



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



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 стандар-
там от 20 декабря 1983 г. № 6360

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 phantom

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 $\omega(\xi, \vec{r}_0)$ такая, что $\omega(\xi, \vec{r}_0) d\xi$ 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 $\omega_1(\xi_1, \vec{r}_0)$, тождественно равная $\omega(\xi, \vec{r}_0)_{\xi_2=0}$.

1.4. Экранированность защитой точки \vec{r}_0 , расположенной внутри фантома, характеризует функция экранированности защитой $\omega_2(\xi, \vec{r}_0)$, тождественно равная $\omega(\xi, \vec{r}_0)_{\xi_1=0}$.

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 $K=1, 2, \dots, K_{\max}$, где K_{\max} — максимальное количество зон, необходимое для задания объекта.

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

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, \dots, 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 и (\vec{r}^T)=0 или каноническом виде в соответствии с таблицей. Каждой поверхности присваивают номер $i=1, 2, \dots, I_{\max}$, 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 $\{i\}$ ($i=1, 2, \dots, I_{\max}$) образует вектор поверхностей \vec{j}_K .

2.2.3. Каждая поверхность u_i (\vec{r}^T)=0 разделяет два объема: внутренний — $u_i(\vec{r}^T) < 0$ и внешний — $u_i(\vec{r}^T) > 0$. 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 $w^{(l)}(\vec{r}_0)$ 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 $l=1, \dots, L_{\max}$ — номер отрезка;

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

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

$\xi(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ — 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 $0 < \xi \leq \xi_{\max}$, 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 $0 \leq S < \infty$ — 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 ($n=1, \dots, N$, где N — максимальное количество пересечений лучом поверхностей объекта).

3.3.2. Располагают полученный массив значений $S_n(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ ($n=1, \dots, N$) 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 $t_n(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ ($n=1, 2, \dots, N$) относительно всех поверхностей $u_i(\vec{r}') = 0$ ($i=1, 2, \dots, I_{\max}$), используя соотношение (1) и рекуррентные соотношения:

$$\begin{aligned}
 & (\delta_i(\vec{r}_1) \equiv \delta_i(\vec{r}_0)) \\
 \delta_i(\vec{r}_{n+1}) &= \begin{cases} \delta_i(\vec{r}_n), & i \neq i_n \\ -\delta_i(\vec{r}_n), & i = i_n \end{cases} \\
 & i = 1, \dots, I_{\max}; \quad n = 1, \dots, N-1,
 \end{aligned} \tag{5}$$

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 $\vec{\alpha}_K(\vec{r}_n)$ ($K=1, \dots, K_{\max}$).

3.3.6. Определяют последовательность номеров зон $K_n(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ ($n=1, \dots, N_0$), 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 $\vec{\alpha}_K(\vec{r}_n)$ ($K=1, \dots, K_{\max}$). Отсутствие таких векторов для некоторой точки \vec{r}_{N_0} ($N_0 \leq N$) 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 $\xi(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ по формуле

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

3.4. Функции самоэкранированности $\omega_1(\xi_1, \vec{r}_0)$ и экранированности защитой $\omega_2(\xi_2, \vec{r}_0)$ должны быть рассчитаны аналогично $\omega(\xi, \vec{r}_0)$, причем для вычисления $\xi_1(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ и $\xi_2(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ 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 ОРТИС}

1. Описание программы ОРТИС

1.1. Программа ОРТИС предназначена для расчета функций экранированности $\omega(\xi, \vec{r}_0)$, самоэкранированности $\omega_1(\xi_1, \vec{r}_0)$ и экранированности защитой $\omega_2(\xi_2, \vec{r}_0)$ 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 ω, ω_1 и ω_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 $N \leq 50$ — количество поверхностей, применяемое для задания объекта;

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

IT (I) ≤ 14 , $I=1, \dots, N$ — тип поверхности;

NCF (I) ≤ 10 , $I=1, \dots, N$ — максимальное количество коэффициентов, необходимое для задания поверхности I;

