRINT 450
  450 FORMAT(2X,'IL',9X,'DIL',9X,'  P  ',7X,' W   ',10X,' P1  ',7X,' V1
     1',10X,' P2  ',7X,' V2  ')
      PRINT 222
  222 FORMAT(12X,'(/CM**2)',6X,'   ',6X,'(CM**2/F)',7X,'   ',8X,'(CM**
     *2/F)',8X,'   ',6X,'(CM**2/F)')
      PRINT 420
C     - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
      DO 500 IL=1,50
      DOPT(IL)=DOPT(IL)/ISTOR
      DOPT1(IL)=DOPT1(IL)/ISTOR
      DOPT2(IL)=DOPT2(IL)/ISTOR
      IF(IL.LT.11) GO TO 501
      IF(IL.LT.16) GO TO 502
      IF(IL.LT.32) GO TO 503
      IL1=(IL-32)*10+100
      IL2=IL1+10
      DOPT3(IL)=DOPT(IL)*0.1
      DOPT4(IL)=DOPT1(IL)*0.1
      DOPT5(IL)=DOPT2(IL)*0.1
      GO TO 504
  501 IL1=IL-1
      IL2=IL1+1
      DOPT3(IL)=DOPT(IL)
      DOPT4(IL)=DOPT1(IL)
      DOPT5(IL)=DOPT2(IL)
      GO TO 504
  502 IL1=(IL-11)*2+10
      IL2=IL1+2
      DOPT3(IL)=DOPT(IL)*0.5
      DOPT4(IL)=DOPT1(IL)*0.5
      DOPT5(IL)=DOPT2(IL)*0.5
      GO TO 504
  503 IL1=(IL-16)*5+20
      IL2=IL1+5
      DOPT3(IL)=DOPT(IL)*0.2
      DOPT4(IL)=DOPT1(IL)*0.2
      DOPT5(IL)=DOPT2(IL)*0.2
  504 CONTINUE
      PRINT 410,IL,IL1,IL2,DOPT(IL),DOPT3(IL),DOPT1(IL),DOPT4(IL),
     *DOPT2(IL),DOPT5(IL)
  410 FORMAT(2X,I3,5X,I4,'-',I4,2X,2(2X,E10.3),3X,2(2X,E10.3),3X,2(2X,
     *E10.3))
  500 CONTINUE
      PRINT 220
  220 FORMAT(/2X,110(1H*)/)
      GO TO 13
      END
      SUBROUTINE GEOMIN(XO,YO,ZO,UO,VO,WO,L1)
      COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),RO(30)
      COMMON/AG1/N,NZON,IT(50),NCF(50),MI(30),IPZ(30,6),ID(30,6),KPN(30)
      COMMON/AG2/IDI(100),IP(100),SP(100),KP(100)
      SP(1)=0.0
      IP(1)=0
```

```
0007              L1=1
0008              CALL STS(X0,Y0,Z0,U0,V0,W0,L1)
0009              IF(L1-2)23,45,44
0010           44 L=L1-1
0011              DO 46 J=2,L
0012              A1=SP(J)
0013              K1=0
0014              JV=J+1
0015              DO 47 I=JV,L1
0016              IF(A1.LE.SP(I)) GO TO 47
0017              A1=SP(I)
0018              K1=I
0019              I1=I
0020           47 CONTINUE
0021              IF(K1)48,46,48
0022           48 SI=SP(J)
0023              I2=IP(J)
0024              SP(J)=SP(I1)
0025              IP(I1)=I2
0026              SP(J)=A1
0027              SP(I1)=SI
0028           46 CONTINUE
0029           45 CONTINUE
0030              DO 19 J=2,L1
0031              I=IP(J)
0032              DO 19 J1=1,NZON
0033              J5=KPN(J1)
0034              J2=MI(J1)
0035              DO 20 J3=1,J2
0036              J4=IPZ(J1,J3)
0037              IF(IDI(J1,J3)*IDI(J4))20,19,19
0038           20 CONTINUE
0039              KP(J-1)=J5
0040              IDI(I)=-1*IDI(I)
0041              GO TO 1
0042           19 CONTINUE
0043              KP(J-1)=0
0044              IDI(I)=-1*IDI(I)
0045            1 CONTINUE
0046           18 CONTINUE
0047              KP(L1)=0
0048           23 CONTINUE
0049              RETURN
0050              END