MI (K) ≤ 6 , $K=1, \dots, NZON$ — количество поверхностей, ограничивающих зону K;

IPZ (K, J) ≤ 50 — порядковый номер поверхности, ограничивающей K-ю зону ($K=1, \dots, NZON$; $J=1, \dots, MI(K)$);

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

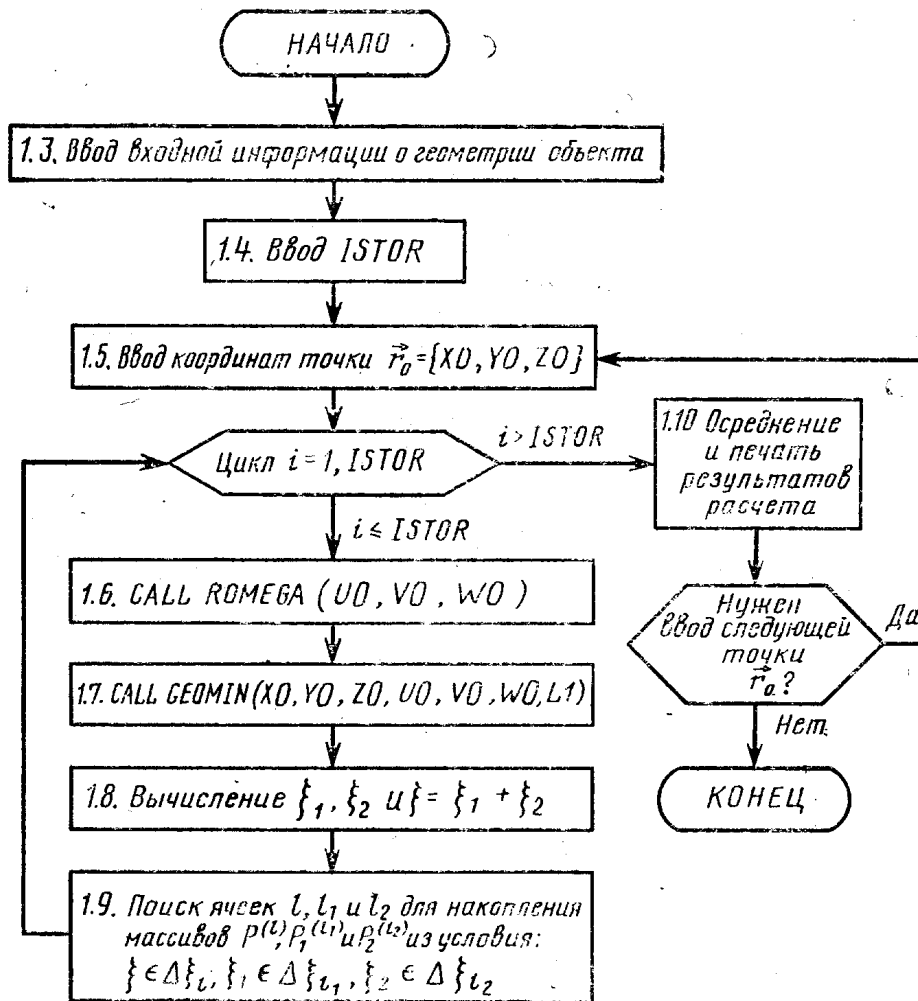
1.2.3. COMMON /AG2/ IDI (100), IP (100), SP (100), KP (100),

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 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. ISTOP — число истории, необходимое для расчета функций экранированности (рекомендуемое значение $ISTOR \geq 10000$).

1.5. $r_0 = \{X_0, Y_0, Z_0\}$ — декартовы координаты точки r_0 .

1.6. Подпрограмма ROMEGA (U_0, V_0, W_0) — подпрограмма для розыгрыша случайного направления вектора $\vec{\Omega}$, имеющего изотропное распределение; U_0, V_0, W_0 — направляющие косинусы вектора $\vec{\Omega}$ в декартовой системе координат. Подпрограмма использует датчик случайных чисел, равномерно распределенных на участке $(0,1)$.

1.7. Подпрограмма GEOMIN ($X_0, Y_0, Z_0, U_0, V_0, W_0, L_1$) — основной модуль программы, предназначенный для вычисления расстояний от внутренней точки объекта $r_0 = \{X_0, Y_0, Z_0\}$ в направлении $\vec{\Omega} = \{U_0, V_0, W_0\}$ 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 $\{\xi_l\}$:

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

Все случаи, когда $\xi \geq 290$, 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 $w_2^{(l)}$, $l=1, \dots, 50$, а также соответствующие величины вероятности:

$$P^{(l)} = w^{(l)} \cdot \Delta\xi_l; \quad P_1^{(l)} = w_1^{(l)} \cdot \Delta\xi_l \quad \text{и} \quad P_2^{(l)} = w_2^{(l)} \cdot \Delta\xi_l.$$

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 мониторинговой 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 ω , ω_1 , ω_2 (рекомендуется ≥ 10000)
11—1 . . .	X0, Y0, Z0	3E10.0	Координаты точки \vec{r}_0 , в которой производится расчет функций ω , ω_1 и ω_2 . Требуется столько п/к, сколько вариантов расчета для разных точек \vec{r}_0 в данном объекте

```

0001 PROGRAM OPTIC
0002 DIMENSION DORT(1:1),DORT1(1:1),DORT2(1:1),DORT3(1:1),DORT4(1:1),
0003 DORT5(1:1)
0004 COMMON/AG/UR,VV,WF,Δ(F,1),EOR(3)
0005 COMMON/AG1/N,NZON,IT(5),NCF(5),MI(2:1),IPZ(30,6),ID(30,6),KPN(30)
0006 COMMON/AG2/ID1(10),IP(10),SG(100),KP(100)
0007 *** N-ЧИСЛО ПОВЕРХНОСТЕЙ (MAX=5) ***
0008 *** NZON-ЧИСЛО ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗОН (MAX=30) ***
0009 *** NMAT-ЧИСЛО РАЗЛИЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ (MAX=30) ***
0010 *** ВВОД ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ***
0011 READ 2,N,NZON,NMAT,IPZNT
0012 2 FORMAT(4I3)
0013 READ 3,(IT(I),I=1,5)
0014 3 FORMAT(24I3)
0015 READ 3,(NCF(I),I=1,N)
0016 READ 3,(MI(I),I=1,NZON)
0017 READ 4,((IPZ(I,J)),J=1,6),I=1,NZON)
0018 4 FORMAT(6I3)
0019 READ 4,((ID(I,J)),J=1,6),I=1,NZON)
0020 DO 4 I=1,N
0021 IF(NCF(I).GT.6) GO TO 7
0022 NC1=NCF(I)
0023 READ 5,(A(I,J),J=1,NC1)
0024 GO TO 6
0025 7 READ 5,(A(I,J),J=1,6)
0026 READ 5,(A(I,1),J=7,10)
0027 CONTINUE
0028 5 FORMAT(6E10.0)
0029 READ 3,(KPN(I),I=1,NZON)
0030 READ 5,(PO(I),I=1,NMAT)
0031 ***** ВВОД ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗАВЕРШЕН *****
0032 ***** ПЕЧАТЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗАДАЧИ *****
0033 PRINT 600,N
0034 600 FORMAT(/750X,'ПОВЕРХНОСТИ (MAX=',I3,')'//40X,45(IH*)//)
0035 PRINT 603
0036 DO 601 I=1,N
0037 NC2=NCF(I)
0038 PRINT 602,I,IT(I),NCF(I),(A(I,J),J=1,NC2)
0039 602 FORMAT(2X,I3,2X,I3,2X,I3,2X,I3,2X,I3,2X,I3,2X,E9.2)
0040 603 FORMAT(3X,'IN',3X,'IT',3X,'NCF',7X,'A1',9X,'A2',9X,'A3',9X,'A4',
0041 9X,'A5',9X,'A6',9X,'A7',9X,'A8',9X,'A9',7X,'A10'//)
0042 601 CONTINUE
0043 PRINT 420
0044 420 FORMAT(/2X,110(IH-1)/)
0045 PRINT 604,NZON
0046 604 FORMAT(/750X,'ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ЗОНЫ (MAX=',I3,')'//40X,45(IH*)//)
0047 PRINT 440
0048 PRINT 440
0049 440 FORMAT(35X,'IPZ',30X,'ID')
0050 PRINT 605
0051 PRINT 420
0052 DO 606 I=1,NZON
0053 NM1=KPN(I)
0054 PRINT 607,I,MI(I),(IPZ(I,J),J=1,6),(ID(I,J),J=1,6),KPN(I),PO(NM1)
0055 607 FORMAT(15(3X,I3),3X,E9.2)
0056 605 FORMAT(4X,' I ',2X,' MI ',4X,' J ',3X,' 2 ',3X,' 3 ',3X,' 4 ',3X,'
0057 1 ',5',3X,' 6 ',3X,' 1 ',3X,' 2 ',3X,' 3 ',3X,' 4 ',3X,' 5 ',3X,'
0058 * 6 ',3X,' KPN ',3X,' PO(Г/СМ**3)')