0001              FUNCTION RANNO(NMB)
                C     *** ВЫБОР СЛУЧАЙНОГО ЧИСЛА НА ОТРЕЗКЕ (0,1) ***
0002              DATA IX/1/
0003              CALL RANDU(IX,IY,YFL)
0004              IX=IY
0005              RANNO=YFL
0006              RETURN
0007              END

0001              SUBROUTINE RANDU(IX,IY,YFL)
0002              IY=IX*65539
0003              IF(IY)5,5,6
0004            5 IY=IY+2147483647+1
```

```
0005              6 YFL=IY
0006                YFL=YFL*.4656613E-9
0007                RETURN
0008                END

0001                SUBROUTINE ROMEGA(UO,VO,WO)
0002                DATA NMB/1/
0003                CALL CSFI(CFI,SFI)
0004                CTET=1.-2.*RANND(NMB)
0005                STET=SQRT(1.-CTET**2)
0006                UO=STET*CFI
0007                VO=STET*SFI
0008                WO=CTET
0009                RETURN
0010                END

0001                SUBROUTINE CROSS(UR,VR,WR,L1,SP,IP,I1)
0002                DIMENSION SP(100),IP(100)
0003                IF(WR)1,2,1
0004              2 IF(VR.NE.0.0) GO TO 3
0005                RETURN
0006              1 D=VR*VR-UR*WR
0007                IF(D) 6,9,4
0008              9 S=-VR/WR
0009                IF(S.LE.0.0) GO TO 5
0010                L1=L1+1
0011                SP(L1)=S
0012                IP(L1)=I1
0013              5 RETURN
0014              3 S=-UR/(2*VR)
0015                IF(S.LE.0.0) GO TO 6
0016                L1=L1+1
0017                SP(L1)=S
0018                IP(L1)=I1
0019              6 RETURN
0020              4 D=SQRT(D)
0021                S=(-VR-D)/WR
0022                IF(S.LE.0.0) GO TO 7
0023                L1=L1+1
0024                SP(L1)=S
0025                IP(L1)=I1
0026              7 S=(-VR+D)/WR
0027                IF(S.LE.0.0) GO TO 8
0028                L1=L1+1
0029                SP(L1)=S
0030                IP(L1)=I1
0031              8 RETURN
0032                END

0001                SUBROUTINE STS(XO,YO,ZO,UO,VO,WO,L1)
0002                COMMON/AG/UR,VV,WR,A(30),ID(30)
0003                COMMON/AG1/N,NZON,IT(50),NCF(50),MI(30),IPZ(30,6),ID(30,6),KPN(30)
0004                COMMON/AG2/IDI(100),IP(100),SP(100),KP(100)
0005                DO 17 I1=1,L1
0006                I=IT(I1)
0007                GO TO (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14),I
0008              1 CALL TIPI(I1,XO,UO,IDD)
0009                GO TO 15
```