```

```

0048 606 CONTINUE
C
0049 IF (IDENT) 511, 511, 512
0050 512 READ 5, X0, Y0, Z0, U0, V0, W0
0051 CALL GEOMIN(X0, Y0, Z0, U0, V0, W0, L1)
0052 PRINT 70, X0, Y0, Z0, U0, V0, W0
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, ISTD
0062 11 FORMAT(I6)
0063 13 CONTINUE
0064 READ 12, X0, Y0, Z0
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, ISTD
0075 CALL ROMEQA(U0, V0, W0)
0076 CALL GEOMIN(X0, Y0, Z0, U0, V0, W0, 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))*RD(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, ISTD, X0, Y0, Z0
0099 430 FORMAT(/10X, ' ЧИСЛО ИСТОРИИ =', I6, 5X, ' КООРДИНАТЫ ТОЧКИ', 2X, ' X0=',

```

```

0100 *E10.3,'(CM)',2X,'Y0=',E10.3,'(CM)',2X,'Z0=',E10.3,'(CM),P/)
0101 PRINT 420
0102 PRINT 450
450 FORMAT(3X,'IL',9X,'DIL',9X,' P ',7X,' W ',10X,' P1 ',7X,' W1
1',10X,' P2 ',7X,' W2 ')
0103 PRINT 222
0104 222 FORMAT(12X,'(F/CM**2)',6X,' ',6X,'(CM**2/F)',7X,' ',6X,'(CM**
*2/F)',8X,' ',6X,'(CM**2/F)')
0105 PRINT 420
C
0106 DO 500 IL=1,50
0107 DOPT(IL)=DOPT(IL)/ISTOR
0108 DOPT1(IL)=DOPT1(IL)/ISTOR
0109 DOPT2(IL)=DOPT2(IL)/ISTOR
0110 IF(IL.LT.11) GO TO 501
0111 IF(IL.LT.16) GO TO 502
0112 IF(IL.LT.32) GO TO 503
0113 IL1=(IL-32)*10+100
0114 IL2=IL1+10
0115 DOPT3(IL)=DOPT(IL)*0.1
0116 DOPT4(IL)=DOPT1(IL)*0.1
0117 DOPT5(IL)=DOPT2(IL)*0.1
0118 GO TO 504
0119 501 IL1=IL-1
0120 IL2=IL1+1
0121 DOPT3(IL)=DOPT(IL)
0122 DOPT4(IL)=DOPT1(IL)
0123 DOPT5(IL)=DOPT2(IL)
0124 GO TO 504
0125 502 IL1=(IL-11)*2+10
0126 IL2=IL1+2
0127 DOPT3(IL)=DOPT(IL)*0.5
0128 DOPT4(IL)=DOPT1(IL)*0.5
0129 DOPT5(IL)=DOPT2(IL)*0.5
0130 GO TO 504
0131 503 IL1=(IL-16)*5+20
0132 IL2=IL1+5
0133 DOPT3(IL)=DOPT(IL)*0.2
0134 DOPT4(IL)=DOPT1(IL)*0.2
0135 DOPT5(IL)=DOPT2(IL)*0.2
0136 504 CONTINUE
0137 PRINT 410,IL,IL1,IL2,DOPT(IL),DOPT3(IL),DOPT1(IL),DOPT4(IL),
*DOPT2(IL),DOPT5(IL)
0138 410 FORMAT(2X,I3,5X,I4,'-',I4,2X,2(2X,E10.3),3X,2(2X,E10.3),3X,2(2X,
*E10.3))
0139 500 CONTINUE
0140 PRINT 220
0141 220 FORMAT(/2X,110(1H*)/)
0142 GO TO 13
0143 END
0001 SUBROUTINE GEOMIN(X0,Y0,Z0,U0,V0,W0,L1)
0002 COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),RO(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),KPI(100)
0005 SP(1)=0.0
0006 IP(1)=0