```
0010              2 CALL TIP1(I1,X0,V0 ,IDD)
0011                GO TO 15
0012              3 CALL TIP1(I1,Z  ,W  ,IDD)
0013                GO TO 15
0014              4 CALL TIP2(     I1,Z0,Y0,V0,W0,IDD)
0015                GO TO 15
0016              5 CALL TIP2(     I1,Z0,X0,U0,W0,IDD)
0017                GO TO 15
0018              6 CALL TIP2(     I1,Y  ,X  ,U0,V0,IDD)
0019                GO TO 15
0020              7 CALL TIP3(     I1,X0,Y0,Z0,U0,V0,W0,IDD)
0021                GO TO 15
0022              8 CALL TIP3(     I1,Y0,X0,Z0,V0,U0,W0,IDD)
0023                GO TO 15
0024              9 CALL TIP3(     I1,Z0,X0,Y0,W0,U0,V0,IDD)
0025                GO TO 15
0026             10 CALL TIP4(     I1,Y0,Z0,W0,IDD)
0027                GO TO 15
0028             11 CALL TIP4(     I1,X0,Z0,U0,W0,IDD)
0029                GO TO 15
0030             12 CALL TIP4(     I1,X0,Y0,U0,V0,IDD)
0031                GO TO 15
0032             13 CALL TIP5(     I1,X0,Y0,Z0,U0,V0,W0,IDD)
0033                GO TO 15
0034             14 CALL TIP6(I1,X0,Y0,Z0,U0,V0,W0,IDD)
0035             15 CALL CROSS(UR,VV,WR,L1,SP,IP,I1)
0036                IDI(I1)=IDD
0037             17 CONTINUE
0038                RETURN
0039                END

0001                FUNCTION INDEX(DL)
                C   *** ВЫЧИСЛЕНИЕ НОМЕРА УЧАСТКА ДЛЯ ЗАДАННОГО РАЗБИЕНИЯ ТОЛЩИН ***
0002                IF(DL-10.) 402,402,403
0003             402 IND=DL
0004                 IND=IND+1
0005                 GO TO 410
0006             403 IF(DL-2  .) 404,404,405
0007             404 XIND=(DL-10.)/2.
0008                 IND=XIND+11
0009                 GO TO 410
0010             405 IF(DL-100.) 406,406,407
0011             406 XIND=(DL-20.)/5.
0012                 IND=XIND+16
0013                 GO TO 410
0014             407 IF(DL-290.) 408,408,409
0015             408 XIND=(DL-100.)/10.
0016                 IND=XIND+32
0017                 GO TO 410
0018             409 IND=51
0019             410 CONTINUE
0020                 INDEX=IND
0021                 RETURN
0022                 END
```

```
0001                SUBROUTINE TIP1(I1,X,U,IDD)
0002                COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),R0(30)
0003                UR=-A(I1,1)+X
0004                IDD=-1
0005                IF(UR.GT.0.0) IDD=1
0006                VV=U/2
0007                WR=0.0
0008                RETURN
0009                END

0001                SUBROUTINE TIP2(  I1,Z,Y,V,W,IDD)
0002                COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),R0(30)
0003                S=A(I1,3)-A(I1,1)
0004                S1=A(I1,4)-A(I1,2)
0005                UR=S*(A(I1,2)-Z)-S1*(A(I1,1)-Y)
0006                IDD=-1
0007                IF(UR.GT.0.0) IDD=1
0008                VV=S1/2*V-S/2*W
0009                WR=0.0
0010                RETURN
0011                END

0001                SUBROUTINE TIP3(  I1,X,Y,Z,U,V,W,IDD)
0002                COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),R0(30)
0003                S=A(I1,4)*A(I1,5)-A(I1,6)*A(I1,3)
0004                S=-S
0005                S1=A(I1,5)-A(I1,3)
0006                S2=A(I1,6)-A(I1,4)
0007                UR=(S1*X+S)**2-S2*S2*((A(I1,1)-Y)**2+(A(I1,2)-Z)**2)
0008                UR=-UR
0009                VV=X*U*S1**2+S1*S*U+S2*S2*(V*(A(I1,1)-Y)+W*(A(I1,2)-Z))
0010                VV=-VV
0011                IDD=-1
0012                IF(UR.GT.0.0) IDD=+1
0013                WR=S1*S1*U*U-S2*S2*(V*V+W*W)
0014                WR=-WR
0015                RETURN
0016                END

0001                SUBROUTINE TIP4(I1,Y,Z,V,W,IDD)
0002                COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),R0(30)
0003                S=A(I1,1)*A(I1,4)
0004                S1=A(I1,3)*A(I1,2)
0005                S2=A(I1,2)*A(I1,4)
0006                UR=S*S+S1*S1-S2*S2-2*S*A(I1,4)*Y-2*S1*A(I1,2)*Z
                   1+A(I1,4)**2*Y*Y+A(I1,2)**2*Z*Z
0007                IDD=-1
0008                IF(UR.GT.0.0) IDD=1
0009                VV=-S*A(I1,4)*V-S1*A(I1,2)*W+A(I1,4)**2*V*V+A(I1,2)**2*W*W
0010                WR=A(I1,4)**2*V*V+A(I1,2)**2*W*W
0011                RETURN
0012                END
```

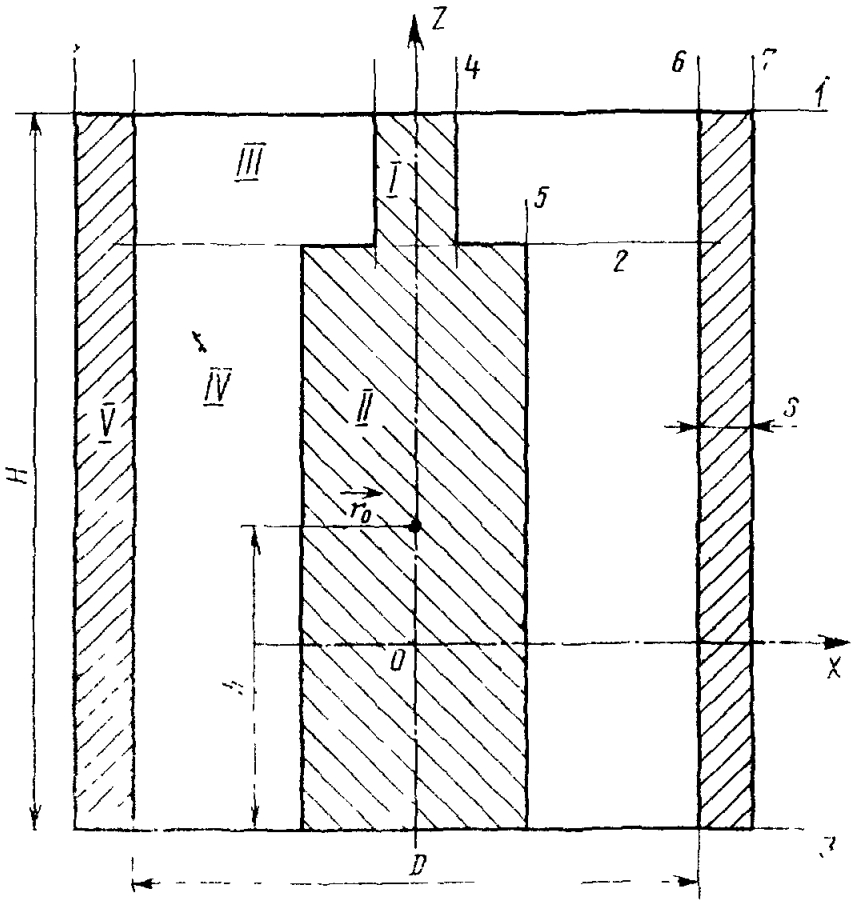
```
      SUBROUTINE TIP6(I1,X,Y,Z,U,V,W,IDD)
      COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),RO(30)
      S=A(I1,4)*A(I1,6)
      S1=A(I1,2)*A(I1,6)
      S2=A(I1,4)*A(I1,2)
      UR=A(I1,1)**2*S*S+A(I1,3)**2*S1*S1+A(I1,5)**2*S2*S2-A(I1,2)**2
     1*S*S-2*A(I1,1)*S*S*X-2*A(I1,3)*S1*S1*Y-2*A(I1,5)*S2*S2*Z+
     2S*S*X*X+S1*S1*Y*Y+S2*S2*Z*Z
      IDD=-1
      IF(UR.GT.0.0) IDD=1
      VV=-A(I1,1)*S*S*U-A(I1,3)*S1*S1*V-A(I1,5)*S2*S2*W+
     1S*S*U*X+S1*S1*V*Y+S2*S2*W*Z
      WR=S*S*U*U+S1*S1*V*V+S2*S2*W*W
      RETURN
      END
      SUBROUTINE TIP6(I1,X,Y,Z,U,V,W,IDD)
      COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),RO(30)
      UR=A(I1,1)+A(I1,2)*X+A(I1,3)*Y+A(I1,4)*Z+A(I1,8)*X*Y+A(I1,9)*Y*
     1Z+A(I1,10)*X*Z+A(I1,5)*X*X+A(I1,6)*Y*Y+A(I1,7)*Z*Z
      IDD=-1
      IF(UR.GT.0) IDD=1
      VV=0.5*(A(I1,2)*U+A(I1,3)*V+A(I1,4)*W)+A(I1,5)*U*X+A(I1,6)*V*Y+
     1A(I1,7)*W*Z+0.5*(A(I1,8)*(V*X+U*Y)+A(I1,9)*(W*Y+V*Z)+A(I1,10)*
     2(W*X+U*Z))
      WR=A(I1,5)*U*U+A(I1,6)*V*V+A(I1,7)*W*W+A(I1,8)*U*V+A(I1,9)*V*W
     1+A(I1,10)*U*W
      RETURN
      END
      SUBROUTINE COSFI(C,S)
C     *** РОЗЫГРЫШ СЛУЧАЙНЫХ COSFI (C) И SINFI (S) ***
      DATA NMB/1/
      FI=RANNO(NMB)*6.283
      C=COS(FI)
      S=SIN(FI)
      RETURN
      END
```

4. Пример расчета

Объектом расчета является цилиндрический фантом, задаваемый в соответствии с ГОСТ, экранированный с боков цилиндрическим слоем алюминия высотой (H) 127 см с внутренним диаметром (D) 100 см и толщиной стенки (S) 10 см Точка $\vec{r}_0$ расположена на оси Z на высоте (h) 54 см Геометрия объекта приведена на черт 2

Пакет входных данных для задачи и результаты расчетов по программе OPTIC представлен ниже Время счета данного примера $\sim$2 мин на ЭВМ ЕС 1040

Геометрия объекта



1, 2, ..., 7—номера, присвоенные поверхностям (*N*=7); I, II, ..., *V*—номера, присвоенные зонам (NZON=5);