```

```

0007      LI=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)43,46,48
0022      48 SI=SP(J)
0023          I2=IP(J)
0024          IP(J)=IP(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(ID(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      C      FUNCTION RANNO(NMB)
0002          *** ВМНОЖ СЛУЧАЙНОГО ЧИСЛА НА ОТРЕЗКЕ (0,1) ***
0003          DATA IX/1/
0004          CALL RANDU(IX,IY,YFL)
0005          IX=IY
0006          RANNO=YFL
0007          RETURN
0008          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 NMR/1/
0003 CALL CSFI(CFI,SFI)
0004 CTET=1.-2.*RANND(NMR)
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,II)
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)5,9,4
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,VR,WR,A(50,10),RD(30)
0003 COMMON/AG1/N,NZON,IT(50),NCF(50),MI(30),IPZ(50,6),ID(30,6),KPN(30)
0004 COMMON/AG2/IDI(100),IP(100),SP(100),KP(100)
0005 DD 17 I1=1,N
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 CALL TIP1(II,ZI,W,IDD)
0011 GO TO 15
0012 3 CALL TIP1(II,ZI,W,IDD)
0013 GO TO 15
0014 4 CALL TIP2(II,ZI,YI,VI,WI,IDD)
0015 GO TO 15
0016 5 CALL TIP2(II,ZI,XI,UI,WI,IDD)
0017 GO TO 15
0018 6 CALL TIP2(II,YI,XI,UI,VI,IDD)
0019 GO TO 15
0020 7 CALL TIP3(II,XI,YI,ZI,UI,VI,WI,IDD)
0021 GO TO 15
0022 8 CALL TIP3(II,YI,XI,ZI,VI,UI,WI,IDD)
0023 GO TO 15
0024 9 CALL TIP3(II,ZI,XI,YI,WI,UI,VI,IDD)
0025 GO TO 15
0026 10 CALL TIP4(II,YI,ZI,WI,IDD)
0027 GO TO 15
0028 11 CALL TIP4(II,XI,ZI,UI,WI,IDD)
0029 GO TO 15
0030 12 CALL TIP4(II,XI,YI,UI,VI,IDD)
0031 GO TO 15
0032 13 CALL TIP5(II,XI,YI,ZI,UI,VI,WI,IDD)
0033 GO TO 15
0034 14 CALL TIP6(II,XI,YI,ZI,UI,VI,WI,IDD)
0035 15 CALL CROSS(UR,VV,WR,LI,SP,IP,II)
0036 IDI(II)=IDD
0037 17 CONTINUE
0038 RETURN
0039 END