вещество фантома — в зонах I и II; вакуум — в зонах III и IV;
алюминий в зоне V (NMAT=3)

Черт. 2

	МЕТКИ		FORTRAN	Комментарий
1	7	5	3	1
	3	3	3 1.2 1.2 1.2 1.2	2 - 1
3	1	1	1 4 4 4 4	3 - 1
	3	3	4 4 4	4 - 1
5	1	2	4	5 - 1
	2	3	5	5 - 2
7	1	2	4 6	5 - 3
	7	3	5 6	5 - 4
9	1	3	6 7	5 - 5
	1 -	1	1	6 - 1
11	1 -	1	1	6 - 2
	1 -	1	-1 1	6 - 3
13	1 -	1	-1 1	6 - 4
	1 -	1	-1 1	6 - 5
15	9,4.			7 - 1
	7,0.			7 - 2
17	-3,3.			7 - 3
	0.		7. 0. 10.	7 - 4
19	0.		20. 0. 10.	7 - 5
	0.		50. 0. 50.	7 - 6
21	0.		60. 0. 60.	7 - 7
	1	1	2 2 3	8 - 1
23	1.		0. 27	9 - 1
	1,0,0,0	0		10
25	0.		0. 21.	11
27				
29				

ПОВЕРХНОСТИ (IMAX= 7)

IN	IT	NCF	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
1	3	1	0.94E 02							
2	3	1	0.70E 02							
3	3	1	-0.33E 02							
4	12	4	0.0	0.70E 01	0.0	0.10E 02				
5	12	4	0.0	0.20E 02	0.0	0.10E 02				
6	12	4	0.0	0.50E 02	0.0	0.50E 02				
7	12	4	0.0	0.60E 02	0.0	0.60E 02				

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ЯЧЕЙКИ (NMAX= 5)

I	MI	IP7 1	2	3	4	5	6	ID 1	2	3	4	5	6	KPN	RO(Г/СМ**3)
1	3	1	2	4	0	0	0	1	-1	1	0	0	0	1	0.10E 01
2	3	2	3	5	0	0	0	1	-1	1	0	0	0	1	0.10E 01
3	4	1	2	4	6	0	0	1	-1	-1	1	0	0	2	0.0
4	4	2	3	5	6	0	0	1	-1	-1	1	0	0	2	0.0
5	4	1	3	6	7	0	0	1	-1	-1	1	0	0	3	0.77E 01

ЧИСЛО ИСТОРИЙ = 10000 КООРДИНАТЫ ТОЧКИ XO= 0.0 (СМ), YO= 0.0 (СМ), ZO= 0.210E 02(СМ).

IL	DIL (Г/СМ**2)	P	W (СМ**2/Г)	P1	W1 (СМ** 2/Г)	P2	W2 (СМ**2/Г)
1	0- 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.218E 00	0.218E 00
2	1- 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.140E-02	0.140E-02
3	2- 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.140E-02	0.140E-02
4	3- 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.120E-02	0.120E-02
5	4- 5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.160E-02	0.160E-02
6	5- 6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.120E-02	0.120E-02
7	6- 7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.120E-02	0.120E-02
8	7- 8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.150E-02	0.150E-02
9	8- 9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.210E-02	0.210E-02
10	9- 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.200E-02	0.200E-02
11	10- 12	0.0	0.0	0.195E 00	0.973E-01	0.280E-02	0.140E-02
12	12- 14	0.0	0.0	0.146E 00	0.728E-01	0.340E-02	0.170E-02
13	14- 16	0.540E-02	0.270E-02	0.117E 00	0.587E-01	0.390E-02	0.195E-02
14	16- 18	0.108E-01	0.540E-02	0.101E 00	0.505E-01	0.290E-02	0.145E-02
15	18- 20	0.169E-01	0.845E-02	0.105E 00	0.524E-01	0.250E-02	0.125E-02