```

```

0001 C FUNCTION INDEX(OL)
0002 *** ВЫЧИСЛЕНИЕ НОМЕРА УЧАСТКА ДЛЯ ЗАДАННОГО РАЗБИЕНИЯ ТОЛЩИН ***
0003 IF(OL-10.) 402,402,403
0004 402 IND=OL
0005 IND=IND+1
0006 GO TO 410
0007 403 IF(OL-23.) 404,404,405
0008 404 XIND=(OL-10.)/2.
0009 IND=XIND+11
0010 GO TO 410
0011 405 IF(OL-100.) 406,406,407
0012 406 XIND=(OL-20.)/5.
0013 IND=XIND+16
0014 GO TO 410
0015 407 IF(OL-290.) 408,408,409
0016 408 XIND=(OL-100.)/10.
0017 IND=XIND+32
0018 GO TO 410
0019 409 IND=51
0020 410 CONTINUE
0021 INDEX=IND
0022 RETURN
0023 END

```

```

0001 SUBROUTINE TIP1(I1,X,U,IDD)
0002 COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),RO(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),RO(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)-V)
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,Y,V,Z,U,V,W,IDD)
0002 COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),RO(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-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),RO(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
0007 UR=UR+2*A(I1,4)**2*Y*Y+A(I1,2)**2*Z*Z
0008 IDD=-1
0009 IF(UR.GT.0.0) IDD=1
0010 VV=-S*A(I1,4)*V-S1*A(I1,2)*W+A(I1,4)**2*V*Y+A(I1,2)**2*W*Z
0011 WR=A(I1,4)**2*V*V+A(I1,2)**2*W*W
0012 RETURN
0013 END

```



```

0002 COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),RO(30)
0003 S=A(I1,4)*A(I1,6)
0004 S1=A(I1,2)*A(I1,6)
0005 S2=A(I1,4)*A(I1,2)
0006 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+
2*S*S*X*X+S1*S1*Y*Y+S2*S2*Z*Z
0007 IDD=-1
0008 IF(UR.GT.0.0) IDD=1
0009 VV=-A(I1,1)*S*S*U-A(I1,3)*S1*S1*V-A(I1,5)*S2*S2*W+
1*S*S*U*X+S1*S1*V*Y+S2*S2*W*Z
0010 WR=S*S*U*U+S1*S1*V*V+S2*S2*W*W
0011 RETURN
0012 END
0001 SUBROUTINE TIP6(I1,X,Y,Z,U,V,W,IDD)
0002 COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),RO(30)
0003 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*
IZ+A(I1,10)*X*Z+A(I1,5)*X*X+A(I1,6)*Y*Y+A(I1,7)*Z*Z
0004 IDD=-1
0005 IF(UR.GT.0) IDD=1
0006 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))
0007 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
0008 RETURN
0009 END
0001 SUBROUTINE COSFI(C,S)
0002 *** РОЗВЕРНУТ СЛУЧАЙНЫХ COSFI (C) И SINFI (S) ***
0003 DATA NMB/1/
0004 FI=RANND(NMB)*6.283
0005 C=COS(FI)
0006 S=SIN(FI)
0007 RETURN
END

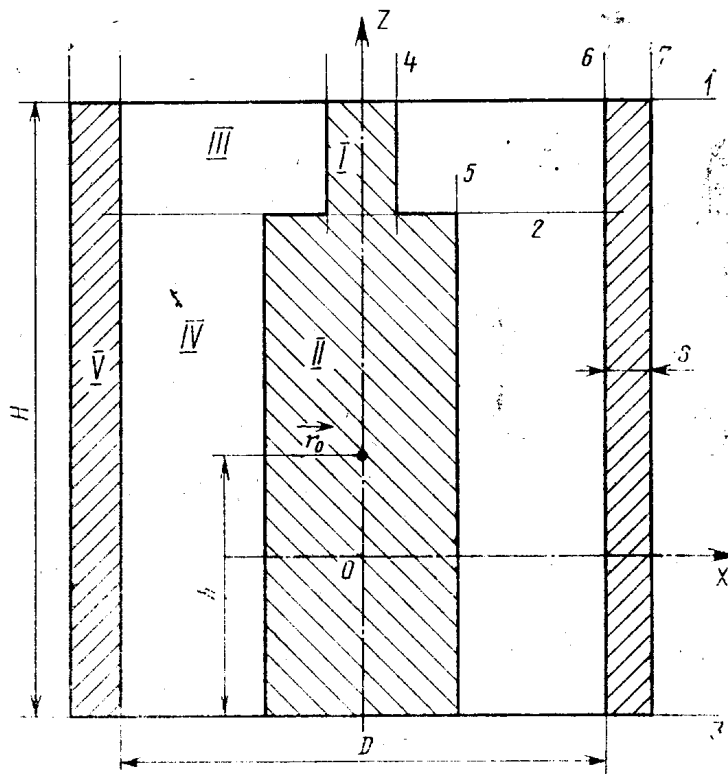
```