16	20- 25	0.434E-01	0.868E-02	0.154E 00	0.309E-01	0.830E-02	0.166E-02
17	25- 30	0.402E-01	0.804E-02	0.626E-01	0.125E-01	0.439E 00	0.879E-01
18	30- 35	0.344E-01	0.688E-02	0.327E-01	0.654E-02	0.210E 00	0.421E-01
19	35- 40	0.188E 00	0.376E-01	0.222E-01	0.444E-02	0.742E-01	0.148E-01
20	40- 45	0.240E 00	0.479E-01	0.141E-01	0.282E-02	0.214E-01	0.408E-02
21	45- 50	0.205E 00	0.411E-01	0.131E-01	0.262E-02	0.0	0.0
22	50- 55	0.119E 00	0.237E-01	0.239E-01	0.478E-02	0.0	0.0
23	55- 60	0.598E-01	0.120E-01	0.860E-02	0.172E-02	0.0	0.0
24	60- 65	0.219E-01	0.438E-02	0.400E-03	0.800E-04	0.0	0.0
25	65- 70	0.910E-02	0.182E-02	0.600E-03	0.120E-03	0.0	0.0
26	70- 75	0.640E-02	0.129E-02	0.380E-02	0.760E-03	0.0	0.0
27	75- 80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	80- 85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	85- 90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	90- 95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	95- 100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	100- 110	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	110- 120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34	120- 130	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	130- 140	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36	140- 150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	150- 160	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	160- 170	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	170- 180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	180- 190	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	190- 200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	200- 210	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	210- 220	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	220- 230	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	230- 240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	240- 250	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	250- 260	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	260- 270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	270- 280	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	280- 290	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Редактор *С. М. Бобарыкина*
Технический редактор *Н. В. Келейникова*
Корректор *В. М. Смирнова*

Сдано в наб. 08.05.84 Подп. в печ. 23.10.84 2,5 усл. п. л. 2,75 усл кр.-отт. 2,0 уч.-изд. л.
Тир. 4000 Цена 10 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП,
Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 378

gost.e-ecolog.ru