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 ~ 2 мин на ЭВМ ЕС-1040.



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

ПОРЯДОЧНОСТЬ (IMAX= 7)

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

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ВОДИ (NMAX= 5)

MI	IPZ	ID	KPN	RO(Г/СМ ³)
1	4	3	6	0.10E 01
2	5	4	0	0.10E 01
3	6	5	0	0.0
4	7	6	0	0.0
5	8	7	0	0.27E 01

ЧИСЛО ИСТОРИЙ = 10000

КООРДИНАТЫ ТОЧКИ X0= 0.0

(CM), Y0= 0.0

(CM), Z0= 0.210E 02(CM).

IL	DIL (Г/СМ**2)	P	M (СМ**2/Г)	P1	W1 (СМ** 2/Г)	P2	W2 (СМ**2/Г)
1	1	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0
5	5	0	0	0	0	0	0
6	6	0	0	0	0	0	0
7	7	0	0	0	0	0	0
8	8	0	0	0	0	0	0
9	9	0	0	0	0	0	0
10	10	0	0	0	0	0	0
11	11	0	0	0	0	0	0
12	12	0	0	0	0	0	0
13	13	0	0	0	0	0	0
14	14	0	0	0	0	0	0
15	15	0	0	0	0	0	0
16	16	0	0	0	0	0	0
17	17	0	0	0	0	0	0
18	18	0	0	0	0	0	0
19	19	0	0	0	0	0	0
20	20	0	0	0	0	0	0
21	21	0	0	0	0	0	0
22	22	0	0	0	0	0	0
23	23	0	0	0	0	0	0
24	24	0	0	0	0	0	0
25	25	0	0	0	0	0	0
26	26	0	0	0	0	0	0
27	27	0	0	0	0	0	0
28	28	0	0	0	0	0	0
29	29	0	0	0	0	0	0
30	30	0	0	0	0	0	0
31	31	0	0	0	0	0	0
32	32	0	0	0	0	0	0
33	33	0	0	0	0	0	0
34	34	0	0	0	0	0	0
35	35	0	0	0	0	0	0
36	36	0	0	0	0	0	0
37	37	0	0	0	0	0	0
38	38	0	0	0	0	0	0
39	39	0	0	0	0	0	0
40	40	0	0	0	0	0	0
41	41	0	0	0	0	0	0
42	42	0	0	0	0	0	0
43	43	0	0	0	0	0	0
44	44	0	0	0	0	0	0
45	45	0	0	0	0	0	0
46	46	0	0	0	0	0	0
47	47	0	0	0	0	0	0
48	48	0	0	0	0	0	0
49	49	0	0	0	0	0	0
50	50	0	0	0	0	0	0

Редактор *С. М. Бобарькина*
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.-отг. 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